

INDICE GENERAL
 DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO	
TOMO 1	RESUMEN EJECUTIVO	
TOMO 2	A	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL DISEÑO DE INGENIERÍA
	A.1.	MEMORIA DESCRIPTIVA DE OBRAS CIVILES, DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMAS Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO
	A.2.	CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS OBRAS CIVILES Apéndice 1: Planos
TOMO 3	A.3.	TOPOGRAFÍA DEL PROYECTO Apéndice 1: Planos
	A.4.	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DEL PROYECTO Apéndice 1: Registro de sondeos mecánicos Apéndice 2: Registros de calicatas Apéndice 3: Ensayos de permeabilidad in situ Apéndice 4: Registros de la investigación geofísica Apéndice 5: Ensayos de laboratorio Apéndice 6: Cálculos analíticos de estabilidad en el frente Apéndice 7: Planos
	A.5.	TRAZO, DISEÑO GEOMÉTRICO Y SUPERESTRUCTURA DE VÍA DE LA LÍNEA PRINCIPAL
TOMO 5	A.5.1.	Diseño del Trazado Apéndice 1: Planos
TOMO 6	A.5.2.	Tipo de Superestructura de vía Apéndice 1: Planos
	A.5.3.	Parámetros de diseño y conservación de la vía férrea incluyendo sus tolerancias geométricas Apéndice 1: Planos
	A.5.4.	Estudio funcional de la superestructura de vía Apéndice : Simulaciones cinemáticas
	A.5.5.	Estudio de ruido y vibraciones Apéndice 1: Estudio de ruido y vibraciones secundario
TOMO 7	A.6.	TUNEL
	A.6.1.	Memoria descriptiva general de túneles Apéndice 1: Planos
	A.6.2.	Selección del diámetro del túnel Apéndice 1. Memoria de cálculo de gálibos UIC505 y determinación de gálibos Apéndice 2. Planos de acciones tipo Apéndice 3. Esquema de evacuación de emergencia
	A.6.3.	Excavación Métodos TBM y NATM en Línea Principal Apéndice 1: Planos
	A.6.4.	Memoria de Cálculo de las Estructuras Permanentes Apéndice 1. Modelización numérica para la comprobación del revestimiento primario Apéndice 2. Obtención de los esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos. Apéndice 3. Modelización numérica revestimiento definitivo Apéndice 4. Dimensionamiento del revestimiento definitivo del túnel de línea Apéndice 5. Dimensionamiento del revestimiento definitivo de cavemas
TOMO 8	A.6.5.	Selección de TBM
	A.6.6.	Pozos de ataque para TBM
	A.6.6.1.	Pozos de ataque para TBM Apéndice 1. Cálculo pozo de ataque Gambetta Apéndice 2. Cálculo pozo Extracción L2. Apéndice 3. Cálculo pozo extracción L4. Apéndice 4. Planos
	A.6.6.2.	Logística TBM Apéndice 1: Planos
TOMO 9	A.6.7.	Medidas de Protección de Edificios y Servicios Públicos. Apéndice 1: Cálculos de subsidencias de la L2 Apéndice 2: Cálculos de subsidencias de la L4 Apéndice 3. Planos
	A.6.8.	Sistema de Monitoreo y Auscultación. Apéndice 1: Planos
	A.6.9.	Excavación en trinchera (método Cut & Cover) Apéndice 1. Cálculos ramales Bocanegra Apéndice 2. Cálculos Terceras Vías Apéndice 3. Cálculos ramales Santa Anita Apéndice 4. Planos
TOMO 9	A.6.10.	Excavación en caverna Apéndice 1. Esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos Apéndice 2. Modelización numérica para la obtención de esfuerzos en el revestimiento definitivo



INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO		CONTENIDO
		<p>Apéndice 3. Dimensionamiento del revestimiento definitivo de las cavernas</p> <p>Apéndice 4. Planos</p>
TOMO 10	A.7.	<p>ESTACIONES DE PASAJEROS</p> <p>Memoria Descriptiva General por estación</p> <p>Apéndice 1: Planos definición funcional</p> <p>Arquitectura por tipología de estación.</p> <p>Apéndice 1: Planos. Estaciones tipo</p> <p>Excavación y tratamiento de consolidación por tipología</p> <p>Apéndice 1: Planos. Proceso constructivo estaciones</p>
TOMO 11	A.7.4.	<p>Memoria de cálculo de las estructuras permanentes por tipología.</p> <p>Apéndice 1: Dimensionamiento estructural. Estaciones C&C</p> <p>Apéndice 2: Dimensionamiento estructural. Estaciones caverna</p> <p>Apéndice 3: Planos. Estructuras de estación.</p>
TOMO 12	A.7.5.	<p>Accesibilidad del sistema y dimensionamiento de los andenes.</p> <p>Apéndice 1. Cálculos de evacuación</p> <p>Apéndice 2. Niveles de servicio de estaciones tipo</p> <p>Apéndice 3: Planos de rutas de evacuación</p>
	A.7.6.	<p>Instalaciones ferroviarias en estación</p> <p>A.7.6.1 Sistema de alimentación eléctrica</p> <p>A.7.6.2 Sistema de las puertas de andén</p> <p>A.7.6.3 Sistema de control de pasajeros</p> <p>A.7.6.4 Sistema de telecomunicaciones</p> <p>A.7.6.5 Sistema de señalización</p> <p>A.7.6.6 Dimensionamiento de torniquetes</p>
TOMO 13	A.7.7.	<p>Simulaciones del flujo de pasajeros</p> <p>Apéndice 1. Cálculos de Evacuación</p> <p>Apéndice 2. Informes de simulación</p>
	A.7.8	<p>Instalaciones no ferroviarias o equipamiento electromecánico por tipología de estación</p> <p>A.7.8.1. Instalaciones no ferroviarias.</p> <p>A.7.8.2. Hidrología y drenaje</p> <p>Apéndice 1: Planos</p>
	A.8.	<p>INTEGRACIÓN FÍSICA E INSERCIÓN URBANA</p> <p>Memoria descriptiva de integración física e inserción urbana</p> <p>Apéndice 1: Matriz de alteración del entorno urbano</p> <p>A.8.1. Estaciones Línea 2</p> <p>Apéndice 1: Planos de inserción urbana. L-2</p> <p>A.8.2. Estaciones Línea 4</p> <p>Apéndice 1: Planos de inserción urbana. L-4</p>
TOMO 14	A.8.3.	<p>Soluciones de ingeniería</p> <p>A.8.4. Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Línea 2</p> <p>A.8.5. Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Ramal Av. Faucett- Av. Gambetta Línea 4</p> <p>A.8.6. Patios talleres (Santa Anita y Bocanegra)</p> <p>Apéndice 1: Planos</p>
	A.9.	<p>PATIOS TALLERES Y POZOS DE VENTILACIÓN Y/O SALIDAS DE EMERGENCIA</p> <p>Memoria descriptiva general</p> <p>A.9.1. Diseño funcional y dimensionamiento de los patios taller</p> <p>Apéndice 1: Equipos</p> <p>Apéndice 2: Planos generales</p>
TOMO 15	A.9.3	<p>Arquitectura de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o salidas de emergencia</p> <p>A.9.3.1. Arquitectura de los Patios Taller.</p> <p>Apéndice 1: Planos</p> <p>A.9.3.2. Arquitectura de los Pozos de ventilación y salidas de emergencia</p> <p>Apéndice 1: Planos definición geométrica</p>
	A.9.4	<p>Estructuras de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia</p> <p>A.9.4.1. Estructuras de los Patios Taller.</p> <p>Apéndice 1: Planos de edificios y nave taller</p> <p>A.9.4.2. Estructuras de los Pozos de ventilación y emergencia</p> <p>Apéndice 1: Planos de estructuras y procedimientos constructivos</p>
	A.9.5	<p>Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes</p> <p>A.9.5.1. Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes. Patios taller</p> <p>A.9.5.2. Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes. Pozos</p> <p>Apéndice 1: Pozos laterales sin presencia de nivel freático</p> <p>Apéndice 2: Pozos cenitales sin presencia de nivel freático</p> <p>Apéndice 3: Pozo cenital tramo túnel TMB en presencia de nivel freático</p>
	A.9.6.	<p>Esquema ferroviario y Diseño de la superestructura de vía férrea, alimentación eléctrica y señalización de los Patios talleres</p> <p>A.9.6.1. Esquema ferroviario y superestructura de vía de los patios talleres</p>



INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO
TOMO 16	<p>Apéndice 1: Planos</p> <p>A.9.6.2. Esquema alimentación eléctrica de los patios talleres.</p> <p>A.9.6.3. Esquema ferroviario y Señalización de los patios talleres.</p> <p>A.9.7. Instalaciones no ferroviarias de patios taller y pozos de ventilación y emergencia</p> <p>A.10. DESVÍOS</p> <p>Apéndice 1: Planos macrodesvíos</p> <p>B DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES</p> <p>B1 Equipos y materiales para el proyecto, las obras civiles y el equipamiento</p> <p><u>Equipos</u></p> <p>B.1.a.1 Selección de procedencia y tecnología</p> <p>B.1.a.2 Seguridad, oportunidad y optimización</p> <p>B.1.a.3 Gestiones y ruta crítica</p> <p>Gestiones. Transporte a pie de obra</p> <p>Gestiones. Importación</p> <p>Gestiones. Requerimientos de montaje y desmontaje</p> <p>Ruta crítica.Cronograma de suministro</p> <p><u>Materiales</u></p> <p>B.1.b.1 Selección de procedencia y tecnología</p> <p>B.1.b.2 Seguridad, oportunidad y optimización</p> <p>B.1.b.3 Gestiones y ruta crítica</p> <p>Gestiones. Transporte a pie de obra</p> <p>Gestiones. Importación</p> <p>Gestiones. Acopios</p> <p>Ruta crítica.Cronograma de suministro</p>
TOMO 17	<p>C DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO</p> <p>C.1 INSTALACIONES FERROVIARIAS</p> <p>C.1.1. Diseño, suministro e instalación de la superestructura de vía</p> <p>Apéndice 1: Planos</p> <p>C.1.2. Instalaciones ferroviarias</p> <p><u>Diseño</u></p> <p>C.1.2.1 Señalización y control</p> <p>C.1.2.2 Puertas de andén</p> <p>C.1.2.3 Mando y control centralizado</p> <p>C.1.2.3.1 SCADA-DWH</p> <p>C.1.2.3.2 IWS</p> <p>C.1.2.3.3 Service Availability</p> <p>C.1.2.4 Control de pasajeros</p> <p>C.1.2.5 Sistema de Alimentación</p> <p>C.1.2.6 Sistema de tracción eléctrica</p> <p>C.1.2.7 Sistemas de telecomunicaciones</p> <p>C.1.2.7.1 Subsistema de Radiocomunicaciones (radio tierra-tren)</p> <p>C.1.2.7.2 Subsistema de Video Vigilancia</p> <p>C.1.2.7.3 Subsistema de Relojería</p> <p>C.1.2.7.4 Subsistema de Paneles de Indicación (SPI)</p> <p>C.1.2.7.5 Subsistema de Difusión Sonora</p> <p>C.1.2.7.6 Subsistema de Comunicación Primaria</p> <p>C.1.2.7.7 Subsistema de Telefonía Automática de Servicio</p> <p>C.1.2.7.8 Subsistema de Telefonía de Emergencia y de Infancia</p> <p>C.1.2.7.9 Subsistema Data Communication System (DCS)</p> <p>C.1.2.7.10 Subsistema Integrated Communication Control System (ICCS)</p> <p>C.1.2.7.11 Fleet Data Collector</p> <p>C.1.2.7.12 Subsistema de a bordo</p> <p>C.1.2.8 Puesto Central de comando y control</p> <p>C.1.2.9 PLAN PRELIMINAR DE RAMS DEL SISTEMA</p> <p>Suministro e Instalación</p> <p>C.1.2.10 Suministro e Instalación</p>
TOMO 18	<p>C.2</p> <p>C.2.1. INSTALACIONES NO FERROVIARIAS</p> <p>Diseño de las instalaciones no ferroviarias</p> <p>Apéndice 1: Cálculos</p>
TOMO 19	<p>Apéndice 1: Cálculos</p>
TOMO 20	<p>Apéndice 1: Cálculos</p>
TOMO 21	<p>Apéndice 1: Cálculos</p> <p>Apéndice 2: Planos</p>
TOMO 22	<p>Apéndice 2: Planos</p>

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL




INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO	
	C.2.2.	Suministro e instalación
TOMO 23	D	DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE
	D1	DISEÑO, FABRICACIÓN, PRUEBAS DE ACEPTACIÓN EN FABRICA, TRANSPORTE, ENSAMBLE Y ACOPLE, PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA E INTEGRACIÓN DEL MATERIAL RODANTE
	D.1.1.	Configuración del tren
	D.1.2.	Vida útil de los trenes y ciclos de servicio.
	D.1.3.	Gálbo
	D.1.4.	Capacidad de transporte del tren
	D.1.5.	Características de los trenes
	D.1.6.	Prestaciones de los trenes
	D.1.7.	Sistema de diagnóstico y transmisión de fallas de los trenes al Puesto Central de Operaciones.
	D.1.8.	Sistema de señalización y comunicación
	D.1.9.	Salidas de emergencia del tren
	D.1.10.	Composición estructural de las cajas
D.1.11.	Cronograma de suministro del Material Rodante para Primera Etapa A, Primera Etapa B y Segunda Etapa del Proyecto Design Book	
TOMO 24	E	METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO
	E.1.	METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES, PROVISION DE MATERIAL RODANTE, DE LA OPERACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL CONTRATO Y RELACIÓN DE REPUESTOS ESTRATÉGICOS Y CRÍTICOS
	E.1.a	Memoria descriptiva
	E.1.a.1	Plan de construcción de las obras civiles Metodología constructiva de las obras civiles Informe técnico del procedimiento de construcción de túneles Metodología constructiva con tuneladora Estrategia del uso de tuneladoras.Planta de dovelas
	E.1.a.2	Relación de repuestos estratégicos y críticos
	E.1.b	Procedimiento de construcción para los túneles y la planta de dovelas
	E.1.c	Listado de equipos y herramientas especiales
	E.1.d	Diagrama espacio-tiempo del desarrollo del proyecto
	E.2	RELACIÓN DE REPUESTOS ESTRATÉGICOS Y CRÍTICOS
	E.3	LA PROVISIÓN DEL MATERIAL RODANTE Y OPERACIÓN
TOMO 25	F	ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO EN LAS DISTINTAS FASES DEL PROYECTO
	F.1.	Organización del equipo de trabajo en las distintas fases del proyecto
	G	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
	G.1.	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
	H	PROPUESTA DE OPERACIÓN DEL PROYECTO
	H.1	PROPUESTA DEL MODELO DE EXPLOTACIÓN POR BUCLES
	H.2	TIEMPO DE VIAJE PROPUESTO
	H.3	CAPACIDAD DE TRANSPORTE DEL SISTEMA EN PASAJEROS POR HORA POR DIRECCIÓN
	H.4	FRECUENCIAS DE SERVICIO
	H.5	PROPUESTA DE NIVELES DE SERVICIO POR CADA ETAPA
	H.6	FLEXIBILIDAD EN LA OPERACIÓN
	H.7	PLAN DE ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN DEL PERSONAL
	H.8	PROPUESTA DE ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL DE LA CONCESIÓN
	H.9	DISTRIBUCIÓN Y CONSUMO ENERGÉTICO EN LA OPERACIÓN
	H.10	PLAN DE EXPLOTACIÓN (OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO), DE SEGURIDAD Y CONTINGENCIAS.
H.11	PLAN DE DESARROLLO COMERCIAL DE LAS ESTACIONES Y TRENES	
I	PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y DEL MATERIAL RODANTE	
I.1	ESTÁNDARES Y NORMAS TÉCNICAS A SER ADOPTADAS	
I.2	INDICADORES DE MANTENIMIENTO	
I.3	TIPOS DE INTERVENCIÓN POR CADA SUBSISTEMA	
I.4	EQUIPAMIENTO E INSTALACIONES REQUERIDAS PARA EL MANTENIMIENTO	
I.5	TECNOLOGÍA APLICABLE	
I.6	AUTOMATIZACIÓN PARA EL CONTROL DE LA INTERFACE RUEDA - RIEL IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES Y TELECOMUNICACIONES DEL SISTEMA. DIAGNÓSTICO COMPUTARIZADO DE LA GEOMETRÍA DE LA VÍA FÉRREA Y CATENARIA.	
I.7	PERSONAL REQUERIDO	
I.8	LISTADO DE EQUIPOS FIJOS Y MÓVILES	

**INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA**

TOMO	CONTENIDO		
	I.9	OTROS QUE SE CONSIDERARAN APLICABLES	
TOMO 26	J	PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	
	J.1.	PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	
	J.1.1.	Plan General de Calidad. Apéndice 1. Certificados de Calidad	
	J.1.2.	Plan de Calidad de Diseño	
	J.1.3.	Plan de Calidad durante la ejecución de las obras	
	J.1.4.	Plan de Calidad de la Tecnología del Sistema y de Equipamientos Civiles	
	J.1.5. J.1.6.	Plan de Calidad del Material Rodante Plan de Calidad en Explotación	
	J.2.	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL CONTENIDO DEL MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD	
TOMO 27	K	PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD Y SALUD	
	K.1.	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE	
	K.1.1.	Gestión Ambiental	
	K.1.1.1	Gestión Ambiental Diseño y Construcción Apéndice 1: Identificación y evaluación del cumplimiento legal. Apéndice 2: Matrices ambientales Apéndice 3: Fichas ambientales Apéndice 4: Cartas dirigidas al grupo de interés Apéndice 5: Plan de gestión de residuos Apéndice 6: Planes de emergencia medioambientales Apéndice 7: Informe de evaluación arqueológica Subapéndice 7.1: Procedimientos administrativos Subapéndice 7.2: Fichas de evacuación arqueológica Subapéndice 7.3: Fichas técnicas de registro Subapéndice 7.4 : Fichas técnicas de hallazgos Apéndice 8: Planos de gestión ambiental Apéndice 9: Planos arqueología	
		K.1.1.2	Gestión Ambiental Explotación Apéndice 1: Certificados de Gestión Ambiental
		K.1.2.	Plan de Seguridad y Salud
		K.1.2.1	Plan de Seguridad y Salud de diseño y construcción Apéndice 1: Fichas de inspección
		K.1.2.2	Plan de Seguridad y Salud en Explotación Apéndice 1: Certificados de Seguridad y Salud
	TOMO 28		
TOMO 29	L	PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS	
	L.1.	MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS	
	M	MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y MATERIAL RODANTE	
	M.1.	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA.	
	M.2.	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MATERIAL RODANTE	
	N	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE HITOS (OBRAS Y MATERIAL RODANTE)	

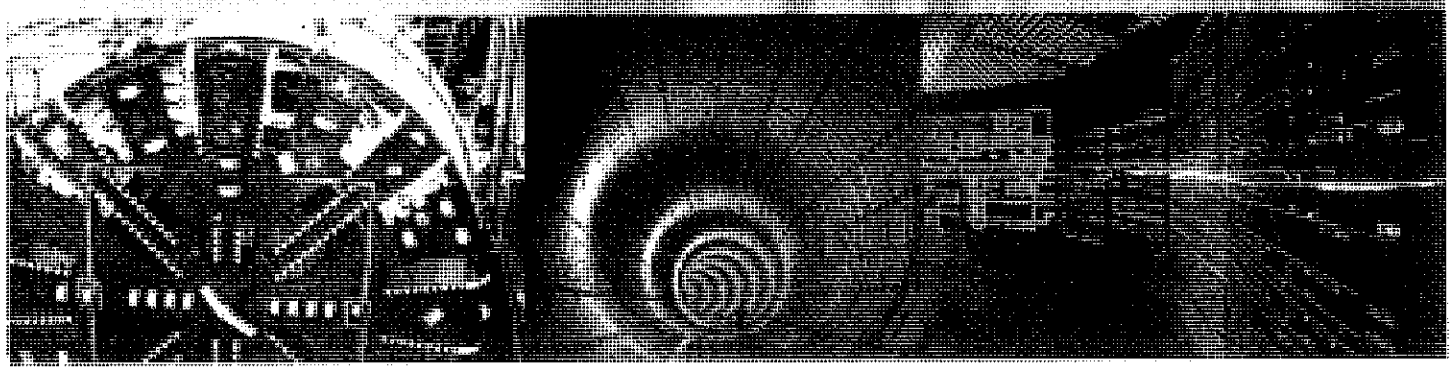
INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO		CONTENIDO
	N.1. N.2.	HITOS DE OBRAS POR ETAPAS HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS
TOMO 30	O	INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
	O.1. O.1.1. O.1.2.	ESTUDIOS BÁSICOS Topografía de detalle Apéndice 1: Planos Estudio geotécnico Apéndice 1: Registro de sondeos mecánicos Apéndice 2: Registro de calicata Apéndice 3: Registro de la investigación geofísica Apéndice 4 Ensayos de laboratorio
TOMO 31	O.1.3.	Apéndice 4 Ensayos de laboratorio Apéndice 5: Planos Análisis de riesgo sísmico Apéndice 1: Mapa neotectónica del Perú Apéndice 2: Curvas de probabilidad de excedencia para aceleración espectral T=0 s. Apéndice 3: Espectros de peligro uniforme Apéndice 4: Espectros de diseño sísmico
	O.1.4.	Estudio de desvíos de tráfico Apéndice 1 :Planos
	O.1.5.	Estudio de interferencias Apéndice 1: Planos
	O.2. O.2.1.	GEOMETRIA (Trazado) Trazado de las vías Apéndice 1: Planos
TOMO 32	O.3	TÚNELES
	O.3.1. O.3.2.	Memoria descriptiva con definición de los métodos constructivos Diseño de las secciones tipo de túnel Apéndice 1. Modelización numérica (flac3d) revestimiento primario. Apéndice 2. Obtención de los esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos. Apéndice 3. Modelización numérica (phase2d) revestimiento definitivo. Apéndice 4. Dimensionamiento revestimiento definitivo del túnel de línea Apéndice 5. Cálculos de daños a estructuras sensibles. Apéndice 6. Cálculos de la cubeta de subsidencias. Apéndice 7. Planos
	O.3.3	Diseño de la conexión subterránea con Patio Santa Anita (Ramal a Talleres) Apéndice 1: Cálculos de ramales Santa Anita Apéndice 2: Planos
	O.3.4.	Pozos de ataque (ventilación) Apéndice 1: Planos
	O.4	ESTACIONES
	O.4.1. O.4.2. O.4.3.	Memoria descriptiva de las estaciones Apéndice 1. Planos Arquitectura de estaciones Accesibilidad del sistema y dimensionamiento de los andenes. Apéndice 1. Cálculos de evacuación Apéndice 2: Planos Apéndice 3: Simulaciones de flujo en estación
	O.4.4.	Estructuras Apéndice 1. Memoria de cálculo estructural. Estación de Evitamiento
TOMO 33		Apéndice 2. Memoria de cálculo estructural. Estación Ovalo Santa Anita Apéndice 3. Planos
TOMO 34		
TOMO 35	O.5.	PATIO TALLER SANTA ANITA
	O.5.1.	Memoria descriptiva del Patio de Santa Anita. Descripción funcional Apéndice 1: Planos
	O.5.2.	Excavaciones y muros de contención. Estructuras Apéndice 1: Planos
	O.5.3.	Arquitectura del Patio Taller Santa Anita Apéndice 1: Planos
	O.5.4.	Plan de movimiento de tierras
O.6	CRONOGRAMA	
	O.6.1.	Cronograma detallado Primera Etapa A



000000

**C. DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN
DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y EL
EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO**



CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT -
AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y
CALLAO"

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASALTE GARCIA
RESP. TÉCNICO LEGAL

C. DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO

LOCALIZACIÓN DE CONTENIDOS

Con objeto de poder localizar el Contenido indicado en las bases del proyecto, a continuación se explica brevemente la situación de cada uno de los citados puntos a lo largo de la Propuesta técnica:


Se mantienen los puntos C.1 y C.2 correspondientes al índice general para las instalaciones ferroviarias y no ferroviarias respectivamente.

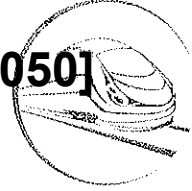
Punto C.1:

En el punto C.1.1. se detalla el contenido correspondiente a diseño, suministro e instalación de la superestructura de vía, mientras que el punto C.1.2. se detalla el diseño del resto de instalaciones ferroviarias. En el punto C.1.2. se ha incluido el suministro e instalación dentro del apartado C.1.2.10

Punto C.2:

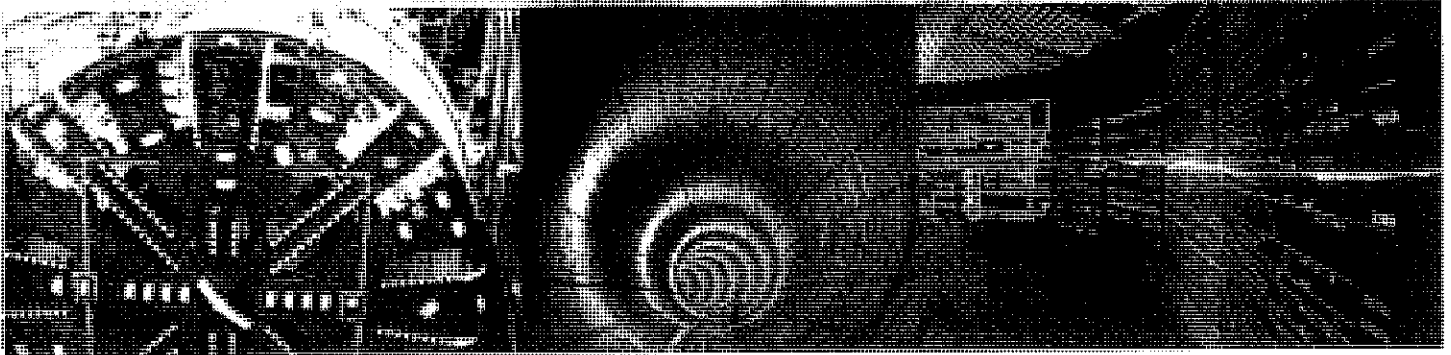
En el punto C.2.1. se detalla el contenido correspondiente a diseño, de las instalaciones no ferroviarias. En el punto C.2.2. se ha incluido el desarrollo del suministro e instalación de las mismas.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN DASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 



005562

C.1. INSTALACIONES FERROVIARIAS



CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN DE ABEL GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

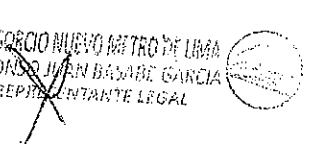


005663

<p>C.1.1.</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACION DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
-----------------------------------	--

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.1. SUPERESTRUCTURA DE VÍA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BRASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 

Índice

005664


1 INTRODUCCIÓN	4
2 ESQUEMA DE VÍAS	4
3 SECCIONES TIPO en vía general	7
4 DESCRIPCIÓN Y ELEMENTOS QUE COMPONEN LA SUPERESTRUCTURA EN LA LÍNEA PRINCIPAL.....	7
4.1 RIEL.....	8
4.2 SUJECIONES.....	10
4.2.1 Introducción.....	10
4.2.2 Sistema de fijación DFF/T	10
4.2.2.1 Descripción	10
4.2.2.2 Fijación DSA.....	12
4.2.2.3 Ensayos de fatiga del sistema	13
4.2.2.4 Descripción de los elementos.....	15
4.2.2.5 Forma de suministro	16
4.2.3 Sistema de fijación DFF-ADH	18
4.2.3.1 Descripción	18
4.2.3.2 Sistema de montaje	22
4.2.3.3 Ensayos	25
4.2.3.4 Cambiadores de vía	26
4.2.3.5 Ventajas del sistema.....	27
4.3 CONTRARRIELES	29
4.4 CAMBIAVÍAS	31
5 EJECUCIÓN DE LA VÍA EN PLACA.....	35
5.1 Fases de la colocación de la vía	35
5.2 Ajuste topográfico de la vía.....	35
5.2.1 Consideración previa.....	35
5.2.2 Trabajos preliminares	35
5.2.2.1 Puntos de referencia	35
5.2.2.2 Cálculos preliminares.....	35
5.2.3 Definición de la vía in situ.....	36
5.2.3.1 Personal y equipo necesario.....	36
5.2.3.2 Medición en cadena.....	36
5.2.3.3 Aceptación de replanteo	36
5.2.3.4 Determinación del eje de la vía	36
5.2.3.5 Colocación final de piquetes.....	37
5.2.3.6 Puntos especiales.....	37
5.2.3.7 Precisión del trazado.....	37
5.2.4 Ajuste preliminar de la vía	38
5.2.5 Ajuste final de la vía.....	38
5.2.5.1 Planimetría. Vía en curva.....	38
5.2.5.2 Planimetría. Vía en recta.....	38
5.2.5.3 Altimetría	38
5.2.5.4 Márgenes.....	38

X

005665

5.3	Montaje de vía y soldadura de los rieles	38
5.3.1	Precauciones a tomar durante el montaje.....	44
5.3.2	Progresión del montaje de vía.....	44
5.3.3	Situación de la vía y soldadura del riel.....	45
5.4	SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA.....	45
5.4.1	Generalidades.....	45
5.4.2	Preparación de la junta.....	47
5.4.3	Preparación del molde.....	48
5.4.4	Colada blanca.....	49
5.4.5	Eliminación del depósito de corindón.....	49
5.4.6	Corte de la mazarota (fundición).....	49
5.4.7	Acabado de la soldadura.....	50
5.4.8	Marcaje de la soldadura.....	50
5.5	Ajuste y hormigonado de la vía.....	51
5.5.1	Montaje de los encofrados.....	51
5.5.2	Dispositivos para la alineación y nivelación de la vía.....	51
5.5.3	Primer ajuste de la vía.....	54
5.5.4	Ajuste final de la vía.....	54
5.5.5	Medidas de protección para las fijaciones durante el hormigonado.....	55
5.5.6	Método de hormigonado y transporte del hormigón.....	55
5.5.7	Características del hormigón.....	55
5.5.8	Transiciones.....	56
5.5.9	Pasos finales.....	57
5.6	Recepción de la vía.....	57
6	CONTROL DE LAS VIBRACIONES Y RUIDO SECUNDARIO.....	58
6.1	PLACA ADHERIZADA CON FIJACIÓN DFF/ADH.....	60
6.2	PLACA CON FIJACIÓN DFF/T y clips dsa.....	65
6.3	MANTA ELASTOMÉRICA.....	67
7	DESCRIPCIÓN Y ELEMENTOS QUE COMPONEN LA SUPERESTRUCTURA EN LOS PATIOS TALLER.....	68
8	CUMPLIMIENTO DE LOS NIVELES DE SERVICIO.....	68
	APENDICE 1. CÁLCULOS	
	APENDICE 2. PLANOS	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JIMÉNEZ SÁNCHEZ GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL



X

1 INTRODUCCIÓN

En este punto se describen las características de la superestructura ferroviaria prevista en el Metro de Lima.

El sistema diseñado para la superestructura ha sido el de vía en placa o vía sobre placa de hormigón, excepto en los patios de Santa Anita y Bocanegra, que se han diseñado con vía balastada. La superestructura en este caso, se describe en el ítem 7.

➤ **SUSTENTOS Y CRITERIOS UTILIZADOS PARA LA SELECCIÓN.**

La elección de la vía en placa se fundamenta, tal y como se indica en el documento A.2. A) DISEÑO DE INGENIERÍA, en el mejor comportamiento mecánico, la mayor durabilidad, el menor mantenimiento frente a otras tipologías de viga.

Como se ha comentado, entre los patios de Santa Anita y Bocanegra la vía es balastada, puesto que existen un gran número de aparatos de maniobra y radios muy pequeños que origina velocidades de circulación muy bajas.

En el documento A.2. A) DISEÑO DE INGENIERÍA, se detallan los criterios que se han seguido para la elección, bajo un punto de vista técnico, de los elementos de los que se componen las instalaciones ferroviarias.


2 ESQUEMA DE VÍAS

La circulación de trenes se realizará por la vía de la derecha, según el sentido de marcha.

En las proximidades de las estaciones Óscar Benavides, Parque Murillo y Nicolás Arriola, las tres pertenecientes a la Línea 2, **se prevé realizar terceras vías**, para estacionamiento y maniobra de trenes, conectadas a la vía férrea principal por medio de cambiavías. Dichas vías serán dotadas con una longitud aproximada de 470 m, tal que permitan también el estacionamiento de los vehículos de mantenimiento que cumplan con el propósito de desarrollar estrategias de operación y mantenimiento durante el servicio comercial, especialmente durante las horas pico, de modo que los trenes averiados o disponibles para realizar tales tareas, puedan ser ubicados o reubicados en dichas zonas sin impedir el normal desarrollo del servicio.

Las siguientes figuras muestran el diagrama con la posición de las vías principales, las terceras vías, los cambiavías y los enlaces claves de las dos líneas.

COMITÉ ADMINISTRATIVO
 ALFONSO BUSTAMANTE
 REPRESENTANTE LEGAL





CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

C-1.1. Superestructura de Vía

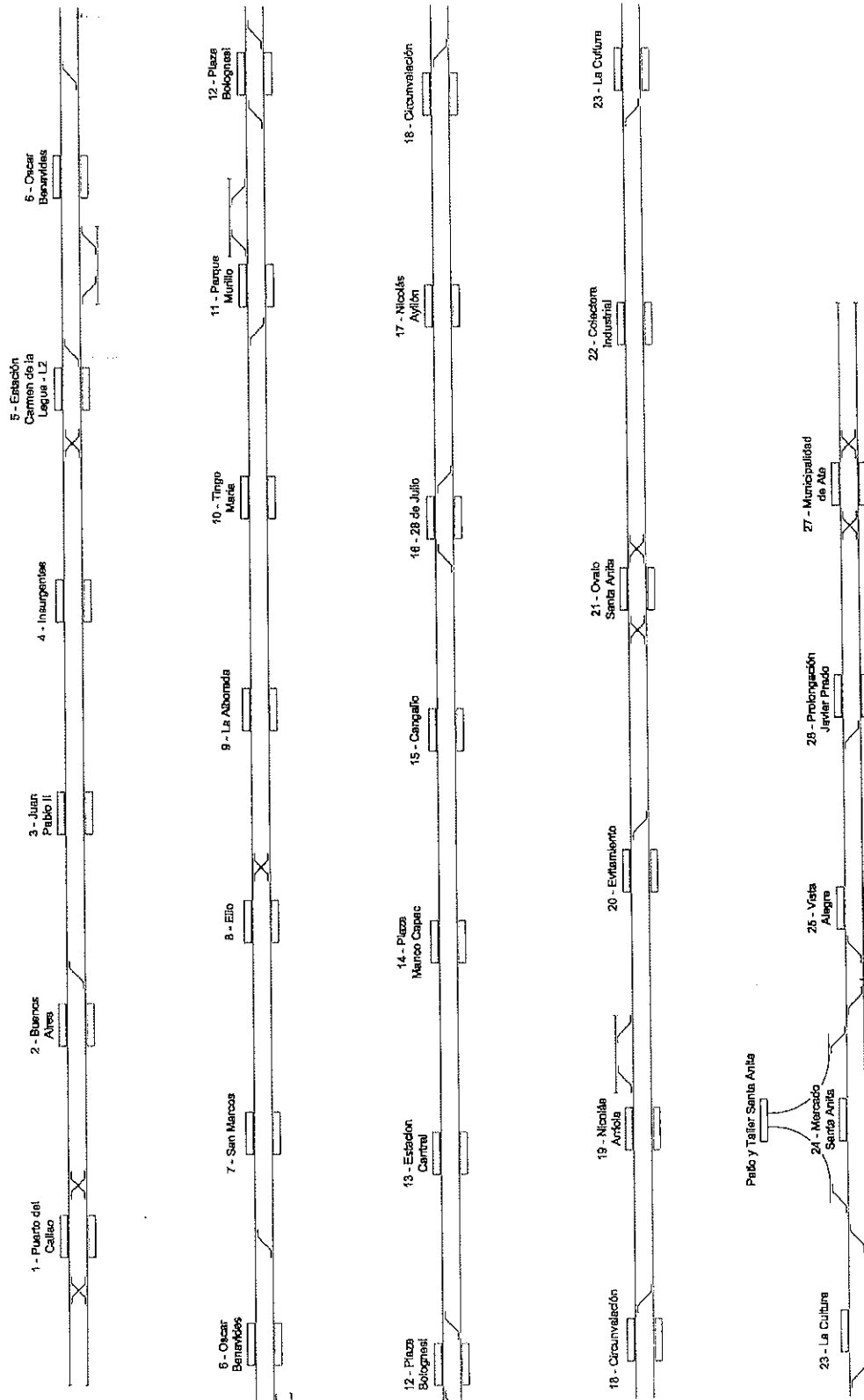


Figura 1. Esquema de vías. Línea 2

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALICAND JUANITA SANCHEZ
REPRESENTANTE LOCAL



ProInversión
Agencia de Promoción Inversión Privada

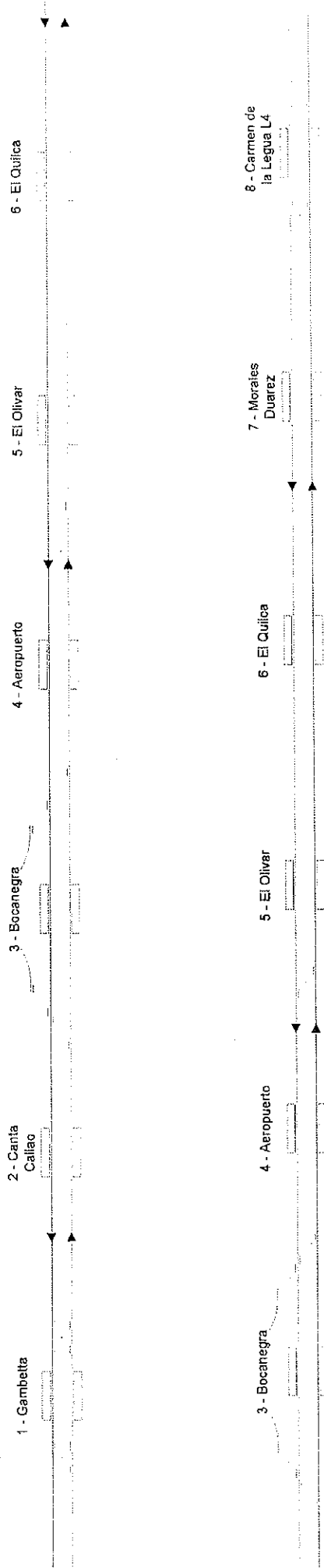


Figura 2. Esquema de vías. Línea 4

EL CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AL CASO JUAN RAMÓN GAMBETTA
 REPRESENTANTE 19641



1

[6056]
 005668

20
 (6)

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA
 DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

3 SECCIONES TIPO EN VÍA GENERAL

005669

Para el diseño de la superestructura se han proyectado tres secciones tipo:

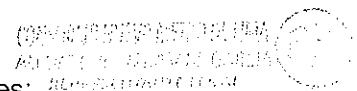
- o Sección tipo de túnel excavado con tuneladora (TBM).
- o Sección tipo de túnel excavado con métodos convencionales.
- o Sección tipo en túnel excavado entre pantallas (incluye estaciones y zonas con terceras vías).

Las dimensiones generales de la vía son las siguientes:

- Ancho de la vía 1,435 m
- Entreeje:
 - En recta 3,800 m
 - En curva 3.800 m
- Gálibo horizontal:
 - En túnel convencional 9,26 m
 - En túnel TBM 9,38 m
 - En estación 7,20 m
- Gálibo vertical (distancia a la clave):
 - En túnel convencional 6,41 m
 - En túnel TBM 6,69 m
- Ancho del paseo lateral 0,76 m
- Espesor de hormigón HM-25 bajo riel 0,26 m
- Distancia del eje de vía al borde de andén en estación 1,70 m
- Altura del andén sobre el riel 1,05 m
- Distancia entre puntos de fijación
 - En recta 0,80 m
 - En curva 0,60 m
- Inclinación de los rieles 1/20

4 DESCRIPCIÓN Y ELEMENTOS QUE COMPONEN LA SUPERESTRUCTURA EN LA LÍNEA PRINCIPAL.

El sistema diseñado para la superestructura en la línea ha sido el de vía en placa o vía sobre placa de hormigón.



Los elementos que componen la vía en placa proyectada son los siguientes:

- o Riel: U.I.C. de 60 kg/ml en barra larga soldada
- o Sujeciones: Son de tipo directo, modelos DFF/T y DFF-ADH de Railtech – Sufetra o similar.
- o Placa: Hormigón HA-25 con un mínimo de 0,26 m de espesor bajo el riel. La placa se apoya sobre un relleno de hormigón HA-15.

- Cambiavías: Los desvíos, las diagonales simples y las dobles diagonales (bretelles) están formadas por aparatos de radio $R=500$ m y $Tg=1:12$, que permite una velocidad de 65 km/h por la vía desviada.

4.1 RIEL

El riel es del tipo UIC-60 en todo el tramo. Para su montaje en vía general, los rieles llegan a obra en forma de barras largas de 18 metros. Una vez en vía se conforman las barras largas soldadas definitivas mediante soldadura aluminotérmica.

Las características de los rieles 60 son las siguientes, referidas a la Norma Europea CEN/TC256/WG4 "Flat Bottom symmetrical railways rails 46 Kg/m and above":

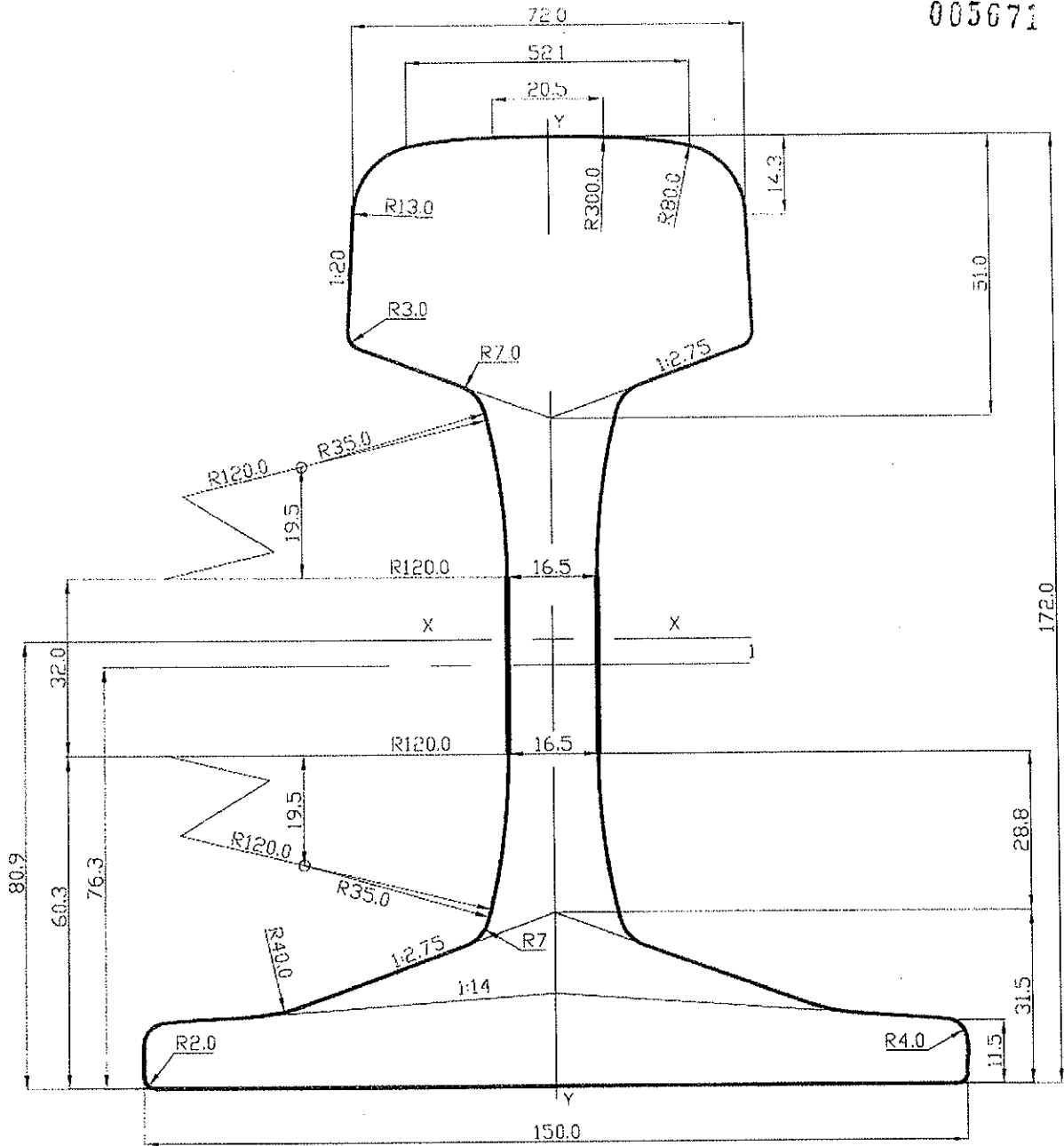
- A) Perfil del riel: clase X
- B) Enderezado: clase A
- C) Grado del acero: 260 (Carbono-Manganeso)
- D) Sección: $76,70 \text{ cm}^2$
- E) Masa: 60,21 kg/m
- F) Resistencia a tracción: $R_m > 880 \text{ N/mm}^2$
- G) Dureza: 260/300 HBW
- H) Alargamiento: $A > 10 \%$

Otras características geométricas fundamentales que deben cumplir estrictamente las barras elementales procedentes de la acería tienen relación con las tolerancias del acabado del perfil, la rectitud en los extremos, la plenitud superficial y la torsión.

A continuación se incluye una imagen del riel y sus características:



005671



Mass / Masa		60,21 kg/m
Area / Área		76,70 cm ²
Moment of inertia / Momento de inercia	X-X	3038,3 cm ⁴
	Y-Y	512,3 cm ⁴
Section modulus / Módulo de sección	X-X Head / Cabeza	333,6 cm ³
	X-X Base / Pie	375,5 cm ³
	Y-Y Axis / Eje	68,3 cm ³

Figura 3. Geometría del riel 60 E1

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO HUILLCAZUT LACAY
 REPRESENTANTE LEGAL

X

4.2 SUJECCIONES

005672

4.2.1 Introducción

La circulación de vehículos sobre rieles por la propia interacción de la rueda con el riel genera vibraciones que se transmiten a través de los medios sólidos (solera del túnel, hastiales y la estructura de los edificios) al interior de las viviendas generando, por el efecto tambor de los forjados, un ruido interno. De aquí que tenga que cuidarse, o bien la estructura de los edificios cuando son de nueva construcción, o bien actuar con los aislamientos adecuados en la construcción de la superestructura.

Por otro parte, la tendencia de todos los ferrocarriles modernos en lo que respecta el sistema de fijación es bajar las rigideces propias de la vía, tanto en vías sobre balasto como en las vías hormigonadas. Así mismo se requieren cada vez más sistemas que permitan en caso de descarriles o problemas similares, sustituciones rápidas y con pocos efectivos.

Por ello se ha estado y se están investigando sistemas de fijación de baja rigidez, que cumplan los siguientes objetivos:

- Asegurar la estabilidad del riel y la seguridad del material que va a circular sobre la vía.
- Fácil instalación y mínima necesidad de conservación.
- Capacidad elevada de absorción de vibraciones.
- Economía del sistema.

Los sistemas DFF/T y DFF-ADH, que se presentan a continuación, se han optimizado al máximo en este sentido.


Como norma general, en rectas se ha utilizado el sistema de fijación DFF/T. En curvas y en los tramos en los que se pretende obtener una mayor capacidad de atenuación de vibraciones y ruidos se ha utilizado la fijación DFF-ADH.

La tramificación de los sistemas de mitigación se representa en los planos PLIN-IF-SUP-ESQ-L2 y PLIN-IF-SUP-ESQ-L4 de Superestructura de vía. Plantas esquemáticas de las líneas 2 y 4.

4.2.2 Sistema de fijación DFF/T

4.2.2.1 Descripción

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFREDO NIÑO CALVO GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL



Este sistema está formado por:

- 2 Insertos embebidos en el hormigón que forma la solera.
- 1 Placa base, para soportar el premontaje y posibilitar la regulación en nivelación y en alineación.
- 1 Suela atenuadora de vibraciones.
- 1 Placa metálica, provista de hombros para sujetar las fijaciones.



005673

- 1 Suela bajo patín de riel.
- 2 Fijaciones DSA.
- 2 Topes aislantes DSA.
- 2 Reguladores de posición.
- 4 Arandelas.
- 2 Espárragos M-27.
- 2 Resortes.
- 2 Tuercas de seguridad.

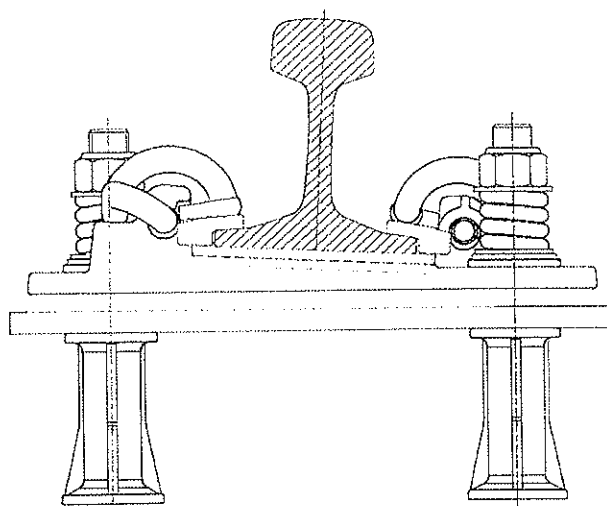
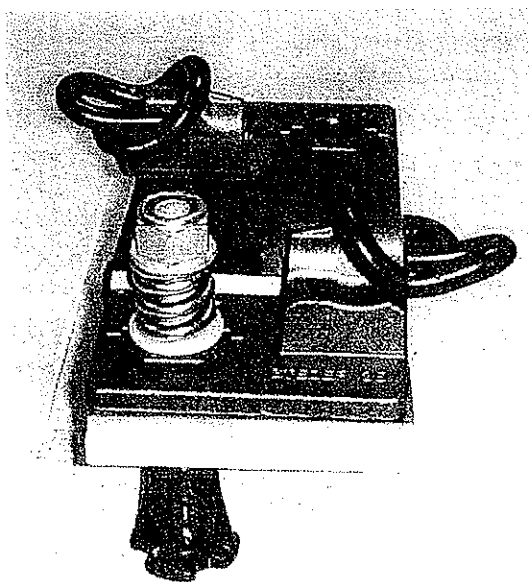


Figura 4. Sujeción DFF/T

El sistema de fijación DSA, ha sido concebido para responder a dos exigencias esenciales:

- Ser la interfase entre riel y base apta para vías muy solicitadas
- Asegurar por su concepción del tipo "Fit & Forget" una garantía de cualidades tanto en la colocación como en el mantenimiento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO MONTAÑESE GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL

Una vía con fuertes solicitaciones, bien sea debido al peso por eje, velocidades o frecuencias de paso, tiene que presentar una flexibilidad a fin de filtrar eficazmente los choques de rueda riel; esta flexibilidad debe, no obstante, ser compatible con un mantenimiento correcto del riel en los planos longitudinales, horizontales y en el rotacional. La fijación DSA cumple con estas funciones por la propia presión que ejerce el clip, por el guiado que presentan sus topes de poliamida y por el dispositivo antivuelco, todo ello asociado a la suela bajo patín de riel.

Un sistema "Fit & Forget" debe asegurar sus funciones sin que haya ninguna duda sobre la capacidad de sus componentes en cumplir esta función. Esto es verdaderamente importante por su propia naturaleza dado que estos tipos de fijaciones no permiten el control a posteriori de los aprietes que están efectuando en el patín del riel.

En la fijación DSA, existe un dispositivo antivuelco que limita el movimiento vertical por lo que se elimina todo el riesgo de una deformación permanente que puede producirse durante las



005674

operaciones de mantenimiento de la vía, y a la vez dispone de una concavidad en su posicionamiento con el inserto que impide su extracción accidental, es necesario una herramienta para su desmontaje.

4.2.2.2 Fijación DSA

El clip está constituido por un acero tratado térmicamente de 18 mm y que tiene la particularidad de estar provisto de una uña que encaja con la placa de fundición, lo que lo convierte en un sistema antivuelco, el contacto entre uña y placa se produce en el caso de una rotación excesiva del riel a causa de algún esfuerzo anormal. Esta rotación queda bloqueada por el dispositivo antivuelco lo que asegura el mantenimiento de todas sus características, es decir se elimina la posibilidad que la fijación sufra una deformación permanente ya que no puede sobre pasar su límite elástico.

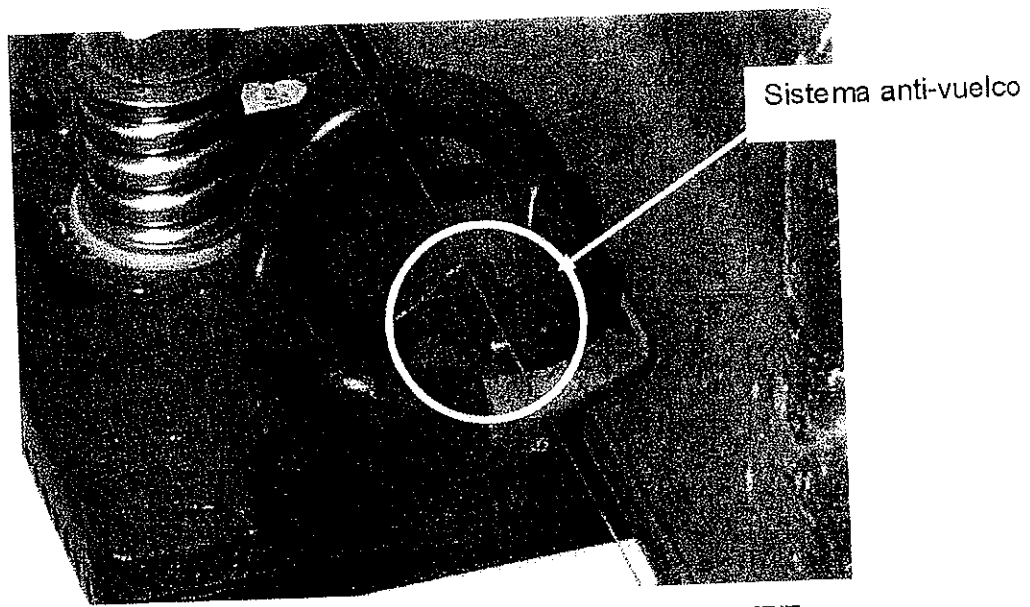


Figura 5. Clip DSA para la sujeción DFF/T

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALTERNATIVAS PARA LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
INICIANDO EN 2011

La resistencia al deslizamiento que presentan un par de fijaciones DSA es del orden de 11,06 kN, superior al valor mínimo solicitado; ello se obtiene gracias al elevado coeficiente de rozamiento que presenta la suela con el riel y el tope de poliamida con el patín, todo ello combinado con la presión que efectúan las fijaciones sobre el conjunto: tope — riel — suela.

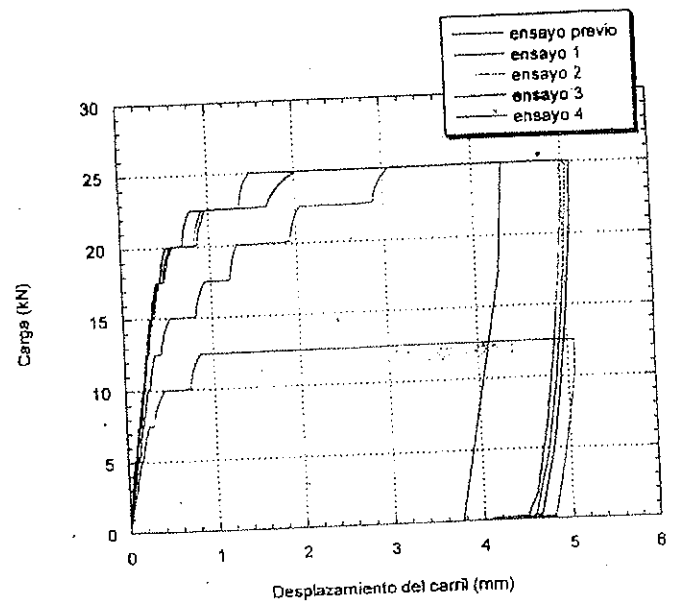


Figura 6. Resistencia al deslizamiento

El contacto rueda riel es el origen de choques de duración y amplitudes diversas que son debidas al paso de las masas rodantes sobre el riel, el cual puede presentar diversos defectos como puede ser desgaste ondulatorio, o bien planos en las ruedas.

Estos impactos pueden afectar a la resistencia de la solera de base, que es donde se encuentran ancladas las fijaciones.


- o El sistema de fijación DSA permite, gracias a su dispositivo antivuelco, la utilización de suelas bajo patín de riel de baja rigidez.
- o Esta baja rigidez asociada a la masa del riel permite un filtraje eficaz de las altas frecuencias vibratorias, es decir los choques antes mencionados; de lo cual resulta una excelente protección de la placa base y de la solera, que a su vez se encuentra salva guardada por el elastómero atenuador.

La fijación DSA, posee un valor de rigidez muy bajo cuando el riel comprime a la suela bajo riel; la variación del esfuerzo de apriete encima del patín del riel es gracias a su curva de deflexión, muy bajo. Este apriete, casi constante, permite mantener las características globales del sistema DSA.

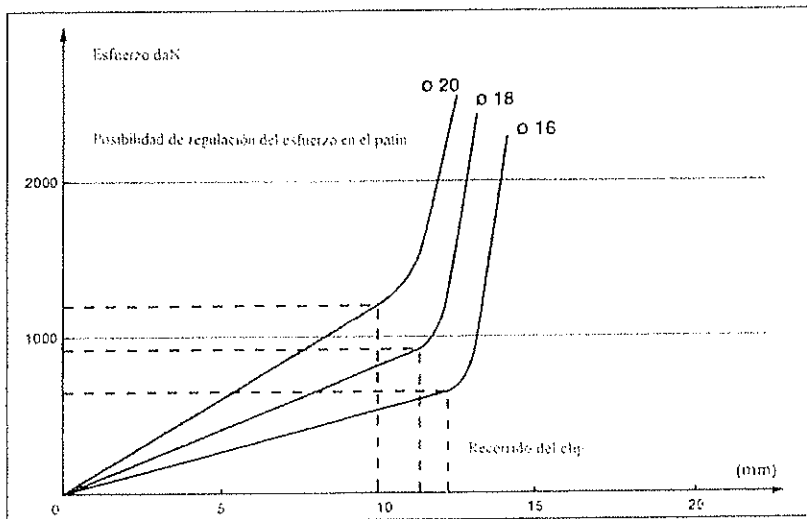
4.2.2.3 Ensayos de fatiga del sistema

Resultados del ensayo:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO HERRERA GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



CARACTERISTICAS DE LOS CLIPS



Después de 3.000.000 de ciclos, el sistema funciona correctamente sin ningún desgaste anormal de sus componentes, (hay que destacar que se ha efectuado el mismo ensayo eliminando el sistema antivuelco y en el mismo se detectó un incremento de los desgastes).

La fijación DSA, tanto en lo que se refiere a ensayos estáticos como dinámicos, cumple perfectamente con las condiciones exigidas a una fijación de altas prestaciones.

Figura 7. Resultados del ensayo de fatiga

El sistema de fijación elástica DSA permite adaptar las características de funcionamiento a las exigencias particulares impuestas por las cargas por eje, tonelaje, trazado, velocidad etc.

El esfuerzo de la fijación sobre el patín, puede ser ajustado eligiendo el diámetro de hilo adecuado; para un esfuerzo de 900 daN por fijación se emplea un hilo de diámetro 18 mm. (Para un esfuerzo de 1.200 daN por fijación se emplea un hilo de diámetro 20 mm).



La altura del tope del dispositivo antivuelco es también variable, pudiéndose elegir un juego predeterminado en el montaje entre clip e inserto; esto garantiza de manera absoluta una limitación de los esfuerzos a los que está sometida la fijación en servicio, adecuándola a las condiciones de explotación de la línea.

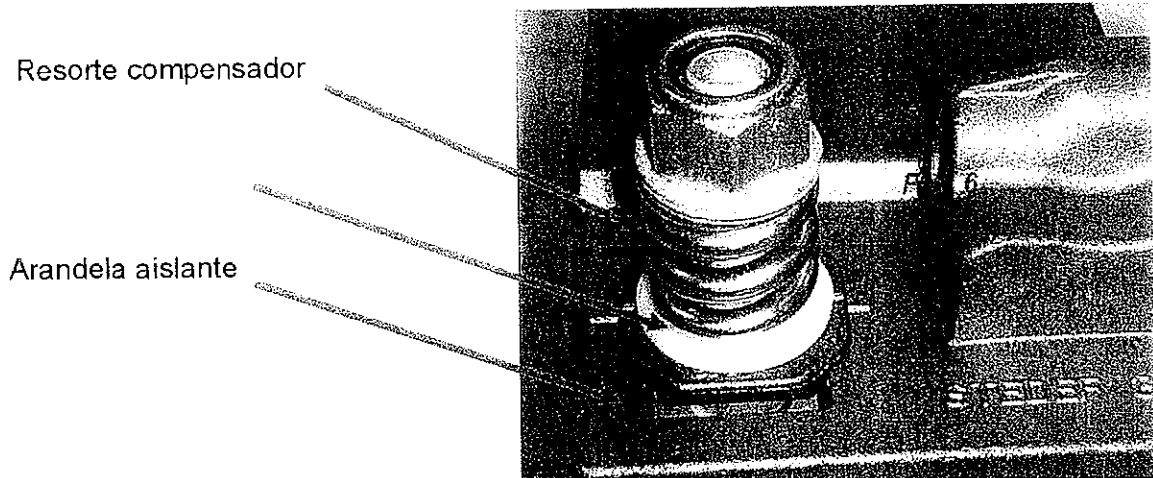
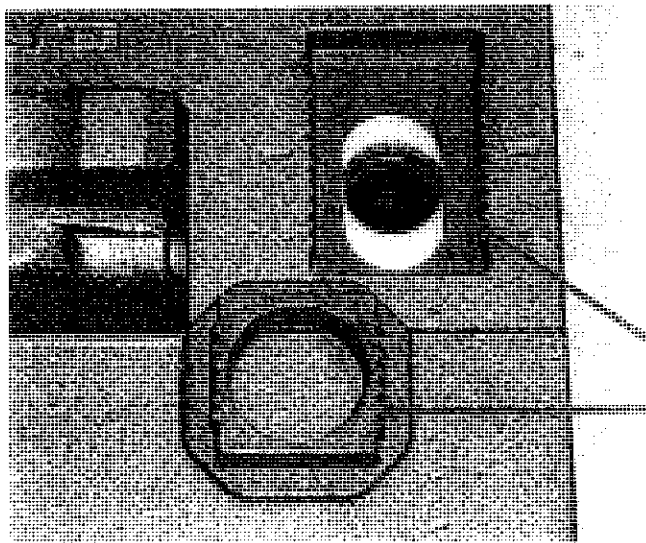


Figura 8. Detalle del resorte compensador

En la figura anterior se muestra la actuación del resorte compensador de las variaciones de altura debidas al comportamiento de la suela atenuadora de vibraciones al paso del tren.




En la figura de la izquierda se observa el dentado del posicionador, a fin de poder efectuar las correcciones de alineación en el caso de ser necesarias debido a defectos de montaje.

Dentado placa base

Dentado posicionador

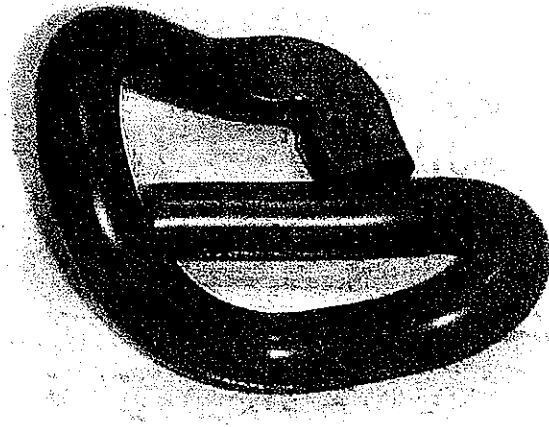
Figura 9. Dentados para correcciones

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 Agencia de Promoción de la Inversión Privada



4.2.2.4 Descripción de los elementos

CLIP DSA



Está formado en acero de calidad 56 Si Cr 7, para conformación en caliente, que ha sido sometido a un tratamiento térmico con un revenido posterior, dejándolo en una dureza de 40 / 44 H RC.

Este clip cumple con toda la normativa CEN y entra dentro de la clasificación de fijaciones elásticas.

Figura 10. Clip DSA

PLACA METÁLICA DE APOYO DEL RIEL

Es de fundición de grafito esferoidal, cumpliendo con la norma UNE-EN 1563 y que corresponde a la calidad EN - GJS - 500 - 7 (EN - JS 1050), cuyas características principales son:

- o Resistencia al cizallamiento 450N/mm
- o Modulo elasticidad (E) 169 GN/mm
- o Resistencia a la compresión 800N/mm
- o Estructura predominante Ferrita — Perlita
- o NT - 02002

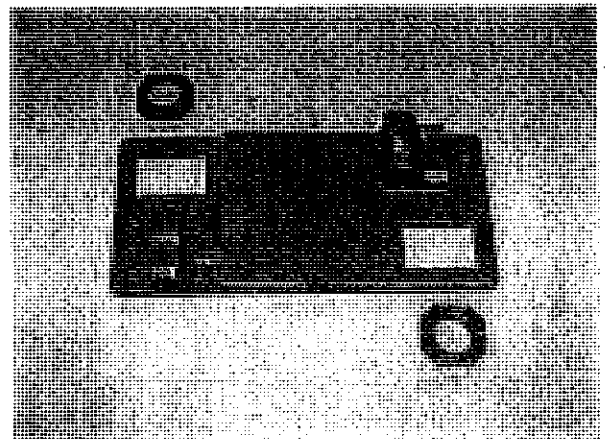
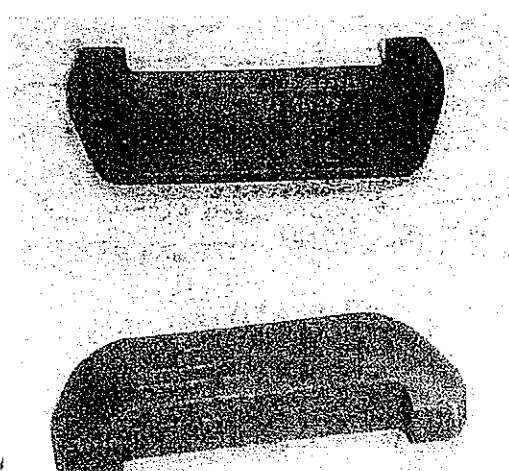


Figura 11. Placa metálica de apoyo


TOPES AISLANTES



Los topes aislantes cumplen con la especificación técnica NT 02003 revisión A.

El material corresponde a una poliamida cargada con fibra de vidrio, siendo los valores de ensayo de dicho material conforme a la normativa: Nf T 51-063; NF T 51-166; NF T 51-071 y 072; NF T 51-049; NF T 51-221; NF T 51-034; NF T 51-001; NF T-035; ISO 2039.2 y Nf C 26-215

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO DE LA ROSA
 RESPONSABLE LOCAL





005678

Figura 12. Topes aislantes

CONJUNTO SUELO ATENUADORA Y SUPLEMENTO

La suela atenuadora está formada por un elastómero de rigidez controlada.

Dicha suela se comprime al paso del tren, trabajando el sistema como el clásico formado por masa resorte.

Este sistema es el que efectúa el filtrado de las vibraciones que genera la rueda riel. Existen diversas rigideces de suela en función de las masas que tienen que circular por la vía, es decir, cada suela es específica al servicio que tiene que prestar.

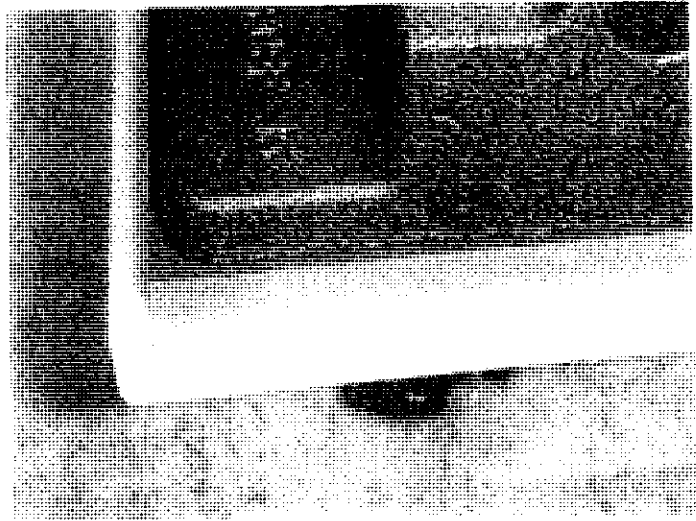


Figura 13. Suela atenuadora

Por lo que respecta a la suela aislante que se utiliza para facilidad del hormigonado, se realiza en poliamida o bien en etileno vinilo acetato.

4.2.2.5 Forma de suministro

Dicha fijación se suministra parcialmente premontada, lo cual evita mucha manipulación en el montaje de la vía, así como las pérdidas de elementos durante el reparto de los materiales. En la fotografía siguiente se refleja la forma de suministro con los elementos que aceptan el premontaje.

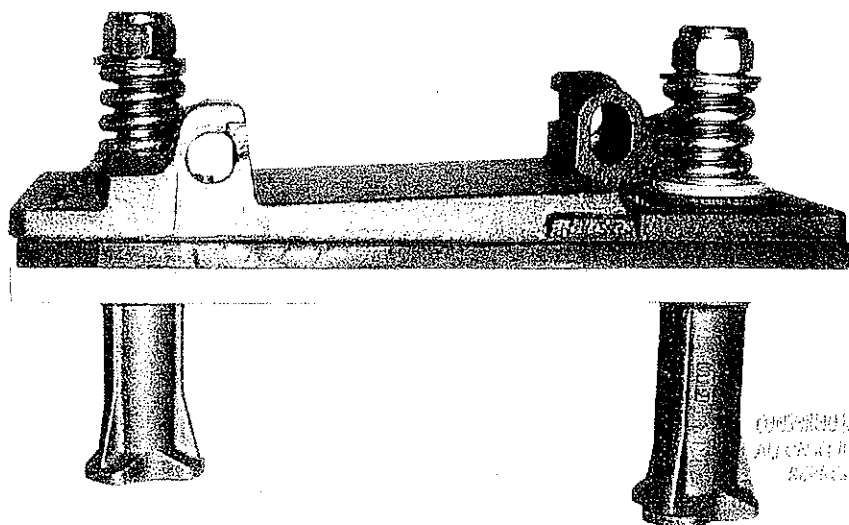


Figura 14. Sujeción DFF/T premontada



005679

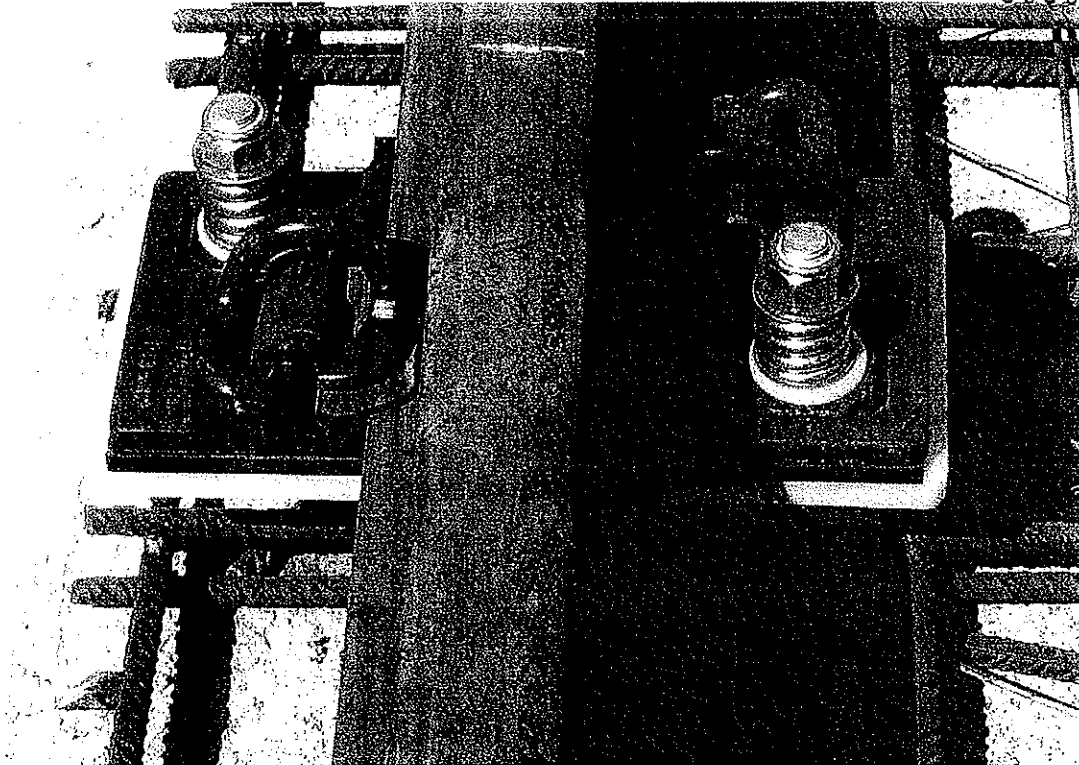


Figura 15. Sujeción DFF/T montada y a punto de verter el hormigón de calado

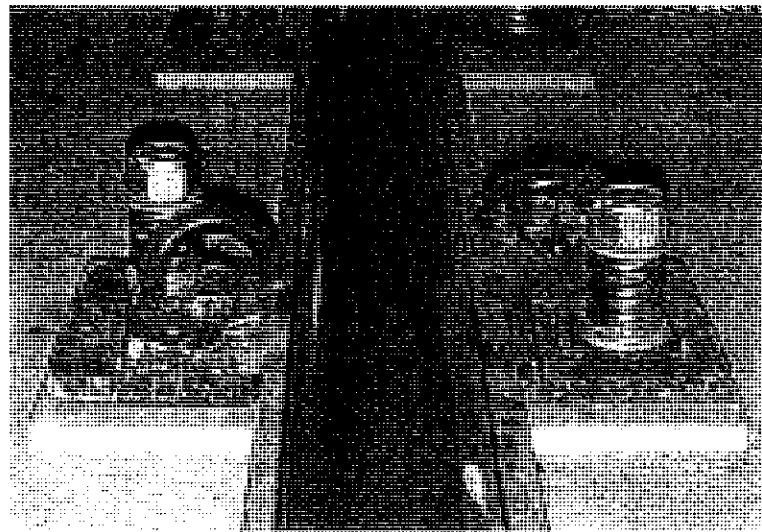


Figura 16. Sujeción DFF/T con el hormigón de calado

REVISADO POR: [Signature]
ING. [Name]
SUPERVISOR GENERAL

X

4.2.3 Sistema de fijación DFF-ADH

005680

4.2.3.1 Descripción

El sistema se basa en:

- o Una placa principal que forma todo un cuerpo y que es en sí misma el elemento elástico.
- o Un sistema de fijación de riel formado por dos clips. Estos pueden ser del tipo SKL con sus correspondientes elementos de tornillería o ajuste o bien puede ser del tipo Pandrol con sus aisladores laterales.
- o Una placa de regulación en la base del conjunto.
- o Un casquillo de ajuste que nos permitirá la corrección de +/- 12 mm de la placa una vez anclada a la solera.
- o Dos insertos de anclaje que, dependiendo del sistema de instalación, pueden cambiar.

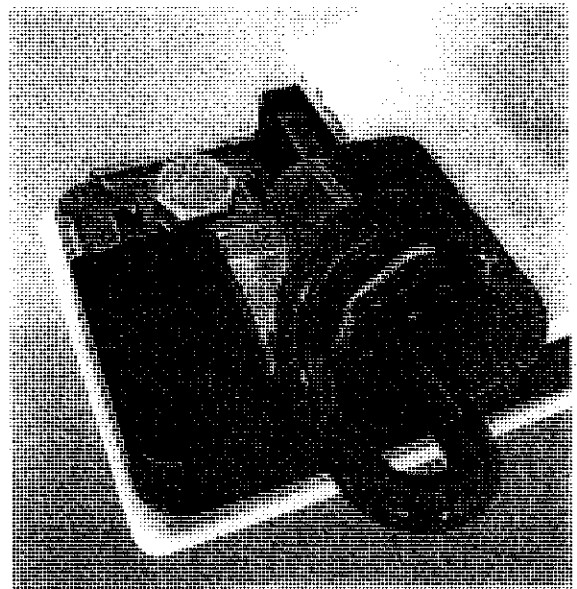
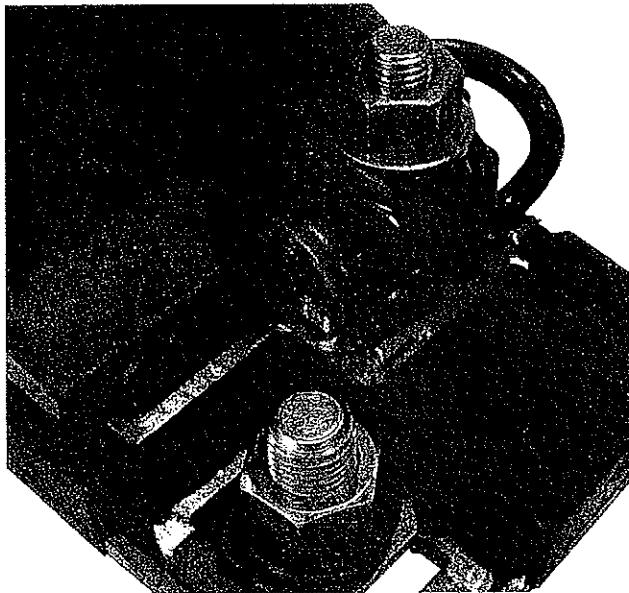


Figura 17. Sujeción DFF-ADH

El sistema se presenta con el clip del tipo SKL-3 para dar continuidad a la vía y reducir el número de fijaciones distintas en las líneas. Esta fijación es acoplable en los aparatos de vía en las zonas conflictivas de los cruzamientos etc. Este clip es de amplia utilización en las redes principales en el centro de Europa. La placa soporte tiene las cavidades necesarias para el alojamiento de los elementos de tornillería necesarios para el ajuste del clip.

El conjunto de fijación DFF/ADH tiene la posibilidad de instalar diferentes tipos de fijación dependiendo de las preferencias de la administración pertinente. En la actualidad sistemas con fijación Pandrol, SKL-1 y SKL-3 están fabricados. En el concepto de esta fijación, el clip pasa a ser un elemento de segundo orden frente al nuevo paso conceptual que representa la vulcanización.

Los sistemas instalados en Estados Unidos han venido utilizando tradicionalmente fijaciones de tipo Pandrol. Esta fijación desde el punto de vista del mantenimiento presenta la ventaja de

no tener que estar pendientes de temas de reapriete, de ahí su denominación "Fit and Forget" (poner y olvidar).

Una de las novedades de esta fijación ha sido prescindir de la elasticidad de la suela bajo patín y trasladarla a una etapa inferior con una superficie de apoyo mucho más grande que la ofrecida por el patín del riel. Esta transformación tiene la finalidad de proteger los sobrecanchos debidos a los esfuerzos laterales generados por el material rodante. Al disponer de más superficie, se ofrece una mayor resistencia a los momentos de torsión a que se ve sometida la fijación.

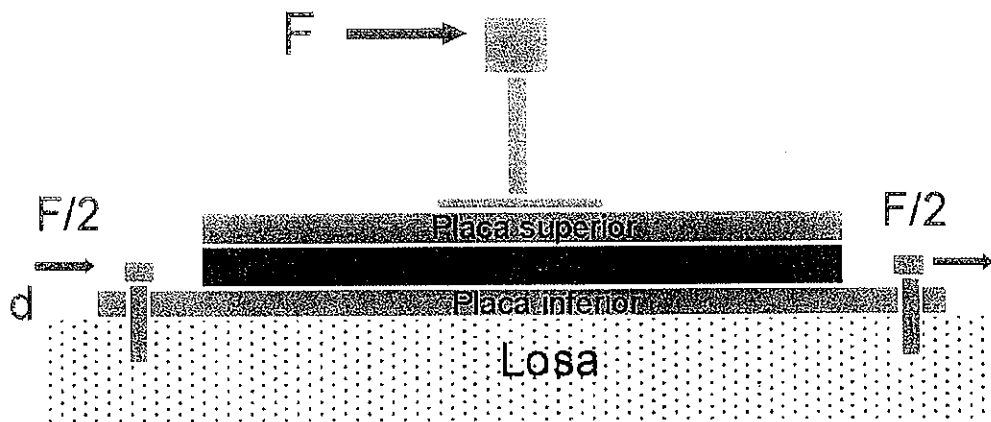


Figura 18. Detalle de las suelas elásticas

Por otra parte, se han eliminado los rozamientos entre piezas metálicas a fin de disminuir los desgastes de los componentes, sustituyendo dichos elementos por un elastómero que adhiere las dos placas que son el corazón de la fijación, como se muestra en la imagen siguiente.

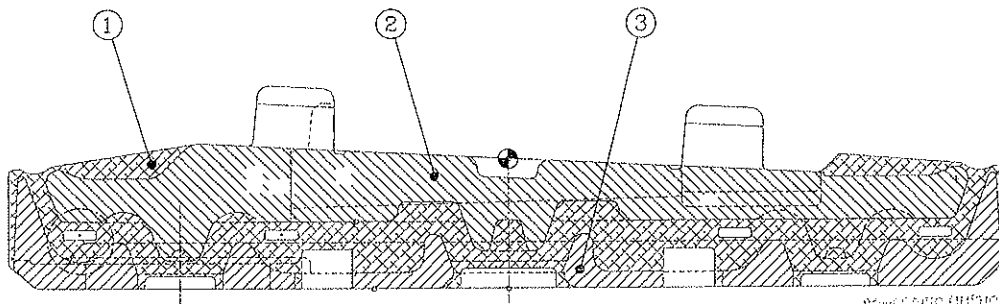



Figura 19. Detalle del elastómero adherizado

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALIADO PROMOTOR DEL CONSORCIO
 INTERES LEGAL



El sistema tal y como ilustra la anterior imagen, ha reducido a la nada los cantos vivos que pudieran provocar, en caso de colapso de la placa por sobreesfuerzos, puntos críticos de rotura. El esfuerzo lateral de la placa superior y su movimiento frente a la placa inferior son absorbidos por el material elastomérico intermedio. El diseño intermedio especialmente estudiado hace que el caucho adherizado trabaje en la mayoría de los casos a compresión. La mayor superficie de las placas en las zonas a adherizar representa un elemento de seguridad dado que los esfuerzos del conjunto son repartidos mucho mejor descargando al sistema de la criticidad que esto pudiera presentar.



El elastómero de la posición nº 2, es el que controla la rigidez del sistema de fijación y la misma en su concepción puede ajustarse a los deseos de la correspondiente Administración mediante la propia mezcla del elastómero o bien mediante los espacios de expansión situados dentro del elastómero.

La placa superior posición nº 3, es la que sujeta al riel mediante los clips elásticos, que pueden ser del tipo "Fit & Forget" o bien atornillados, siendo posible generalmente adaptarse a los que la Administración Ferroviaria tiene normalizados en sus vías.

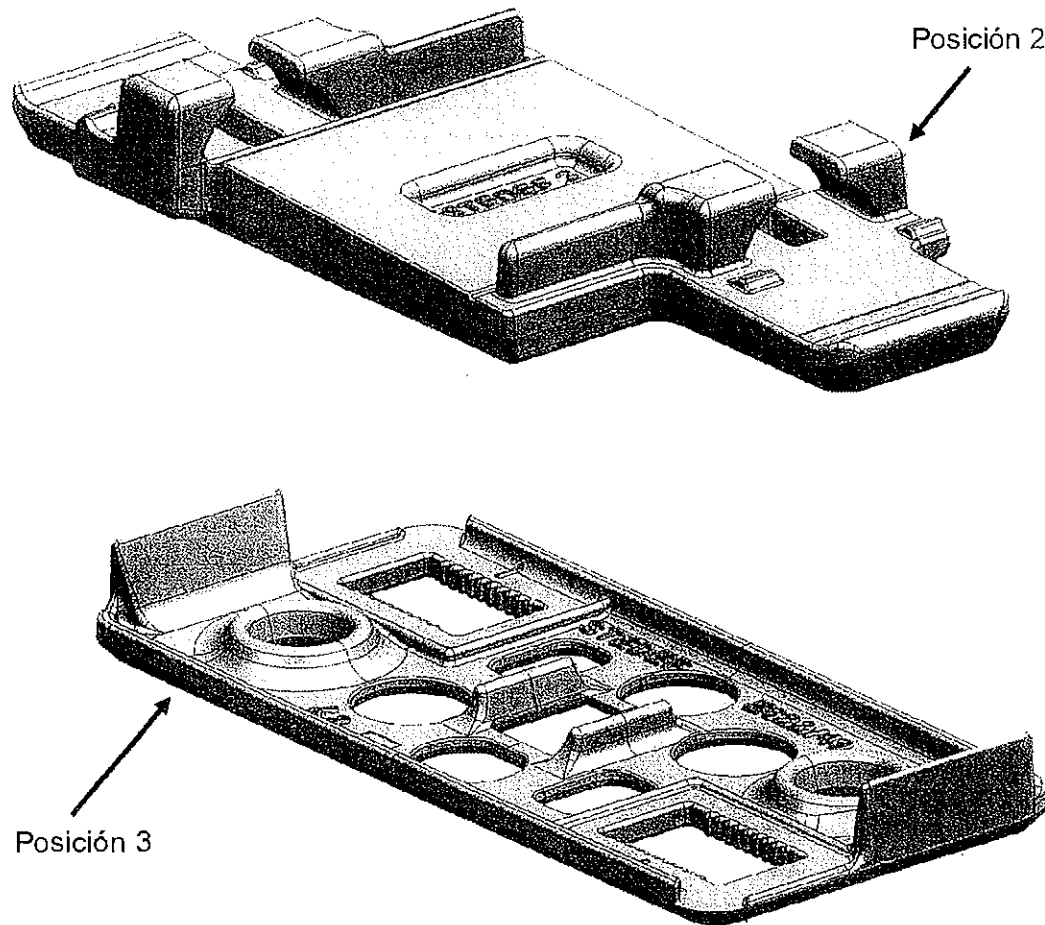


Figura 20. Detalle de las placas superior e inferior

La placa inferior, posición 3, es la que se fija a la solera del túnel en una vía sin balasto o bien a una traviesa en el caso de utilizarla sobre balasto.

El sistema de fijación de la base, es mediante una corredera dentada, en la que encaja una arandela dentada cuadrada que permite la regulación lateral en el caso de que durante el hormigonado se hubiera efectuado algún error en la alineación.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ADMINISTRACIÓN DEL METRO DE LIMA
 INGENIERÍA DE VÍAS



En la figura siguiente se puede observar el sistema de regulación:

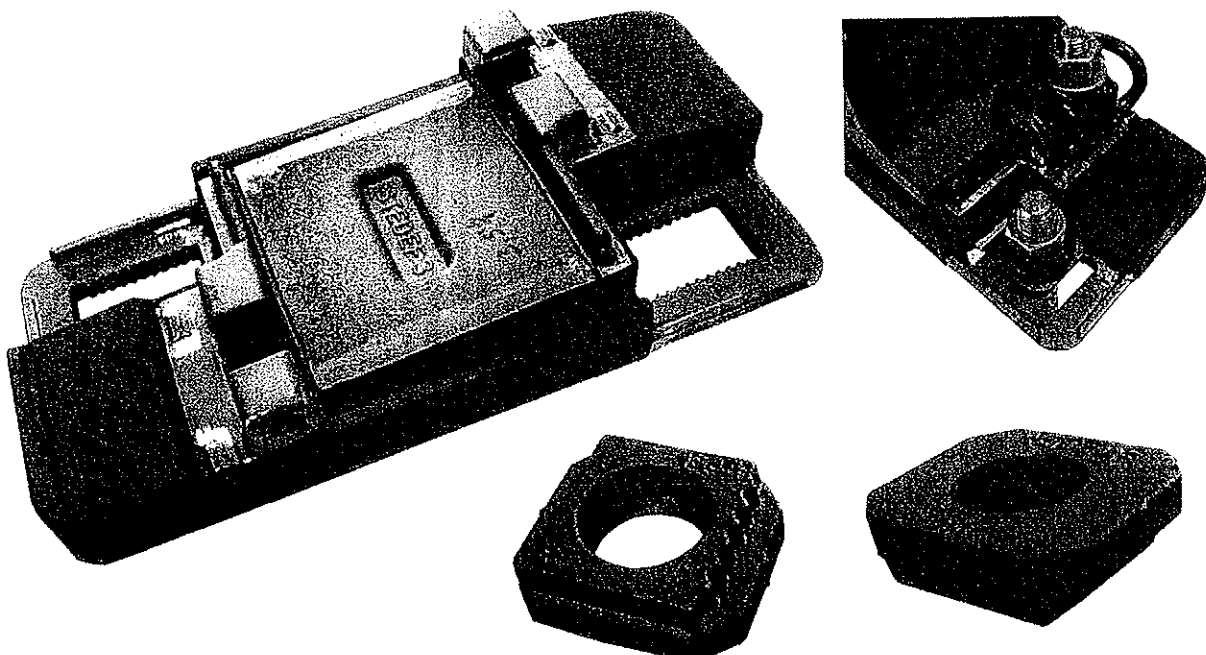


Figura 21. Detalle del sistema de regulación

Modificando la posición de la arandela dentada dentro de la placa base una vez el anclaje está fijado, se modifica la posición de la placa, con lo cual en caso necesario se pueden corregir los defectos de nivelación. La corrección se realiza moviendo esta pieza lateralmente de 3 en 3 milímetros. El total del movimiento para la placa en alineación es de +/-12 milímetros.

Solidarios a este conjunto se encuentran los elementos de tornillería que dependiendo del tipo de instalación puede variar. Para el sistema de colocación directa se utiliza un casquillo o inserto metálico que queda embebido dentro del hormigón. Este inserto roscado permite la recuperación de la fijación y de sus elementos de anclaje si fuera necesario.

Por otro lado y como complemento al montaje de hormigonado directo se tiene el perno para anclaje con resina. Este elemento presenta una superficie especialmente diseñada para ofrecer más resistencia a la tracción pero al mismo tiempo ser lo más pequeño posible para que el diámetro del agujero a realizar y el volumen de resina a instalar, sean los mínimos.



005684

En las figuras siguientes se representan dos fijaciones DFF-ADH:

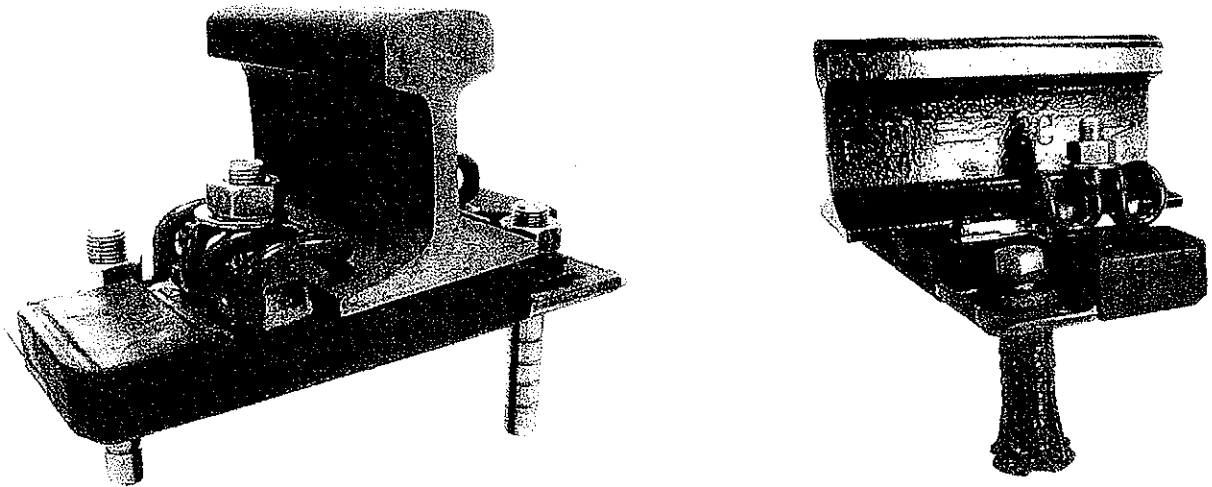


Figura 22. Sujeciones DFF-ADH con tornillería

4.2.3.2 Sistema de montaje

El anclaje a la solera de hormigón, puede ser de dos concepciones distintas en función del sistema de montaje.

Cuando se utiliza el sistema de montaje "Top and Down", que consiste en montar completamente la fijación al riel, suspender el riel de las falsas traviesas, nivelando el mismo con apoyos en la solera del túnel, se utiliza un inserto de fundición, el cual también está sólidamente montado en la fijación. Una vez se ha comprobado la correcta alineación y nivelación de la vía se vierte el hormigón de calado.

Este es el sistema en que queda la vía completamente terminada y en tolerancias más exactas.

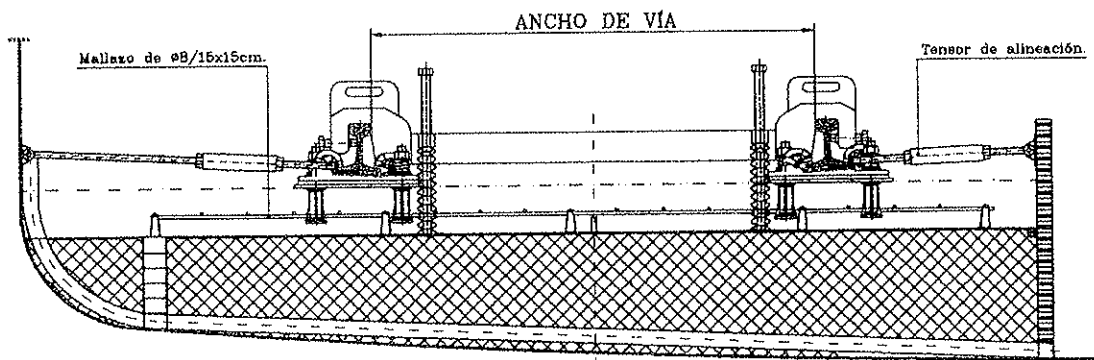
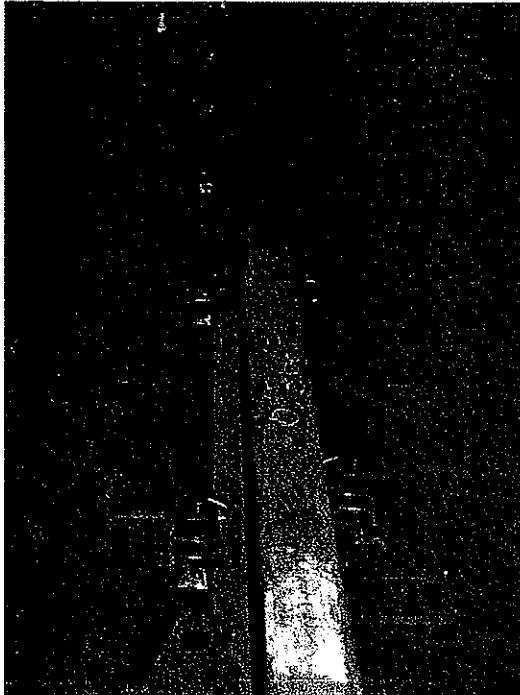


Figura 23. Montaje de vía Top and Down

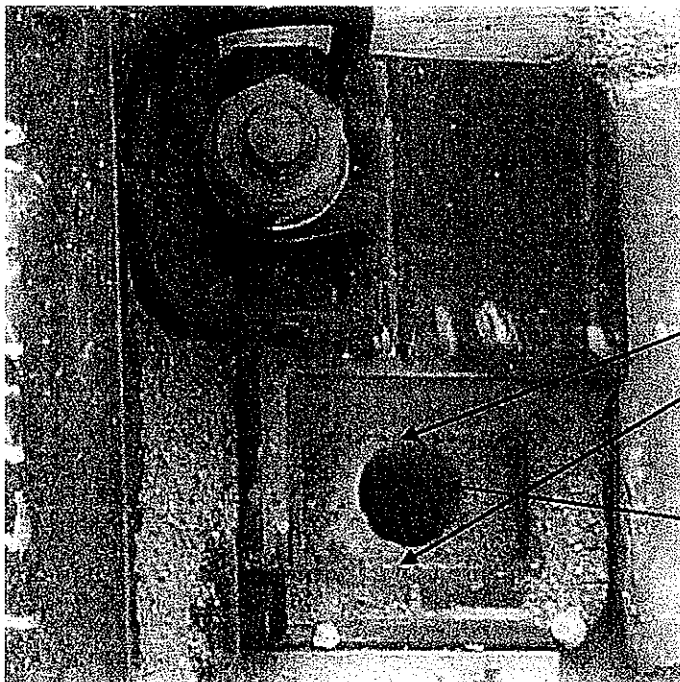
El otro sistema, es completamente al revés, se empieza por la parte inferior y se termina con la alineación y nivelación del riel.



Primero se construye la losa con la mayor precisión posible a fin de evitar irregularidades que nos puedan afectar a la hora de regular las placas. Una vez realizada esta operación se colocará la vía en su correcta posición con las placas colgando de los rieles y enganchadas por las fijaciones. Las placas tal y como muestran las imágenes no llevarán los elementos de inserción en la solera. Esto es debido a que por el agujero dentado que soporta la arandela de regulación, se practicarán los taladros.

Figura 24. Montaje finalizado

Dado que el taladro será de un diámetro bastante ajustado al diámetro interior del orificio de regulación de la placa, se optará por un tipo de perno que permita cierta holgura con el orificio taladrado.



Limitación broca

Orificio del taladro

Figura 25. Montaje finalizado

005686

Finalmente se colocan los pernos de anclaje que irán fijados con resinas. Una vez realizada esta operación se procederá al asiento definitivo de la vía por medio de calces que se colocarán debajo del conjunto de fijación. Como se puede apreciar, este método es muy complicado y solo se recomienda en situaciones en las que otra ingeniería de montaje sea del todo imposible tal como correcciones severas de alineación (más de 12 mm) o rotura de las placas por acción de las ruedas en un descarrilo.

En las figuras siguientes se reflejan los dos tipos de anclaje que se utilizan en la actualidad.

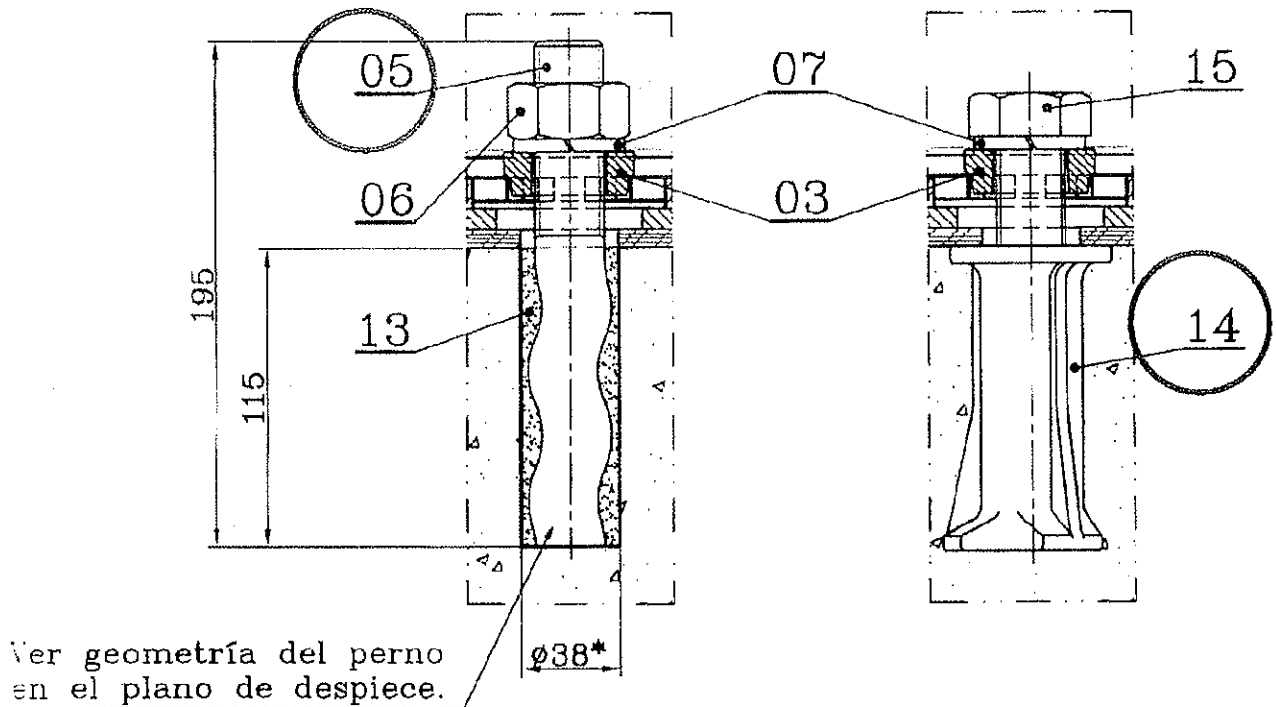
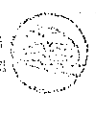


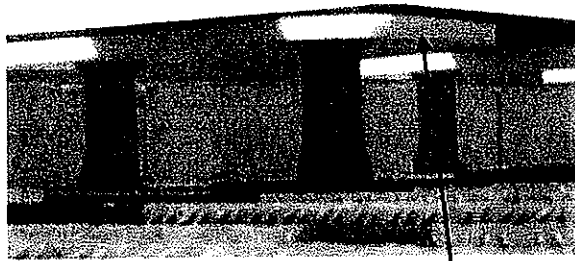
Figura 26. Detalle de los anclajes

El anclaje de la posición 14, se emplea en los montajes "Top & Down" y el anclaje de la posición 05 se emplea cuando se taladra la losa.

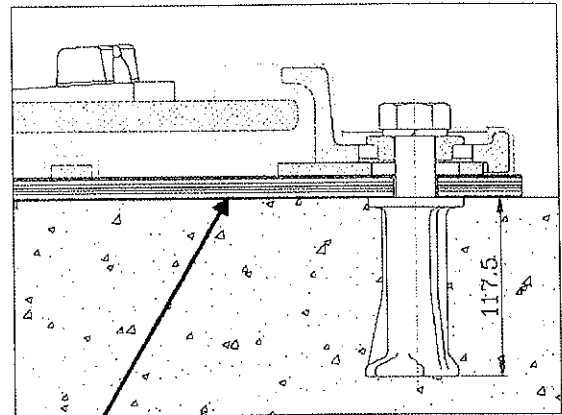
Por lo que respecta a la **nivelación del riel** y poder tener la posibilidad de ajuste, debajo del sistema de fijación DFF/ADH, se coloca una placa plástica de 10 a 15 mm cuya finalidad es poder sustituir la misma por otra placa de distinto espesor a fin de disponer de estos 15 mm para poder ajustar la nivelación en el caso de errores en el hormigonado. En las figuras siguientes se refleja la colocación intermedia de la placa entre los anclajes y la fijación

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALICIA GARCÍA SANCHEZ
 10/10/2014 10:00 AM





Antes de verter el hormigón de calado



Detalle placa plástica

Placa plástica intermedia de regulación

Por lo que respecta a la propia fijación del riel, tal y como se ha comentado, se puede utilizar las clásicas fijaciones "Fit & Forget" del tipo Pandrol o bien los clips Skl-1 y Skl-3, que tienen normalizados la mayoría de las Administraciones ferroviarias.

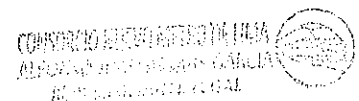


Figura 27. Ejemplo de vía en funcionamiento

4.2.3.3 Ensayos

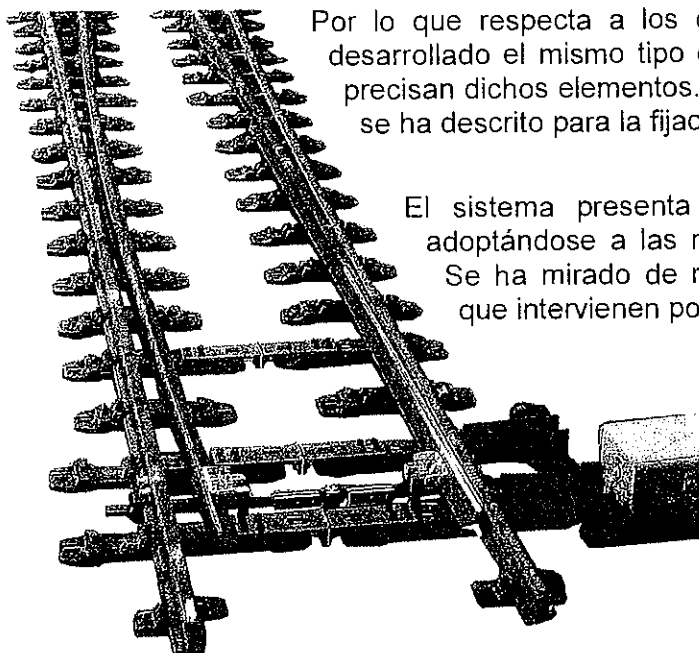
La fijación DFF/ADH, ha sido ampliamente ensayada, siguiendo los criterios de las normativas asiáticas y normativas Europeas CEN a completa satisfacción.

Los ensayos CEN demostraron lo que los modelos matemáticos habían pronosticado. La placa tras varios millones de ciclos respondió perfectamente. Pasados los ensayos y para confirmar las ventajas del diseño interior de la zona adherizada, las placas fueron cortadas, comprobando que el material elastómero había soportado sin dificultades los esfuerzos.





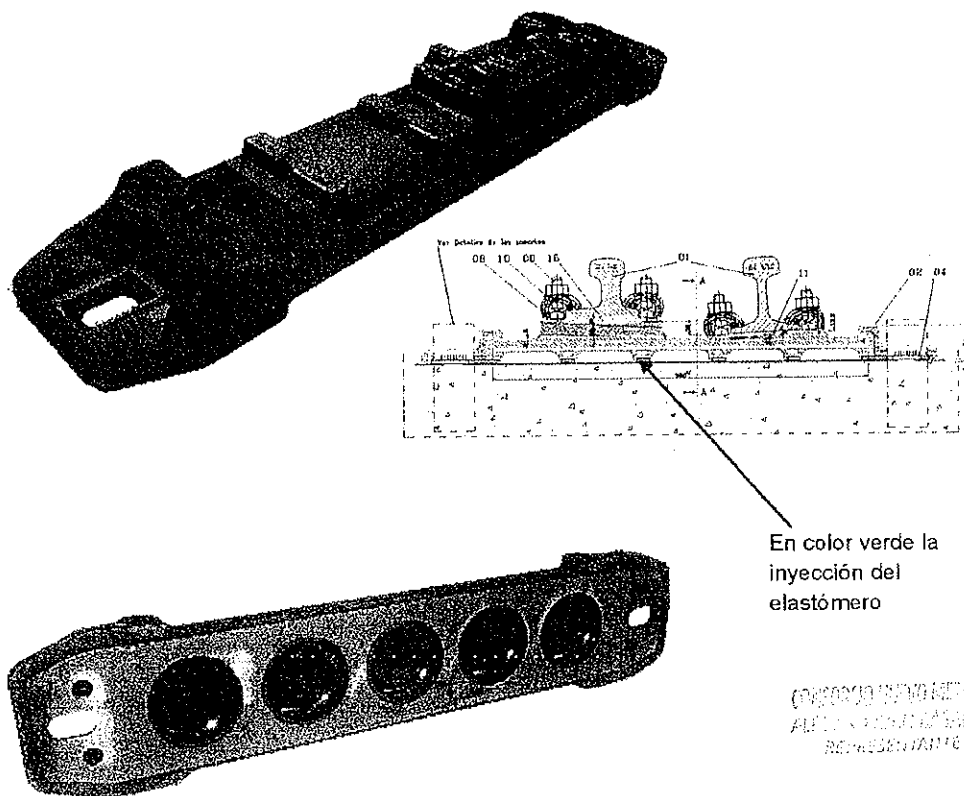
4.2.3.4 *Cambiadores de vía*



Por lo que respecta a los cambiadores o aparatos de vía, se ha desarrollado el mismo tipo de fijación adaptada a la geometría que precisan dichos elementos. La filosofía de la fijación es la misma que se ha descrito para la fijación de la vía principal.

El sistema presenta una continuidad con la vía principal adoptándose a las necesidades de la geometría el aparato. Se ha mirado de reducir al máximo la cantidad de placas que intervienen por aparato.

Figura 28. Cambiavías con fijaciones adherizadas



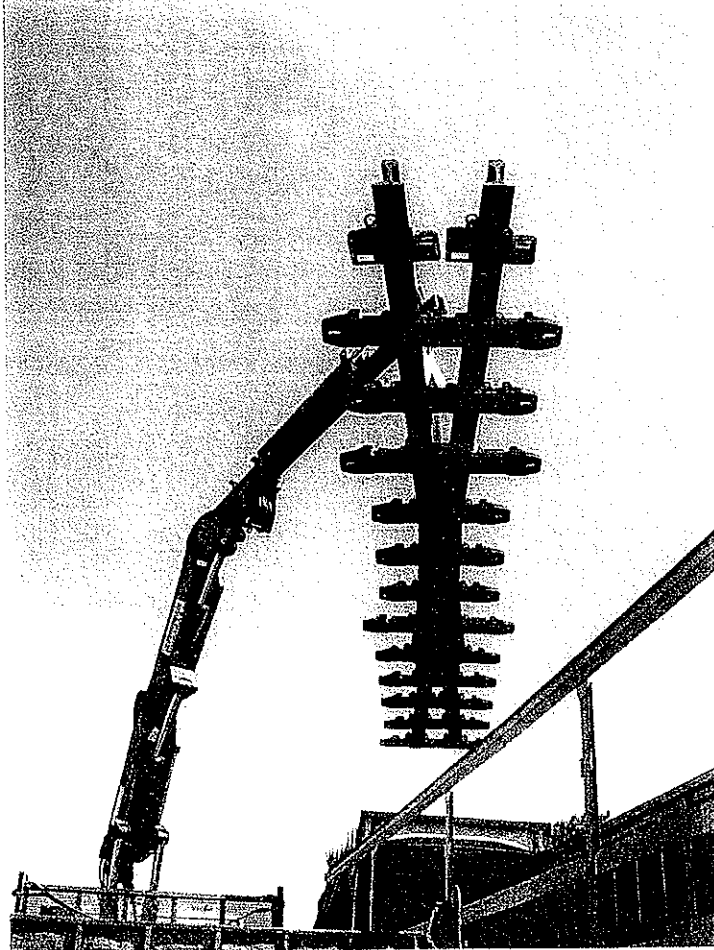
En color verde la inyección del elastómero

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALTA VELOCIDAD S.A. S.R.L.
 REPRESENTANTE LEGAL

Figura 29. Sujeciones DFF-ADH para cambiavías



Cada placa está adaptada a la rigidez que se exige mediante las cavidades inferiores, las cuales permiten la expansión del elastómero que es lo que controla la rigidez de la placa.



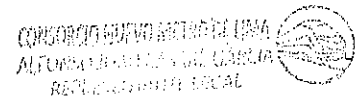
La fijación DFF/ADH, puede diseñarse para cualquier solicitud de carga, velocidad y frecuencia, adaptándose a la geometría que precise el aparato de vía: tangente, radio, etc...

Una de las ventajas del sistema respecto a los aparatos de vía es la premontabilidad. El aparato de vía viene desde fábrica premontado por lo que la instalación se facilita. Al mismo tiempo las pérdidas de materiales se anulan totalmente. En el transporte ya vienen los rieles con las placas instaladas con lo que el montaje se reduce a la instalación de las falsas traviesas, posterior nivelación y alineación y, por último, hormigonado y realización de soldaduras.

En condiciones normales la instalación de un aparato de vía de estas características se puede reducir entre un 60 y un 40 % el tiempo de descarga y montaje.

Figura 30. Descarga de un cambiavías

4.2.3.5 Ventajas del sistema



El desarrollo de este sistema de fijación ha venido como consecuencia de las necesidades de las administraciones de tener más horas de servicio y menos de mantenimiento. Este factor ha determinado la filosofía de la fijación de manera definitiva. Se buscó un elemento de fácil transporte, es decir de poco peso, que pudiera ser premontable y que en una posible anomalía en la vía se pudiera cambiar con el menor número posible de elementos auxiliares de transporte y de instalación. Todos estos parámetros han sido logrados gracias al sistema de placa DFF/ADH.

El peso de la placa es de unos 18 Kg en el caso estándar y de 50 Kg en caso de la placa de aparato de vía más grande. Esto hace que las placas estándar sean perfectamente manipulable por incluso una persona. La otra gran ventaja del sistema reside en su polivalencia de montaje. El sistema de hormigonado directo es el más recomendable, pero el sistema de instalación "bottom up" o por taladrado permite colocar la fijación en prácticamente cualquier instalación en funcionamiento. Este montaje se realizará con el mínimo de



maquinaria y en cualquier lugar y con cualquier espesor de losa, incluso en construcciones como viaductos y puentes.

La operativa de cambio de placa es bien sencilla y se resumiría en:

- o Desclavamiento de las fijaciones
- o Elevación del riel con gatos
- o Colocación contigua a la placa a sustituir, de la nueva placa
- o Bajada de la vía
- o Clavado de clips
- o Taladrado de la solera
- o Relleno de resina del orificio.
- o Instalación de los pernos de anclaje
- o Curado.

Esta operativa es realizable en el tiempo de suspensión normal del servicio con rendimientos interesantes.

Por otro lado, esta solución permite, ya en la fase de diseño, reducir espesores de hormigón o volumen en túneles o pasos elevados.

Todos estos costes indirectos (volúmenes de hormigón más reducidos, disminución de pérdidas de materiales, disminución de costes en maquinaria auxiliar, disminución en mano de obra, ganancia de gálbo, rápida sustitución del sistema en caso de rotura, etc...) permite afirmar que esta fijación ha dado solución a los retos que las administraciones planteaban.

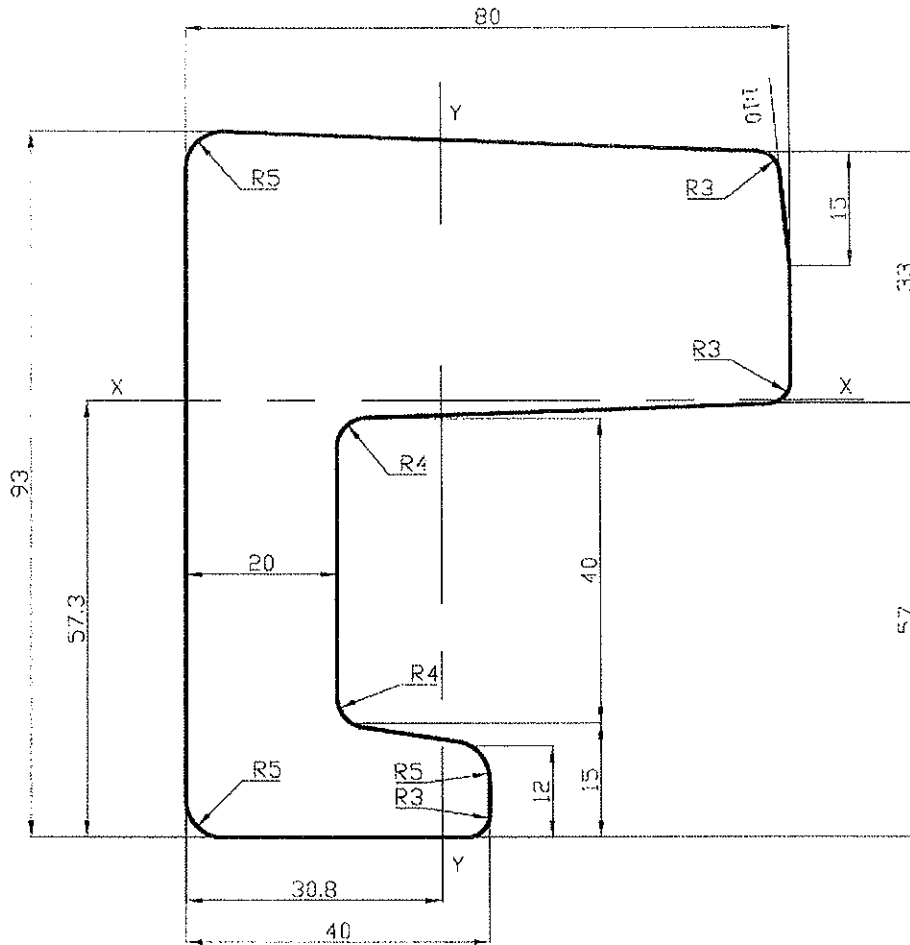
Todo esto además es de extrema importancia cuando estamos hablando de aparatos de vía.

Paralelas a estas ventajas se tiene la alta atenuación de vibraciones y la protección anticorrosivo extra que representa el adherizado de caucho.

En la actualidad esta tecnología está funcionando en administraciones como New York City Transit Authority (NYCTA), (L.A.M.T.A.) Los Angeles Mass Transity Authority, Baltimore MTA, Metro San Diego, Toronto Transit y Taiwan.

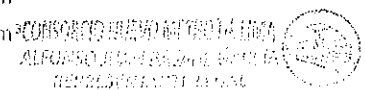
4.3 CONTRARRIELES

Se ha previsto instalar contrarrieles del tipo 33C1 en las curvas de radio $R < 300$ m, para evitar descarrilamientos y garantizar la seguridad. El contrarriel se instalará en el interior del riel interno de la curva.



Mass / Masa		32,99 kg/m
Area / Área		42,02 cm ²
Moment of inertia / Momento de inercia	X-X	297,0 cm ⁴
	Y-Y	218,8 cm ⁴
Section modulus / Módulo de sección	X-X Head / Cabeza	83,7 cm ³
	X-X Base / Pie	51,8 cm ³
	Y-Y Axis / Eje	71,2 cm ³
	Y-Y Right / Derecha	44,4 cm ³

Figura 31. Geometría del contrarriel 33C1





El contrarriel se fija a la losa de hormigón mediante unos soportes metálicos colocados cada 60 cm, como puede observarse en la siguiente figura:

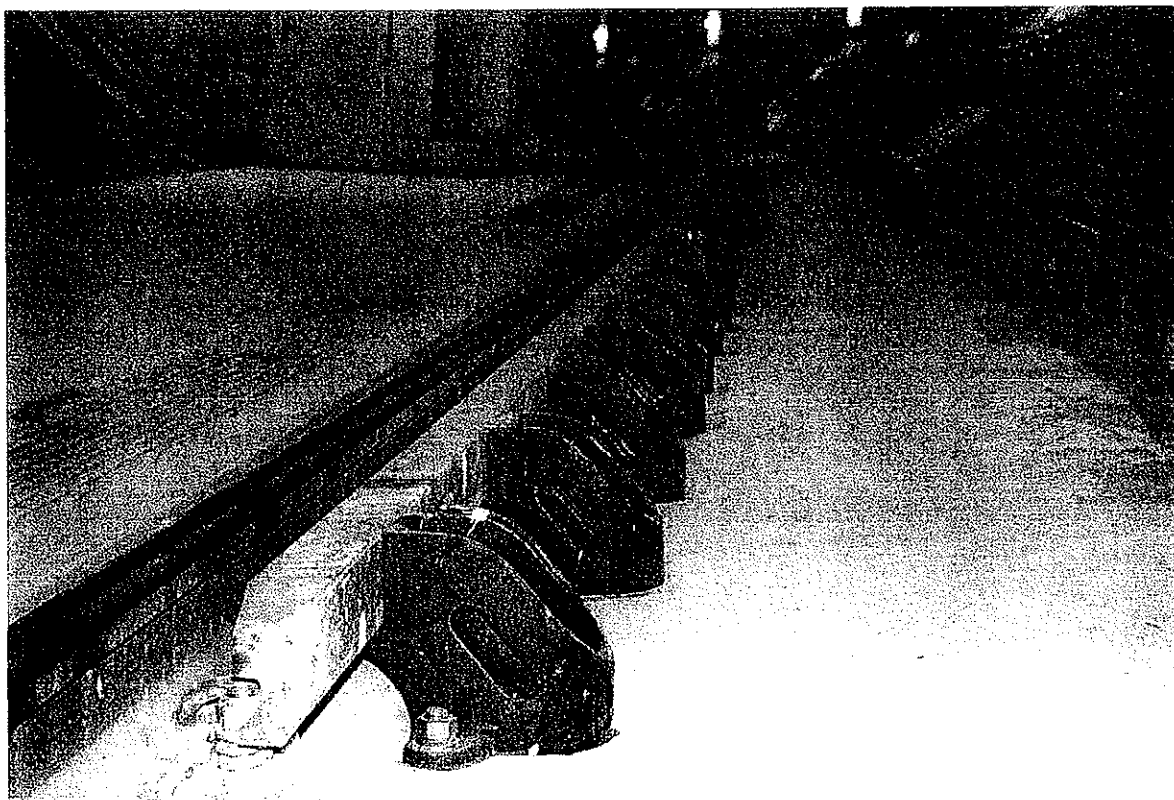


Figura 32. Soportes metálicos del contrarriel 33C1

En la siguiente tabla se incluyen las curvas en las que se ha previsto la instalación del contrarriel.

Línea	Radio (m)	PK Inicio	PK Final	Longitud (m)
Línea 2	280	7+074,869	7+237,947	163,078
Línea 2	280	7+327,947	7+713,336	385,389

Tabla 4-1. Ubicación de contrarriel

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO BARRERA SANCHEZ
 REPRESENTANTE LEGAL



4.4 CAMBIAVÍAS

Los desvíos que se disponen en ambas líneas, son de radio $R=500$ m y $Tg=1:12$, que permiten una velocidad por vía desviada de 65 km/h. A partir de este desvío se componen los tres tipos de aparatos que hay en ambas líneas:

- Desvío simple: Está compuesta por un único desvío. Se disponen en los puntos de inicio y final de las terceras vías y en los puntos de inicio de las vías de acceso a cocheras. La longitud total del desvío es de 41,594 m.

A continuación se incluye un esquema de la geometría del desvío:

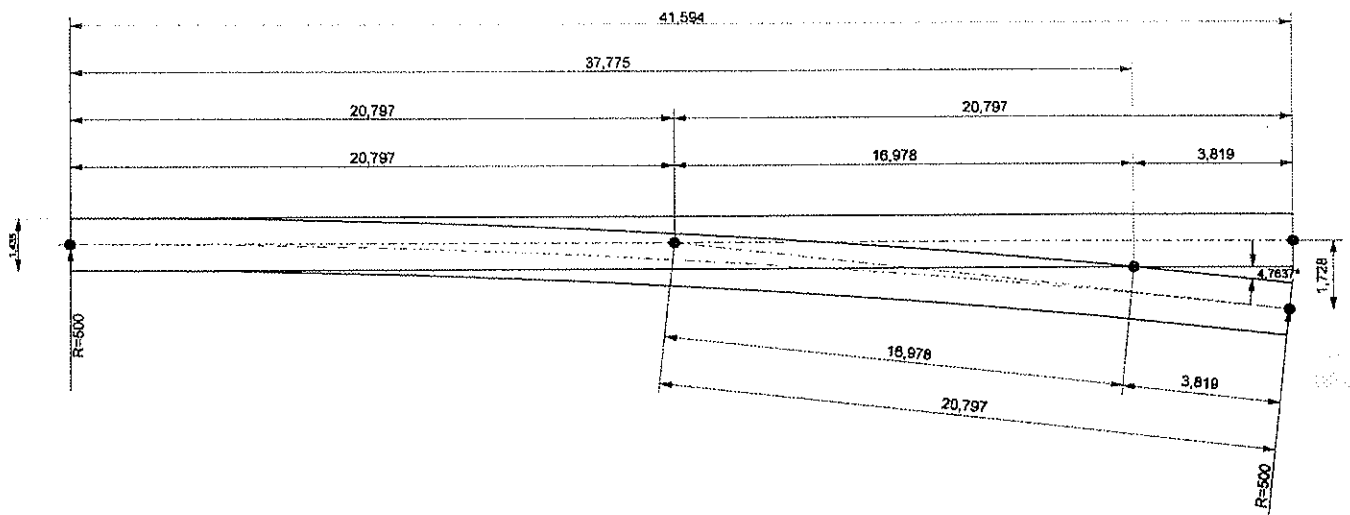


Figura 33. Geometría del desvío simple

- Diagonal simple: Está compuesta por dos desvíos y sirve para el cambio de una vía a otra. La longitud total de la diagonal es de 87,195 m.

A continuación se incluye un esquema de la geometría de la diagonal simple:

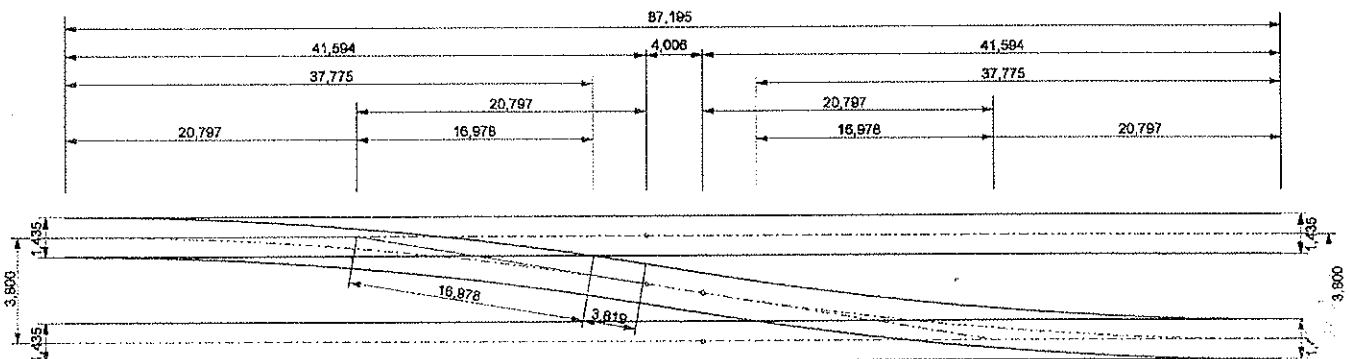


Figura 34. Geometría de la diagonal simple

- o **Doble diagonal (Bretelles):** Está compuesta por dos desvíos y sirve para el cambio desde cualquiera de las dos vías a la otra, reduciendo a la mitad la longitud que se necesitaría si dispusiesen dos diagonales simples consecutivas. La longitud total de la doble diagonal es de 87,195 m.

A continuación se incluye un esquema de la geometría de la diagonal doble:

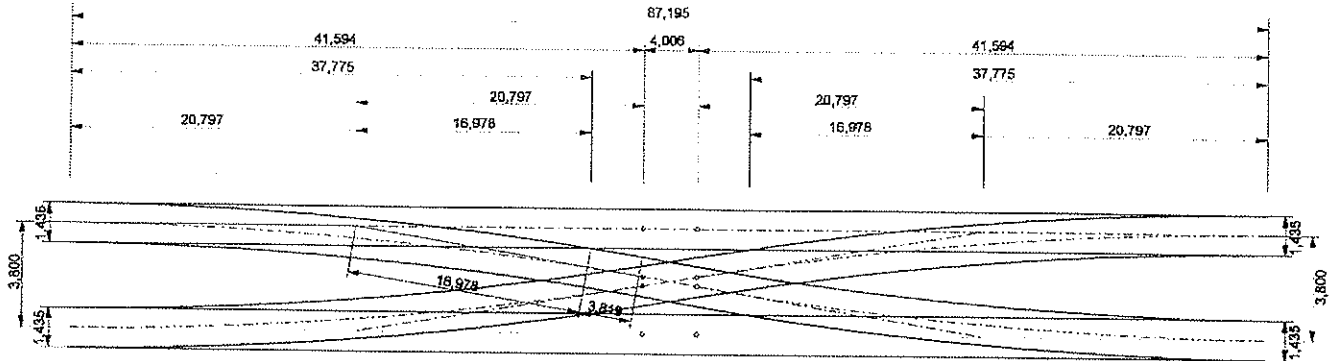


Figura 35. Geometría de la diagonal doble

Se incluye a continuación una tabla con todos los cambiadores de vía incluidos en el trazado de ambas líneas:

Línea 2	Diagonal doble	0+600,714	0+687,909
Línea 2	Diagonal simple	2+045,921	2+133,166
Línea 2	Diagonal doble	4+739,003	4+826,198
Línea 2	Diagonal simple	5+031,571	5+118,767
Línea 2	Desvío	5+461,790	-
Línea 2	Desvío	-	5+913,381
Línea 2	Diagonal simple	6+434,687	6+521,883
Línea 2	Diagonal doble	7+927,913	8+015,108
Línea 2	Diagonal simple	10+229,085	10+316,280
Línea 2	Desvío	10+512,676	-
Línea 2	Desvío	-	10+964,267
Línea 2	Diagonal simple	11+066,286	11+153,482
Línea 2	Diagonal simple	11+451,319	11+538,514
Línea 2	Diagonal simple	14+673,258	14+760,454
Línea 2	Diagonal simple	14+970,620	15+057,815
Línea 2	Diagonal simple	16+771,700	16+858,895


Línea 2	Desvío	17+803,315	-
Línea 2	Desvío	-	18+260,904
Línea 2	Diagonal simple	19+496,718	19+583,913
Línea 2	Diagonal doble	20+267,645	20+354,840
Línea 2	Diagonal doble	20+556,174	20+646,369
Línea 2	Diagonal simple	22+554,255	22+641,451
Línea 2	Diagonal simple	23+127,684	23+214,879
Línea 2	Desvío	23+240,248	-
Línea 2	Desvío	-	23+749,992
Línea 2	Diagonal simple	24+084,659	24+171,854
Línea 2	Diagonal simple	24+371,446	24+458,642
Línea 2	Diagonal simple	25+479,964	25+567,159
Línea 2	Diagonal doble	26+241,565	26+328,760
Línea 4	Diagonal doble	0+489,202	0+576,398
Línea 4	Diagonal simple	2+129,202	2+216,398
Línea 4	Desvío	2+309,202	-
Línea 4	Desvío	-	2+740,798
Línea 4	Diagonal simple	2+800,202	2+887,398
Línea 4	Diagonal simple	4+059,202	4+146,398
Línea 4	Diagonal doble	6+964,202	7+051,398

Tabla 4-2. Ubicación de cambiavías

En las colas de maniobra se han dispuesto dobles diagonales de $R=170$ m y $Tg=1:8$ que permiten velocidad de paso por vía desviada de 38 km/h:

- o Doble diagonal (Bretelles): Está compuesta por dos desvíos y sirve para el cambio desde cualquiera de las dos vías a la otra, reduciendo a la mitad la longitud que se necesitaría si dispusiesen dos diagonales simples consecutivas. La longitud total de la doble diagonal es de 51,568 m.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALICIA DEL PUERTO, 1000, LIMA
 TEL: 011 476 0000



A continuación se incluye un esquema de la geometría de la diagonal doble de radio 170 y tg 1:18:

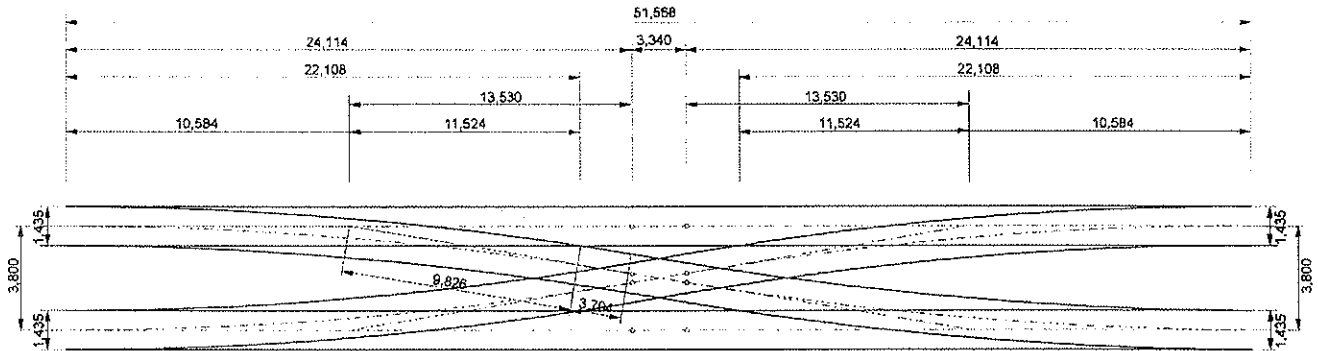


Figura 35. Geometría de la diagonal doble en colas de maniobra

Se incluye a continuación una tabla con todos los dobles diagonales en colas de maniobra incluidas en el trazado de ambas líneas:

Línea 2	Diagonal doble	0+302,260	0+353,830
Línea 2	Diagonal doble	26+759,930	26+811,500
Línea 4	Diagonal doble	0+345,422	0+396,990
Línea 4	Diagonal doble	7+400,694	7+452,262

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALVARO HURTADO
 INGENIERO CIVIL



5 EJECUCIÓN DE LA VÍA EN PLACA

5.1 FASES DE LA COLOCACIÓN DE LA VÍA

Los pasos para la colocación de la vía sobre hormigón en túnel o entre andenes se efectuará de la siguiente forma:

- Topografía: Replanteo en planta y alzado del eje de vía.
- Ensamblaje de la vía: Montaje de la vía y realización de las soldaduras de unión.
- Ajuste y hormigonado de la vía.
- Posible construcción de paredes laterales o longitudinales como parte preliminar del hormigonado.
- Hormigonado.
- Operaciones finales.

Para la construcción de la vía en placa, se dispondrá de acopios de cemento, agregados y acero de armadura en cantidades para 3 meses de trabajo, para evitar retrasos. Estos materiales se ubicarán en una parcela que garantice un correcto asilamiento frente a eventuales fenómenos meteorológicos.

5.2 AJUSTE TOPOGRÁFICO DE LA VÍA

5.2.1 Consideración previa

El montaje es una operación crucial para el funcionamiento de una vía hormigonada.

Para asegurar que su realización no va a dar problemas en el futuro se debe hacer una alineación y nivelación lo más exacta posible.

5.2.2 Trabajos preliminares

5.2.2.1 Puntos de referencia


Se localizan los puntos accesibles y conocidos en coordenadas (X, Y, Z), que pueden obtenerse por cualquier método de localización de puntos o puntos geodésicos del IGN, de forma que se eviten posibles errores.

A partir de éstos, el topógrafo sitúa los puntos característicos de la vía previamente calculados. Normalmente se materializarán colocando una placa con un clavo o "spit" en cada eje de las vías. Cada punto debe de estar conectado a 2 puntos exteriores (triangulación).

5.2.2.2 Cálculos preliminares

En planimetría, los cálculos deben realizarse desde puntos de referencia para obtener coordenadas, distancias y direcciones (ángulos con respecto a una dirección conocida), los

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO LEÓN BAYASOL CARRERA
 REPRESENTANTE LEGAL



cuales permiten localizar los puntos característicos de la traza y del posicionamiento de la rasante.

En altimetría, los cálculos se realizarán a partir del perfil longitudinal teórico del riel, para conseguir la altura del riel (normalmente del riel de menor radio) donde irán los piquetes. Estos piquetes estarán a 10 m unos de otros en tramos de pendiente constante y a 5 m en acuerdos verticales. Se calculará también el peralte para cada uno de los piquetes.

5.2.3 Definición de la vía in situ

5.2.3.1 *Personal y equipo necesario*

El equipo topográfico utilizado normalmente "in situ" es el siguiente:

- o 1 teodolito de triangulación.
- o 1 nivel automático y una barra de medida en mm.
- o 1 distanciómetro de precisión.
- o Material diverso (cintas, aparato de medir flechas, martillos, etc.).

El personal mínimo necesario es el siguiente:

- o 1 topógrafo.
- o 1 ayudante de topógrafo.
- o 1 peón.

5.2.3.2 *Medición en cadena*


Se procede al marcaje de los puntos característicos. Se mide en cadena el total del proyecto (o la parte determinada), se controlan los puntos especiales y se colocan los hitos kilométricos y hectométricos representados por marcas en las paredes laterales del túnel o del murete del andén. Se procede al cálculo de la rasante.

5.2.3.3 *Aceptación de replanteo*

El topógrafo de vía tiene que asegurarse de que la obra civil está correctamente planificada y ejecutada. Si es necesario medirá algunos puntos del replanteo. En el caso de que existieran defectos de construcción, lo consultará con el topógrafo encargado de dicha obra civil. Si existiese alguna discrepancia, se modificará la geometría de la vía en vez de reparar el túnel.

5.2.3.4 *Determinación del eje de la vía*

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO RIVERA BASARTE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



En un tramo recto, el eje se determinará mediante teodolito, a partir del origen de la clotoide de salida. Esto se representa con piquetes cada 50 m.

En curva, el eje se marca con piquetes cada 10 m. Por lo general se halla mediante la intersección de dos trazados. Este método necesita contar con dos estaciones diferentes. Así, el último punto hallado en la primera estación tiene que ser el primero para la siguiente. Este

método evita errores de cálculo y garantiza la continuidad y coincidencia del resto de medidas. Si la necesidad de los puntos poligonales no permite trabajar por intersección, se podrá definir, aunque no con la misma precisión, por medio de coordenadas polares u ordenadas medidas sobre la tangente.

Los puntos fijados en el replanteo, aunque desaparecen durante el montaje, deben estar conectados sistemáticamente a marcas fijas externas a la vía.

El marcaje de puntos en altimetría y planimetría es independiente. Sin embargo los puntos de referencia deben coincidir en el mismo punto kilométrico para facilitar ajustes posteriores.

5.2.3.5 Colocación final de piquetes

Estos piquetes se colocarán para ajuste y control de la posición de la vía. Se situarán fuera de la zona de trabajo por medio de marcas de pintura, anclajes, escuadras o puntos fijos.

En planimetría: Los piquetes se sitúan perpendicularmente al eje de la vía sobre cada punto calculado previamente. Una vez realizada esta operación se indica en éstos la distancia al borde interno del riel más próximo. Esta distancia será la referencia para el montaje y control de la vía.

En altimetría: Los piquetes se fijan a los puntos determinados durante los cálculos y encadenamiento. Estos son entonces nivelados y el topógrafo halla su altura entre éste y el riel más cercano. Estas indicaciones servirán posteriormente para el montaje de la vía.

5.2.3.6 Puntos especiales

Una vez fijada la posición de la vía, el topógrafo hará la lectura de los puntos especiales (paseos, andenes, etc.) comparándolos con el eje de la vía y su nivelación para evitar un gálibo incorrecto. Si el gálibo es incorrecto se llegará a una solución que podrá ser una modificación de la obra civil, de la vía, del peralte o de la rasante.

5.2.3.7 Precisión del trazado

La precisión de los trazados topográficos es normalmente la siguiente:

- Medida de distancias: $2 \text{ mm} + 10^{-3} \times D$ (siendo D la distancia en m).
- Medida de los ángulos: $2 \times 10^{-3} \times g$ (siendo g el ángulo en grados).
- Nivelación: 1 mm.

La repetición de medidas para un mismo trazado puede mejorar los resultados.

Las tolerancias aceptadas para el trazado del eje de la vía (traza) son:

- ± 3 mm en planimetría
- ± 2 mm en altimetría.



5.2.4 Ajuste preliminar de la vía

Desde las primeras fases de los trabajos (distribución de los puntos de fijación en el replanteo), se recomienda que la posición de la vía sea lo más cercana posible a la teórica para facilitar el ajuste final y evitar posteriores recortes de riel.

Una vez esté la vía en su sitio, se fija con un juego de utilajes de montaje de vía, gracias a las marcas realizadas en los paramentos o paredes laterales. Los aparatos para nivelación se colocan cada 3 m tanto en tramos rectos como en curva.

Este ajuste preliminar se realiza normalmente con un margen de ± 5 mm en planimetría y de 0 a -5 mm en altimetría.

5.2.5 Ajuste final de la vía

5.2.5.1 Planimetría. Vía en curva

La alineación final de la vía se hará con el método de flechas (medida de flechas de riel de radio mayor sobre una cuerda de longitud constante, análisis y regulación de las flechas y aplicación de las correcciones precisas).

Este método asegura regularidad en las curvas y su transición con las alineaciones rectas.

Para radios superiores o iguales a 300 m, se utilizarán cuerdas de 20 m. El análisis de los datos permite ajustes de vía cada 5 m con aplicaciones de cuartas partes de flecha.

Para curvas de radios menores de 300 m, se puede llegar a un ajuste directo de la vía cada 5 m mediante la utilización de cuerdas de 10 m.

5.2.5.2 Planimetría. Vía en recta

Aunque se utilice el método de las flechas, en línea recta es preciso normalmente la rectificación del ajuste por medio de teodolito.

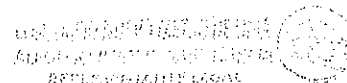
5.2.5.3 Altimetría

El ajuste de la vía en altimetría se realiza con nivelación topográfica de precisión cada 10 m.

5.2.5.4 Márgenes

Los ajustes continúan hasta que se alcanzan las tolerancias geométricas especificadas para el montaje de vía.

5.3 MONTAJE DE VÍA Y SOLDADURA DE LOS RIELES



[Handwritten signature]

La instalación de la vía consistirá en las siguientes operaciones:

- Configuración de la presolera.
- Distribución de los rieles, seguido de los puntos de fijación DFF/ADH que ya tienen todos los elementos premontados incluidos los elastómeros. Los puntos de fijación DFF/ADH deben estar protegidos con plástico retractilado para facilitar la limpieza posterior del hormigón de calado.
- Ensamblaje de la vía.
- Soldadura de rieles.

El montaje se realizará de la siguiente forma:

Se parte de la consideración de que existe una contrabóveda que forma la base del túnel o de la estación.

Se efectúa primero una presolera con hormigón pobre (recomendado hormigón HM-10/P/35/1), hasta una altura de unos 10 cm inferior al nivel teórico de la base del inserto, se aconseja colocar unas referencias físicas con la medida correcta cada 5 m a fin de facilitar la nivelación de la presolera (Ver figura siguiente)

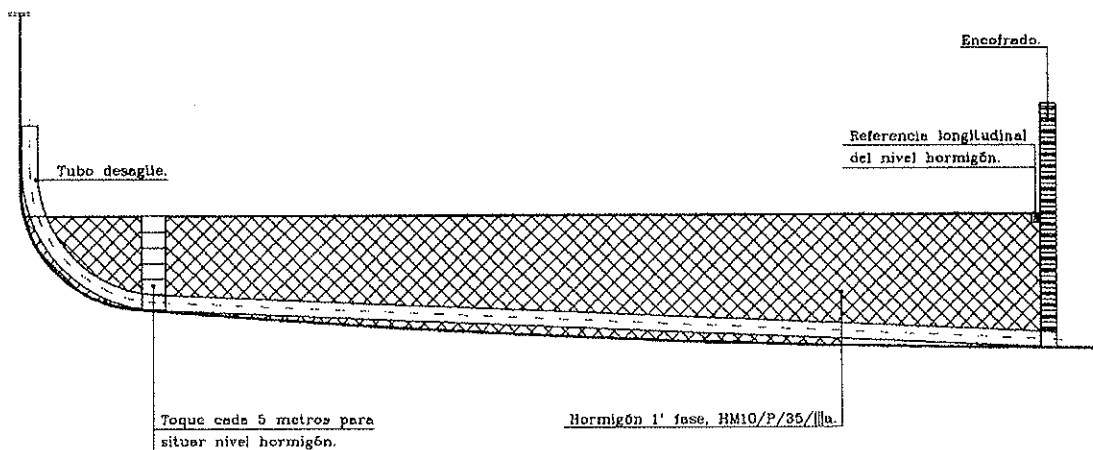



Figura 37. Encofrado para el montaje de vía

Se descargan los rieles en los laterales del túnel y encima de la presolera.

Se instala el mallazo, para evitar las fisuras por retracción en el hormigón de calado, colocándolo antes de la descarga de los puntos de fijación, con dimensiones mínimas 150x150 y Ø8, encima del mismo se colocaran unos soportes para ubicar los rieles y poder efectuar el montaje de las falsas traviesas.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 Agencia de Promoción de la Inversión Privada




005702

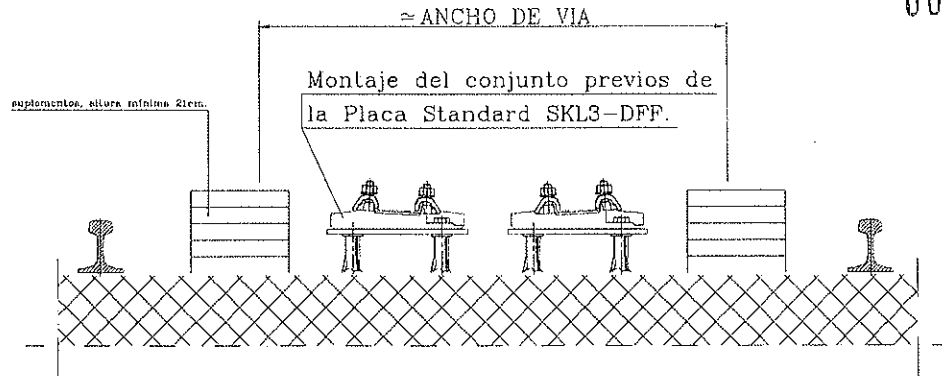


Figura 38. Descarga de los rieles y colocación de los soportes

Cada 3 o 4 puntos en función del ancho de vía y del tipo de riel, se montarán las falsas traviesas (ver figura siguiente).

Entre el apoyo del tornillo y la presolera se aconseja colocar una placa metálica de 6 x 6 cm, a fin de que el tornillo no se hunda en el hormigón. Los tornillos de regulación se protegen con un tubo de plástico que hace la función de encofrado perdido, a fin de que el hormigón no se adhiera a los hilos del tornillo, facilitando su extracción y su reemplazo.

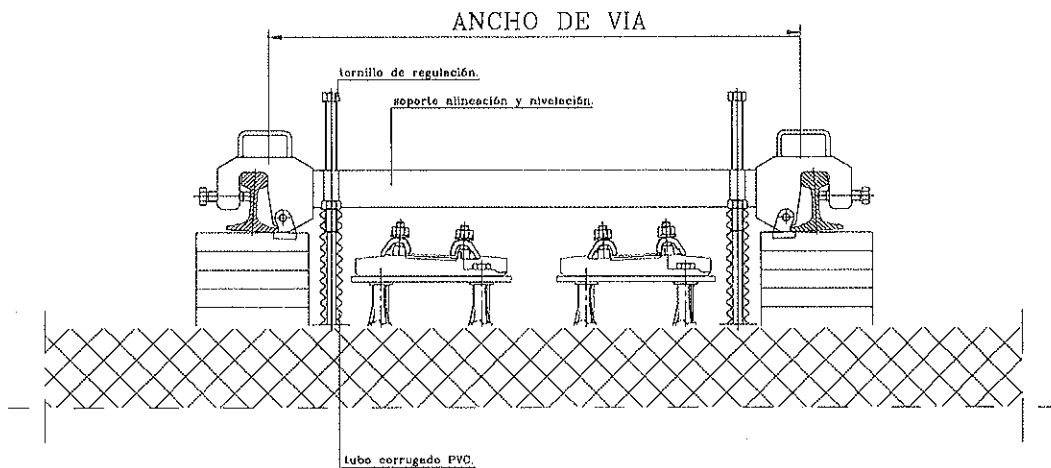



Figura 39. Colocación de las falsas traviesas

Se eliminan los soportes de los rieles y se distribuyen los puntos de fijación (Los puntos de fijación pueden repartirse en la fase anterior, depende de los espacios disponibles) (Ver figura siguiente).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 INSTITUCIÓN FINANCIERA DE CAPITAL
 REPUBLICANA S.A.S.



005703

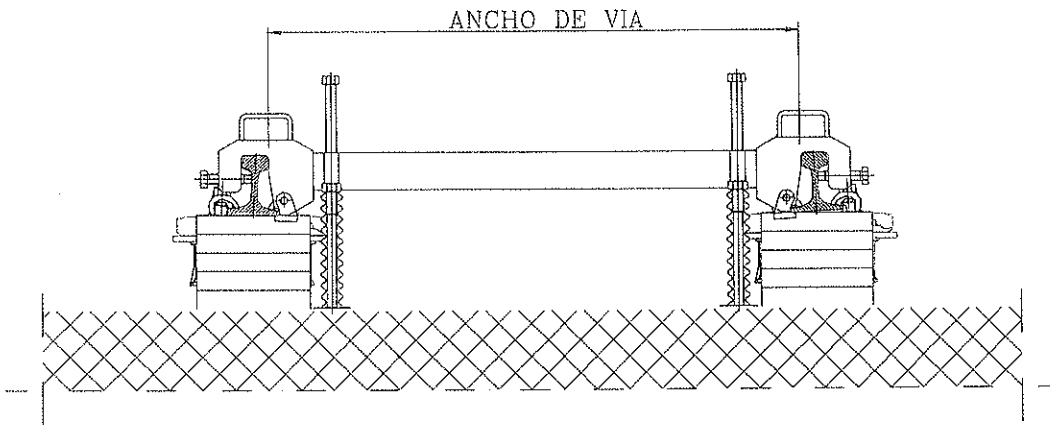


Figura 40. Montaje de los puntos de fijación

Se montan los puntos de fijación con el utillaje adecuado y con la correspondiente palanca de montaje.

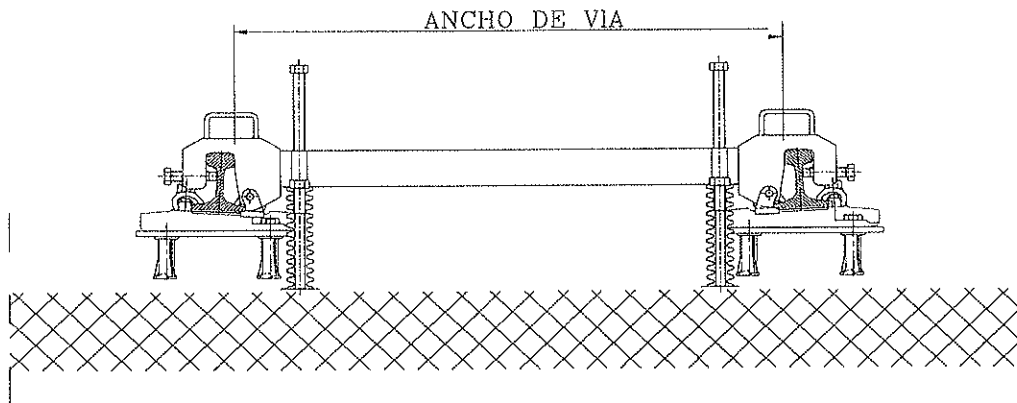



Figura 41. Montaje de las fijaciones sobre los rieles

Se descargan los puntos de fijación, parcialmente premontados, colocándolos directamente sobre el mallazo. Se colocan los rieles montando la fijación con un utillaje previsto para este fin.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALIADOS EMPRESARIALES S.A. S.A.
 S.R.L. SOCIEDAD ANÓNIMA






005704

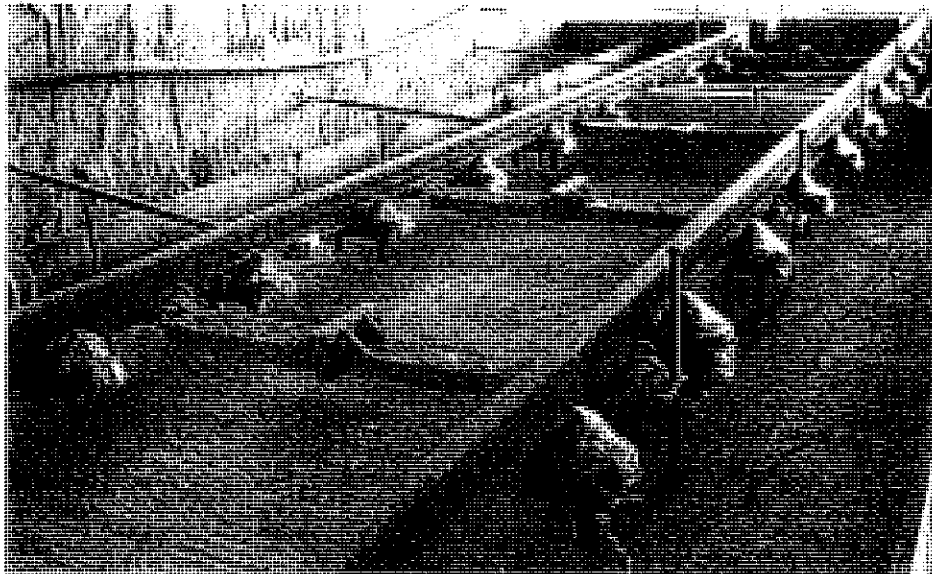


Figura 42. Detalle de las falsas traviesas

En este punto se efectúa un primer control de la inclinación 1:20 del riel. (Ver punto 5.2)

El siguiente paso es el control topográfico para conseguir la nivelación y alineación deseada; posteriormente se levanta el mallazo dejándolo a unos 5 cm de la cara superior del hormigón de calado, procediéndose a continuación al vertido del hormigón hasta el inferior de llegar al borde inferior de la suela aislante primaria de la base. (Ver las dos figuras siguientes).

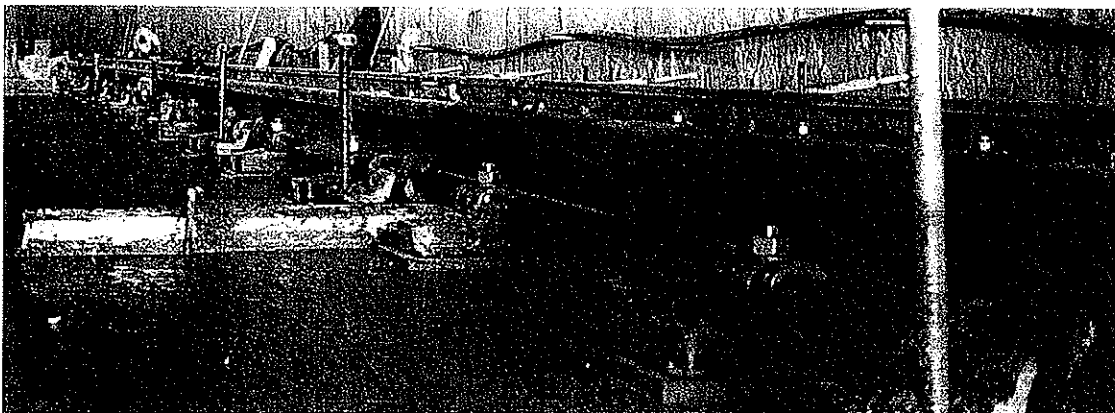


Figura 43. Vertido del hormigón hasta cota inferior de la suela aislante

A continuación se procede a vibrar todo el hormigón, en especial bajo las suelas. Es conveniente durante el vertido proteger las fijaciones para que no se llenen de hormigón.

Desde la presolera, se aconseja que la altura mínima hasta la base inferior del inserto debe de ser de 10 cm, para facilitar el reparto de cargas y permitir la introducción de la malla electro soldada para igual fin y poder controlar las fisuras de retracción del hormigón; no obstante ha de tenerse en cuenta que este espacio debe permitir el paso de las agujas de vibrado del hormigón de calado, por lo que si existen problemas de interferencias puede reducirse esta distancia, adecuando el hormigón de relleno a esta nueva situación.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO P. H. DEL CASTILLO GARCÍA
 ADMINISTRACIÓN TÉCNICA DE VÍA

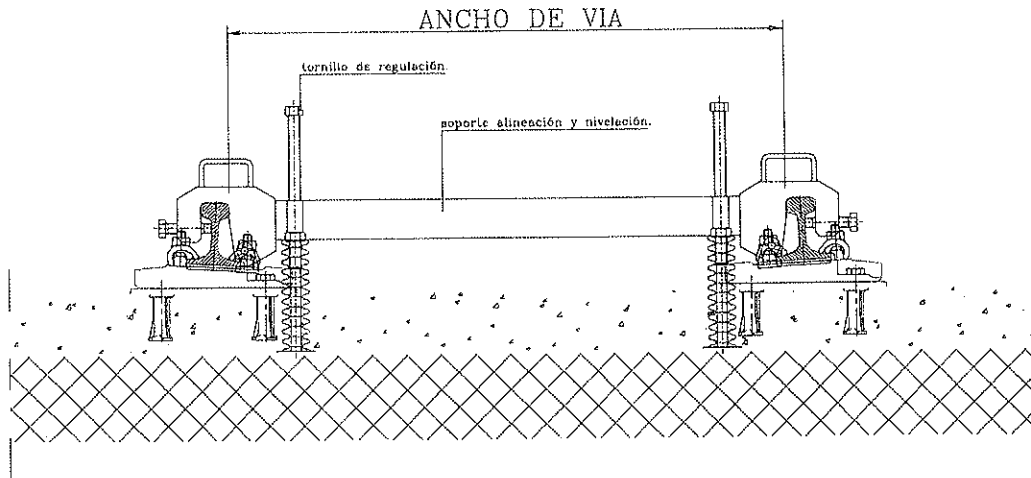


Figura 44. Montaje de los tensores de alineación

Finalmente, y una vez que ha fraguado el hormigón de calado, se desmontan los tensores, los soportes de nivelación y las falsas traviesas (ver figura siguiente) y se procede a la limpieza de la vía, controlándose por última vez la nivelación, alineación y ancho de vía con flechado de las curvas.

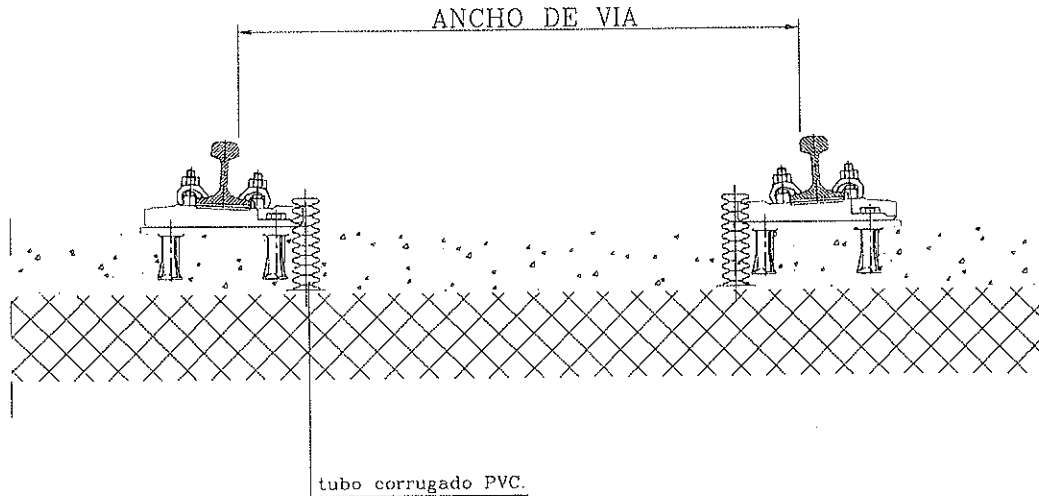



Figura 45. Desmontaje de los tensores, soportes de nivelación y falsas traviesas

Tras 48 horas del montaje se dará a los tornillos de anclaje el apriete final, con una par de apriete de 340+/- 20 N.m.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALICIA RUIZ BASCO GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



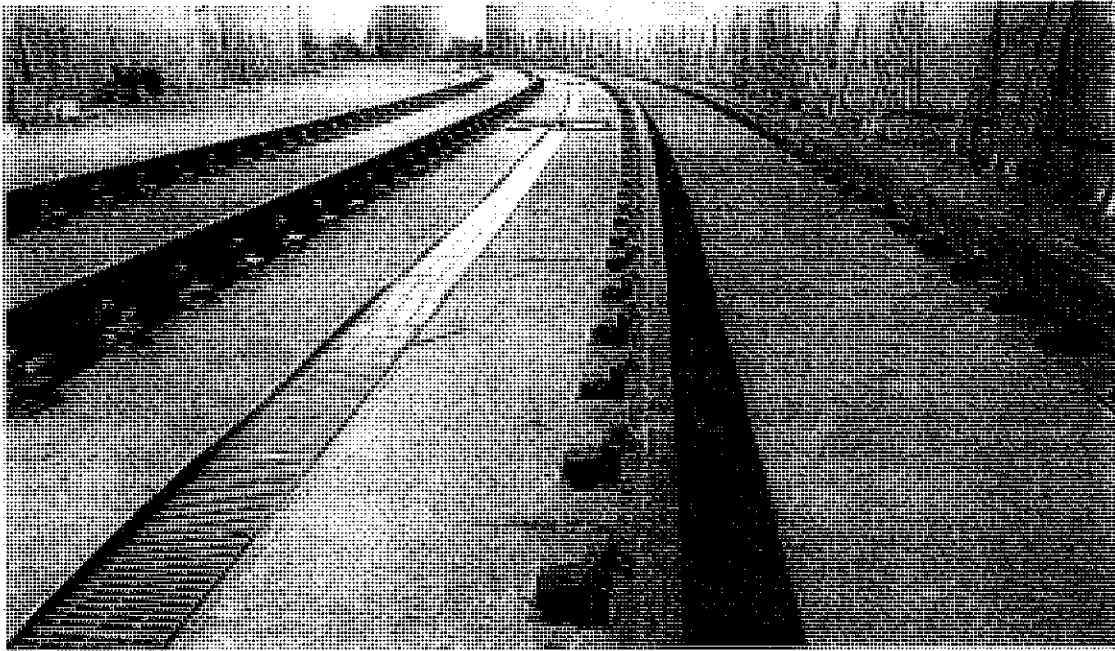


Figura 46. Situación final

5.3.1 Precauciones a tomar durante el montaje

Se extremarán las precauciones en el manejo de los rieles para prevenir deformaciones. Se recomienda el uso de grúas elevadoras, posicionadoras de riel o borriquetas para manejarlos. Se evitarán golpes al riel o hacer marcas sobre ellos con cincelo sierra.

Se suministrarán con un taladro único en cada extremo (el más alejado a la soldadura posterior).

En almacenaje, nunca se apoyarán en el suelo y se colocarán tablonces de madera entre el suelo y la primera remesa de rieles. Los rieles se transportarán al sitio de montaje mediante la maquinaria adecuada.

Sólo se utilizarán para redistribuir tensiones mazas plásticas o de madera. Cualquier riel deformado, antes de usarlo o en uso, será sustituido.

5.3.2 Progresión del montaje de vía

Hay dos métodos principales para el montaje de la vía:

Una vez se ha terminado la presolera, se transporta todo el equipo mediante camiones de pequeño tonelaje por una de las zonas en donde se montará la vía uno, iniciándose el montaje de la segunda vía; una vez terminada la vía dos, ésta se utilizará para mover el equipo con tractores o diplotrys y así montar la primera vía. De esta forma, cada vía se monta separadamente de forma lineal.

Este es el sistema más aconsejable para efectuar el montaje, dado que siempre se dispone de un camino de paso para moverse.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN CASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



149

Se aconseja el empleo de camiones de poco tonelaje, ya que generalmente las rampas de acceso, especialmente en túneles, no se encuentran en el lugar idóneo y gran parte del trayecto de salida tiene que efectuarse marcha atrás. Hemos de tener en cuenta que los espacios de circulación son relativamente reducidos.

Si no es posible montar un tramo y utilizarlo para mover el equipo por la otra vía, ambas avanzarán en paralelo.

5.3.3 Situación de la vía y soldadura del riel

Después de la distribución de los puntos de fijación con la separación predeterminada y de la colocación de los rieles encima de los mismos, se efectuará la colocación de las sujeciones.

Los rieles se colocan extremo con extremo, dejando la cala teórica de junta de riel, para posteriormente realizar las soldaduras aluminotérmicas. Los extremos de los rieles deben unirse por medio de bridas en su posición antes de ser soldados.


Los rieles o tramos de riel se soldarán después de tener hormigonada la vía, y en su caso, suprimidos los taladros mediante el montaje de cupón de riel.

Si se necesita corregir la cala, el extremo del riel se cortará en frío, usando una tronadora de riel o una sierra. Se prohíbe cortar rieles con soplete de tipo oxiacetilénico.

En curvas con radios inferiores a los 400 m, los rieles se soldarán en longitudes mayores antes de montarlos, para asegurar que las juntas de rieles permanezcan correctamente alineadas.

5.4 **SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN DASAGI GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



5.4.1 Generalidades

La soldadura aluminotérmica se ejecutará por soldadores homologados para su ejecución y se ejecuta según una metodología detallada.

La ejecución de una soldadura aluminotérmica se realiza con un kit de materiales que proporcionan los fabricantes de este tipo de cargas, que consisten en:

- o Bolsa de plástico herméticamente cerrada con la carga.
- o Tubo cerrado, conteniendo la boquilla de apertura automática y el material granular para el sellado.
- o Envase de material plástico, conteniendo las piezas que constituyen el molde.
- o Envase de material plástico, herméticamente cerrado conteniendo pasta para el sellado de los moldes.

Son excluyentes si se produce alguna de las siguientes anomalías:

005708

- Bolsa de carga aluminotérmica con roturas y pérdidas de contenido.
- Juego de moldes con deformaciones, humedades o fácilmente desmoronable.
- Conjunto de boquilla de destape automático y envase con magnesita incompleto o con deformaciones.
- Lotes con fecha caducada.
- Haber mezclado materiales de diferentes fabricantes, o contenido de diferentes bolsas de cargas aluminotérmicas.
- Utilizar pasta seca.

La ejecución de una soldadura aluminotérmica requiere además de los materiales necesarios para su ejecución, una dotación mínima que proporciona el Contratista y que consiste en:


- 1 cortadora de riel (tronzadora).
- 1 equipo de soldadura aluminotérmica.
- 1 cortamazarotas.
- 1 esmeriladora.
- 1 clavadora.
- s/n herramientas y medios auxiliares (reglas, galgas, etc.).

Debe certificarse con especial atención antes de ejecutarse una soldadura aluminotérmica que la carga de la soldadura es la adecuada para el tipo de acero y para el elemento a soldar, es decir, vía o aparatos de vía.

Las fases que componen la ejecución de una soldadura aluminotérmica son las siguientes:

- Preparación de la junta.
- Preparación del molde.
- Colada Blanca.
- Eliminación del depósito de corindón.
- Corte de la mazarota (fundición).
- Acabado de la soldadura.
- Marcaje de soldadura.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



El Contratista tomará las precauciones necesarias con el fin de evitar cualquier deterioro o quemadura en los rieles, traviesas y accesorios de materiales sintéticos. Si se produce deterioro en algún elemento, el Contratista lo reemplazará por cuenta propia.

Los elementos que sufran deterioros debido a los trabajos de soldadura serán reemplazados por el Contratista, corriendo los gastos de su cuenta y siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra.

Durante la ejecución de los trabajos, el Contratista tomará todas las medidas necesarias para asegurar la inmovilización del material rodante que se encuentre en la vía fuera de servicio.

005709

El Contratista controlará que los materiales y herramientas depositadas en las proximidades del tajo no interfieran en el buen funcionamiento de las instalaciones mecánicas y eléctricas de la vía.

5.4.2 Preparación de la junta

La cala de soldadura puede obtenerse por corte del riel, por arrastre de los rieles, o con la ayuda de tensores hidráulicos.

En el caso de los trabajos de liberación de tensiones en la barra larga soldada, de modificación o reparación de barras largas soldadas que implique la introducción de un cupón de riel, el valor de la cala, determinado por el Director de Obra, debe ser necesariamente respetado por el soldador.

Se prohíbe la realización de soldaduras de cala ancha por iniciativa del soldador o del Contratista. Sólo el Director de Obra responsable de los trabajos puede decidir su empleo.

Las soldaduras de este tipo no autorizadas por el Director de Obra serán rechazadas en el momento de la recepción.

Los extremos de los rieles deberán ser cuidadosamente limpiados con la ayuda de un cepillo de alambre, de un martillo de pico, de una lima, de un cortafío, etc, con el fin de eliminar cualquier rebaba, indicio de óxido, o defecto susceptible de dañar la calidad de la soldadura.

Los cupones de riel se cortarán sólo con tronadoras con la ayuda de una guía. No podrán presentar ni en alto ni en el ancho del patín variaciones de medida superiores a 1 mm.

Durante las operaciones de preparación de las juntas, conviene evitar cualquier impacto que pueda dañar el riel. En particular se prohíbe la utilización de martillos, mazas y cuñas de acero.

Cuando exista en el extremo de la barra un taladro en el alma, como por ejemplo el que sirve para enganchar el cable de arrastre, se deberá, con ayuda de una tronadora de rieles (potencia mínima necesaria 7 C.V.), cortar el riel para eliminarlo.

Si se emplean mordazas de arrastre y dañan el riel, debe ser dicha parte retirada cortando el riel (tronadora) afectado, de modo que quede perfectamente saneado.

Para la alineación se precisa:

- Caballetes de reglaje con los husillos debidamente engrasados (grasa grafitada).
- Reglas de 1 m, biselada de un lado y, del opuesto, con un escote centrado de 25 mm para calas de 23 mm (precalentamiento corto PC23 (21 A 25 mm)), y de 52 mm para calas de 48 mm (precalentamiento corto de cala ancha CA48 (45 a 51 mm)). Las aristas deben estar bien definidas sin golpes ni entallas. Se comprobará periódicamente si existen deformaciones o alabeos., de existir debe sustituirse por otra nueva.



005710

- o Galgas en perfectas condiciones, de existir algún desgaste o deformación deben ser sustituidas.

5.4.3 Preparación del molde

El molde deberá estar centrado sobre el eje de la cala.

Las prominencias anormales del perfil (rebabas, restos del cordón de soldadura, etc) que pudieran dificultar la colocación del molde serán eliminadas mediante esmerilado.

Se coloca cada uno de los semimoldes perfectamente centrados sobre la "cala" en la zona del patín.

Es muy importante que el burlete de la placa inferior, sobre los moldes sea el correcto para evitar la fuga del metal fundido.

Periódicamente deben revisarse los resortes y elementos de fijación de las placas porta moldes y la placa interior para su correcto funcionamiento.

- Estado del Crisol.
- Sellado.

Deberá sellarse con pasta refractaria la unión Crisol-Funda en el fondo de ésta, e igual la unión Crisol-Alza.

- Crisol Nuevo.

Antes de proceder a la primera soldadura se debe calentar por encima de 200 °C y a continuación hacer una colada con restos de una carga rota, sobre un crisol viejo, para hacerle "capa".

- Operación diaria.

Calentar el crisol por encima de 200 °C durante un mínimo de 5 minutos. Cada 10 soldaduras limpiar las capas del crisol.

- Posicionamiento.

Ajustar la altura del crisol con respecto a la parte superior del molde, de forma que esta altura no sea superior a 40 mm.

Ajustar la posición del crisol para que sea coincidente su eje con el del molde y pase por el centro del tapón de obturación.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUANA DE LA PAZ
INDEPENDENCIA 1001



[Handwritten signature]

- Nº de soldaduras aconsejables para su renovación. Alza: Cuando se aprecien deformaciones o perforaciones notables. Crisol: Entre 30 y 35 soldaduras. Tapa: Cuando se aprecien deformaciones o perforaciones notables.

- Regulación del precalentamiento.

Tiempo de precalentamiento: de 5 a 6 minutos.

Manorreductor de la botella propano.

Boquilla del quemador encajada en el orificio central del molde de modo que mantenga al quemador en posición correcta.

Mantenimiento:

- Renovación de las conducciones de acuerdo con su fecha de caducidad.
- Comprobación del estado del manómetro.
- Limpieza periódica (1 vez al mes) del chicle con una aguja apropiada.
- Cuando se aprecien desgastes notables en la boquilla del quemador debe ser remplazado por otro quemador nuevo.

5.4.4 Colada blanca

Las coladas blancas (falsas coladas) deben ser recogidas en un crisol tal que el orificio inferior esté cerrado herméticamente. Es necesario evitar que el material de fundición caiga sobre el suelo por el riesgo que entraña para el personal y para los cables enterrados.

5.4.5 Eliminación del depósito de corindón

El depósito de corindón no debe en ningún caso ser movido hasta la completa solidificación de su contenido.

5.4.6 Corte de la mazarota (fundición)

El corte se realizará obligatoriamente con la ayuda de una rebarbadora hidráulica (cortamazarota). Este método garantiza una mejor geometría de la soldadura; se ha de posicionar sobre el riel de manera que se obtenga un juego de 1 a 2 mm entre el riel y la parte inferior de las cuchillas, actuando pasado 6 minutos después de la colada. Recorrido de las cuchillas ≥ 145 mm.

Si se presentan discontinuidades en el perfil resultado del uso de la cortamazarota, deben cambiarse las cuchillas por otras afiladas.

- o Desmoldeo

Se deben eliminar los restos de la soldadura (pasta, molde) sobre todo los que queden en la cabeza del riel ya que podrán dañar la superficie de rodadura cuando sean aplastados por la circulación.

- Tras el desmoldeo se deben doblar las pipas a 45°.
- Limpiar el cordón de la soldadura utilizando útiles que no dañen la superficie del cordón ni el riel, en todo el perfil.
- Cortar pipas en frío, no debe arrancar material de la sección neta del riel.
- Esmerilado de desbaste de la cabeza del riel sin sobrepasar la longitud de 30 cm a cada lado del eje de la soldadura, y de la sección de las pipas.

5.4.7 Acabado de la soldadura

Es función del Contratista rematar la soldadura mediante esmerilado de limpieza y de acabado, y retirar las rebabas de las partes visibles del patín.

El esmerilado de limpieza debe realizarse de manera que no queden sobreespesores de metal de dimensiones superiores a 0,5 mm sobre el cordón de soldadura y en la cara activa del riel.

El esmerilado de acabado consiste en restablecer de la manera más perfecta posible la continuidad del perfil del cordón según se describe a continuación. Este tratamiento debe limitarse a la zona de soldadura (30 cm a un lado y a otro de la soldadura).

El esmerilado de acabado de las soldaduras se realizará transcurrido como mínimo 8 horas y, de ser posible, al día siguiente.

El soldador debe:

- Eliminar cualquier resto de arena o de material refractario.
- Eliminar todas las rebabas (con una esmeriladora).


En caso de rotura en una soldadura, el Contratista deberá tener previsto bridas especiales que se puedan montar sin dificultad en el lugar de la rotura y que permitan batear correctamente.

5.4.8 Marcaje de la soldadura

Las soldaduras realizadas deberán ser señaladas en el alma lado exterior del riel a 10 cm del eje de la soldadura. Este marcaje, mediante acuñación de cifras de 8 o 10 mm de altura, deberá contener obligatoriamente:

- El mes y año de fabricación.
- La referencia del soldador y Contratista.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO HUANQUELLA
 Gerente General



Todas las sujeciones que se hayan intervenido han de volverse a montar con su apriete, las traviesas manipuladas deberán quedar en posición correcta.

5.5 AJUSTE Y HORMIGONADO DE LA VÍA

5.5.1 Montaje de los encofrados


Se efectuarán encofrados verticales para realizar las paredes laterales de las cunetas y la central de la red de drenaje, si la hubiese. Los mismos se utilizan como puntos de apoyo para el ajuste lateral de la vía.

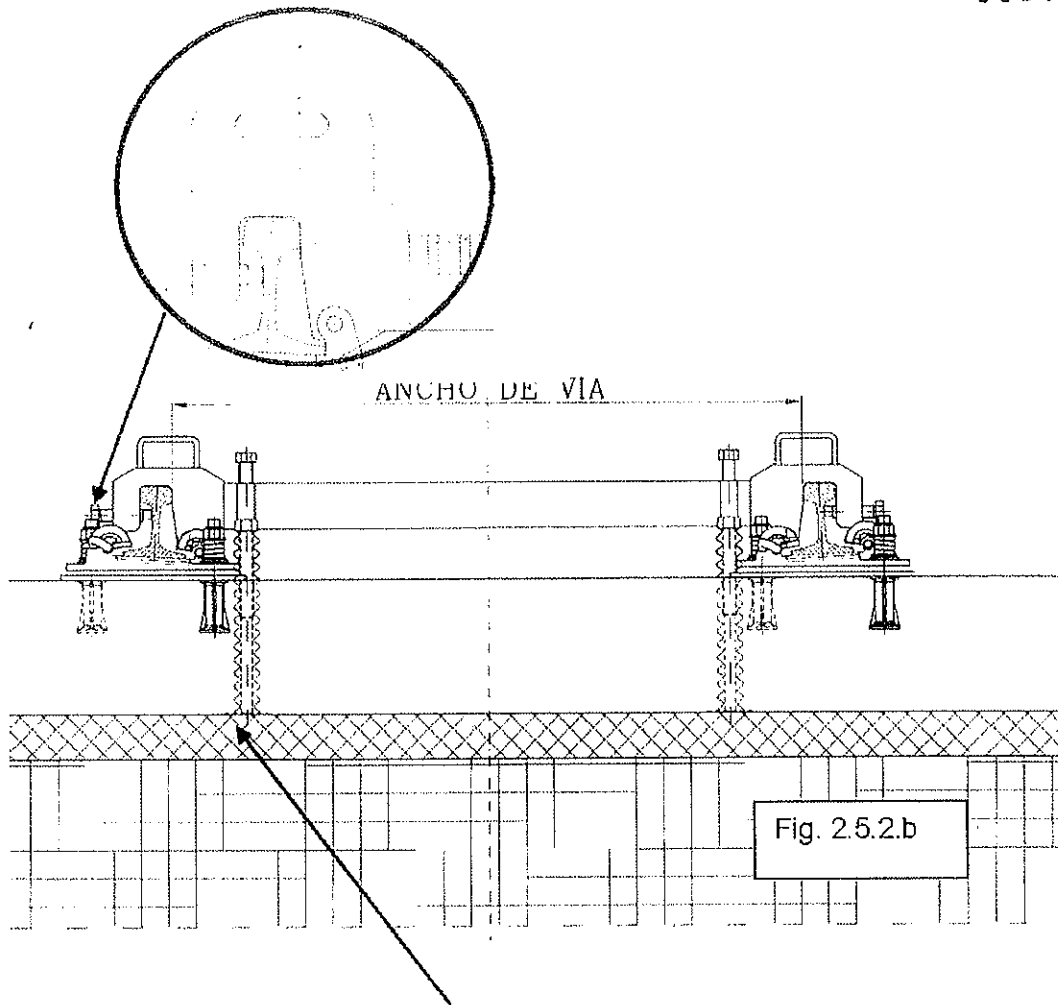
En el caso de que existan canalones centrales en el eje de la vía, se aconseja utilizar encofrados metálicos de media caña apoyados en las fijaciones. En caso de que sea necesario, se practicarán salidas de agua transversales a la vía que desemboquen en la red de drenaje central, ejecutadas mediante fresado cuando el hormigón esté seco pero sin endurecer (alternativamente pueden realizarse en la fase de hormigonado de la última capa mediante tablas de madera en forma de encofrado). En general, la pendiente que se da al hormigón de calado tiene que ser suficiente para evacuar las posibles filtraciones de agua que pueden producirse.

5.5.2 Dispositivos para la alineación y nivelación de la vía

El montaje de los puntos de fijación precisa de falsas traviesas para mantener el ancho de la vía, a la vez el mismo utillaje efectúa la nivelación, dejando el punto de fijación en la posición correcta para que el riel presente la inclinación de 1:20. El control de la inclinación del riel se efectuará mediante un goniómetro digital previsto a este efecto.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALONSO JUAN GARCÍA GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL





Placa metálica para evitar que el tornillo se clave en el hormigón

Figura 47. Dispositivos para la alineación y nivelación

La nivelación se efectuará mediante los tornillos verticales, ubicados en la falsa traviesa, que se apoyarán en unas placas metálicas a fin de que no penetren en el hormigón de la presolera (ver figura anterior).

Esta falsa traviesa (recomendada), regula ancho de vía e inclinación del riel, en su posición definitiva.

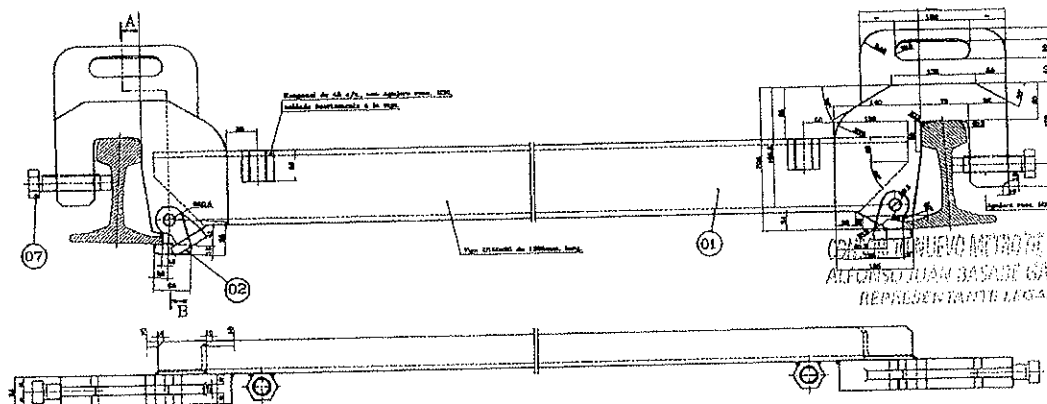


Figura 48. Detalle de las falsas traviesas

Alternativamente se podrán utilizar los siguientes equipamientos:

- Falsa traviesa, según figura siguiente, con dos soportes de nivelación, al igual que la anterior. Tiene el inconveniente de que para desmontar (dado el escaso espacio inferior entre solera y riel) es necesario destornillar las piezas 07 y 08 (y proceder a la limpieza de la junta que aprietan, para obtener el ajuste preciso en la siguiente instalación), a fin de poder levantarlas mediante elevación en la parte interior de la vía. Regula el ancho y la inclinación de forma análoga a la anterior.

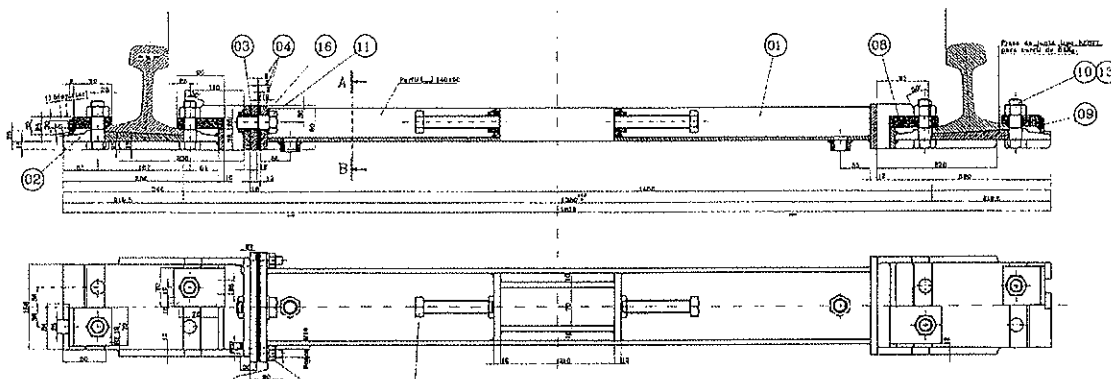


Figura 49. Detalle de las falsas traviesas con dos soportes de nivelación

- Soportes de nivelación y barras de regulación de ancho de vía.

La alineación se realiza con un gato horizontal, presionando entre el patín del riel y una parte fija como puede ser:

- o La parte lateral del túnel.
 - o Una pequeña pared longitudinal construida como parte preliminar al hormigonado.
 - o La segunda vía.
- Montando tensores de alineación una vez la vía ha ocupado su sitio definitivo.

Estos dispositivos de alineación se montarán cada 4 traviesas como mínimo, tanto en recta como en curva (ver figura siguiente).

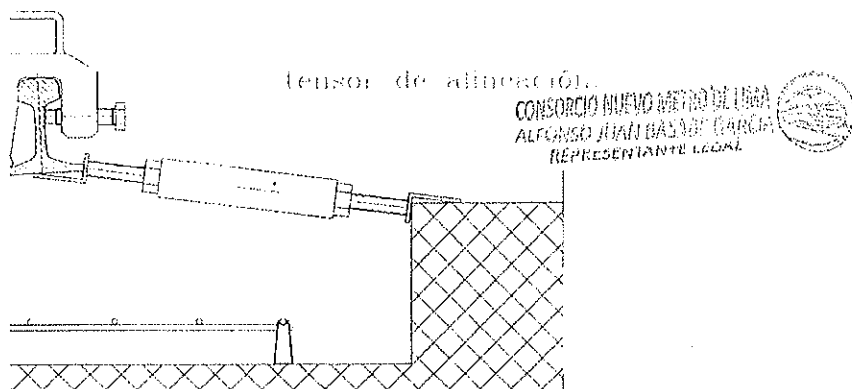


Figura 50. Montaje de vía con tensores de alineación

005716

5.5.3 Primer ajuste de la vía

En el montaje antes citado se recomienda utilizar un primer ajuste de la alineación de la vía con estas primeras tolerancias:

- Lateralmente: ± 5 mm.
- Verticalmente: 0, -5 mm.

El cumplimiento de estas tolerancias reducirá la modificación posterior en el ajuste final de la vía.

5.5.4 Ajuste final de la vía

Una vez montada la vía y los dispositivos puestos "in situ", el contratista ajustará cuidadosamente la vía de forma que cumpla con las tolerancias dispuestas en el punto 5.6.

En tramos en curva, se nivelará toda la curva y al menos 40 m de los tramos rectos adyacentes antes de verter el hormigón de calado. De acuerdo con estos ajustes el contratista registrará las alturas, distribución, espacios y flechas. Registrará los valores para cada curva y cada tramo. Los puntos de referencia serán la parte superior y la cara activa del riel.

La alineación se realizará mediante los tensores situados en el exterior de ambos rieles. Cuando el ajuste es correcto entre dos puntos consecutivos, esa porción del riel es medida posteriormente con instrumentos apropiados. Cuando un riel es ajustado, el segundo riel se comparará con el primero mediante una regla.

En curva, la posición de los rieles se controla midiendo la flecha del riel de mayor radio (el más alto) con una cuerda tensa de 10 o 20 m de longitud, dependiendo del radio de la curva. Se realizará un ajuste al mm con gatos.


El ajuste se realiza por aproximaciones sucesivas hasta que se satisfagan todas las tolerancias especificadas.

Queda prohibido mover cualquier tipo de máquina o apoyar pesos en el riel una vez finalizado el ajuste.

Una vez cumplidos dichos requisitos, la vía deberá ser inspeccionada antes de verter el hormigón de calado. Esta inspección comprende los siguientes puntos:

- Geometría de la vía, cumpliendo las tolerancias de nivelación y alineación.
- Espacio entre puntos de fijación.
- Control en algunas zonas críticas del ancho de vía.
- Estabilidad de la vía sobre sus puntos de apoyo.
- Limpieza de la presolera de la vía antes de verter el hormigón de calado.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASADI GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL



5.5.5 Medidas de protección para las fijaciones durante el hormigonado 005717

Durante el vertido del hormigón, el riel y la parte superior de los puntos de fijación donde se encuentran las sujeciones, deben protegerse mediante plásticos. Si a pesar de estas precauciones, el hormigón entra en contacto con el riel o con las sujeciones, éste se eliminará con agua cuando se seque sin estar endurecido.

5.5.6 Método de hormigonado y transporte del hormigón

Antes del hormigonado debe verificarse que no existe agua en la presolera para evitar fenómenos de urgencia, y que se ha dado continuidad al desagüe de la red de drenaje central, en caso de existir.

Se recomienda utilizar hormigón mezclado previamente en plantas de hormigonado y será de una resistencia mínima a 28 días de 250 kg/cm^2 (tipo HA-25/P/20 y clase de exposición dependiendo del entorno). Deberá ser uniforme y cumplir los siguientes requerimientos:

- Cuando el único acceso al túnel o estación sea a través de una tolva desde el exterior, el hormigón se suministrará por medio de un camión hormigonera.
- Dependiendo de la disposición del emplazamiento se pueden considerar dos soluciones: o el hormigón es descargado por gravedad desde una hormigonera situada en la vía o utilizando una bomba en lugar de la hormigonera.
- Los áridos se pueden segregar durante el transporte del hormigón premezclado en el lugar de montaje. Si esto sucediera se volvería a mezclar el hormigón antes de su vertido. Como se ha indicado anteriormente, debe protegerse la estructura de la vía contra salpicaduras de hormigón. Antes de verter el hormigón, la base debe ser limpiada y humedecida ligeramente.
- El hormigón garantizará una consistencia plástica para su compactado máximo y será fácilmente manejable para asegurar que se sitúa en la fijación y los métodos utilizados para el vibrado del hormigón vertido.
- Tras el vertido, el hormigón se vibrará para que penetre bajo los puntos de fijación, y para que se produzca un relleno uniforme.
- Después del vibrado, la parte superior del hormigón debe nivelarse de acuerdo con las pendientes acordadas.

5.5.7 Características del hormigón

El hormigón bajo la vía sin balasto tiene que soportar cargas dinámicas y resistir en su caso aguas agresivas sobre su superficie.

Normalmente se utiliza hormigón fabricado en planta y no armado, con una resistencia característica a la compresión comprendida entre 250 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2 .

Los hormigones con menos resistencia como el de 200 kg/cm^2 , dadas las cargas por eje de las circulaciones previsibles, no tienen garantía suficiente en términos de durabilidad, estanqueidad y resistencia a aguas agresivas debido a su pequeña proporción de cemento.

El hormigón con resistencia igual o mayor a 250 kg/cm^2 garantiza:

- Valores de tensión y compresión admisibles para cargas hasta 23 t por eje.
- Una vida de diseño suficiente para condiciones normales en túnel o estación.

El cemento tiene que ser resistente a aguas agresivas y de baja relación agua / cemento, para evitar segregaciones. Su dosificación debe estar alrededor de 300 kg/m^3 . El tamaño máximo de los áridos será de 20 mm. La plasticidad del hormigón puede ser mejorada mediante productos plastificantes.

La utilización de hormigón más resistente aumenta los costes, pero tiene las siguientes ventajas:

- Mayor durabilidad debido a la mayor compacidad del hormigón (mayor resistencia a la filtración, al selenio, a productos de inyección química y a la grasa)
- Se trabaja mejor. El incremento de cemento mejora la plasticidad del hormigón. Esto evita, en algunos casos, el uso de aditivos para mejorar la plasticidad. El principal inconveniente es que se producen fisuras por retracción.
- Un margen de seguridad en el caso de que la resistencia a compresión del hormigón sea ligeramente inferior a la especificada en un tramo. Esto se conoce solamente tras haber transcurrido 28 días, con las pruebas de control.

5.5.8 Transiciones

La configuración de las transiciones entre vía sin balasto y con balasto requerirá un estudio especial por la diferencia de rigidez entre una superestructura y otra.

Esta zona de transición abarcará una longitud mínima de $0,4v$ (en metros), siendo v la velocidad del tramo en km/h.

En esta zona no deberán efectuarse cruces transversales a la vía para conducciones.

En planta y alzado se prolonga la subbase de hormigón y se reduce la distancia entre traviesas monobloque en la zona sobre balasto. Otras opciones son:

- Aglutinar el balasto inmediatamente contiguo a la vía hormigonada con resinas sintéticas o ligantes.
- Instalar una cuña asfáltica compuesta por 3 capas superpuestas de longitud L , $2/3L$ y $1/3L$ sobre la plataforma, siendo $L = 0,4v$.
- Instalar traviesas especiales (más largas) distanciadas 0,56 m, aumentando gradualmente hasta retomar los 60 cm de separación en el final de la zona de transición definida por la fórmula $0,4v$ antes señalada, donde se ubican las traviesas convencionales.

La última soldadura debe estar al menos a 4 m de la zona hormigonada, y la primera soldadura en la vía sobre balasto al menos a 12 m del final de la vía hormigonada.

Asimismo, las caras laterales de la última traviesa hormigonada y de la primera traviesa sobre balasto deberán estar a 150 y 200 mm respectivamente del final de la placa de hormigón.

005719

5.5.9 Pasos finales

Cualquier modificación en la parte superior de la solera se hará mientras el hormigón esté fresco, respetando las inclinaciones. Los dispositivos de ajuste y encofrado se dejarán 24 horas después de completar el vertido del hormigón de calado, rellenando los huecos al levantar los soportes de nivelación con mortero de cemento. A las 48 horas del montaje se efectuará el apretado final de los tornillos de la fijación. Dichos pernos vienen en el premontaje con un apriete limitado (aprox. 50 N.m). El par de apriete definitivo será de 340 N.m. (+/- 20). No se podrá circular por la vía hasta que el hormigón haya alcanzado una tensión de compresión de al menos 100 kg/cm² o hayan transcurrido más de 3 días.

5.6 RECEPCIÓN DE LA VÍA


La aceptación provisional de la vía e instalaciones debe otorgarse una vez que se complete todo el trabajo de un tramo predeterminado. Previamente a la aceptación provisional, se examinará la vía y se asegurará que todos los aspectos de los requerimientos de las especificaciones han sido satisfechos, incluyendo el equipamiento utilizado, montaje, nivelación y alineación de la vía.

Se corregirá cualquier imperfección encontrada y la aceptación provisional solo se dará una vez que se compruebe que no existe ninguna imperfección.

Las exigencias aplicables a la calidad geométrica de las vías se definen a continuación.

Parámetro	Tolerancias
Alineación	
Desviación máxima del eje teórico (recta y curva)	± 3mm
Variación recta	0,3mm por m
Flecha en una cuerda de 10m de longitud (curvas)	± 1,5mm 280
Nivelación	
Desviación máxima teórica de la parte superior del carril	± 2mm
Variación	0,3mm por m
Peralte	± 2mm
Variación del peralte	0,5mm por m
Ancho de vía	
Ancho	- 2mm + 3mm
Variación	1mm por m
Puntos de fijación	
Espaciado entre ejes transversales de puntos de fijación	± 30mm
Escuadrado del eje transversal de los puntos de fijación respecto a la posición del riel	± 20mm

Tabla 5-1. Tolerancias en la recepción de la vía

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 



6 CONTROL DE LAS VIBRACIONES Y RUIDO SECUNDARIO

005720

El diseño de la superestructura debe garantizar los límites de vibración y de ruido secundario como resultado del paso del tren, transmitidos por vía sólida a los edificios limítrofes de la línea, así como en la zona de estaciones.

Se ha realizado un Estudio Previo de vibraciones y ruido, que **se incluye como apéndice**, en el que se han analizado los niveles de vibraciones y ruido esperados considerando el material rodante, información geotécnica, el diseño de la vía, la frecuencia de los trenes, etc...

Comparando los niveles esperados con los valores límites incluidos en el Contrato de Concesión, se proponen dos niveles de atenuación.

La fijación propuesta en tramos rectos, DFF/T, ya es de por sí un sistema eficaz para la absorción de vibraciones. No obstante, se ha considerado el uso de esta fijación como la situación de no atenuación. El sistema de fijación DFF-ADH se ha considerado como el primer nivel de atenuación, y la manta elastomérica junto con la fijación anterior, forman el segundo nivel de atenuación.

La tramificación de los sistemas de mitigación se representa en los planos PLIN-IF-SUP-ESQ-L2 y PLIN-IF-SUP-ESQ-L4 de Superestructura de vía. Plantas esquemáticas de las líneas 2 y 4.

Como se ha indicado en puntos anteriores, la fijación DFF/T se ha previsto en los tramos rectos. La fijación DFF-ADH se ha previsto en todas las curvas y en los tramos en los que la distancia del eje de vía al edificio más próximo es inferior a 15 m. Por último, la manta elastomérica se prevé cuando dicha distancia es inferior a 10 m, o cuando hay edificios singulares (hospitales, colegios, parroquias, teatros, edificios de gran altura, edificios históricos, etc...) a menos de 80 m.

La manta prevista es una **tipo SYLOMER**, o similar, que es un material de gran elasticidad con gran capacidad de aislar ruidos y vibraciones. SYLOMER tiene un amplio catálogo de mantas elastoméricas, que se pueden colocar en diferentes espesores en función de las cargas estáticas y dinámicas. Las características principales del material son:

- Estructura celular mixta.
- Cargas estáticas de uso de $0,011 \text{ N/mm}^2$ a $1,2 \text{ N/mm}^2$.
- Cargas máximas de hasta 6.0 N/mm^2 .
- Baja dependencia de la amplitud de la onda perturbadora.
- Comportamiento a largo plazo asegurado.
- Resistencia a la fatiga.
- Amplia gama de productos, 10 tipos estándar, que cubren las necesidades de los posibles cálculos.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASAÑE GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL



Considerando una carga estática por eje de 10 Tn, la manta adecuada es la SYLOMER SR250 o similar.

005721

A continuación se incluye la ficha de la misma:

Material poliuretano de célula mixta
 Color rojo

Rango standard del Sylomer®
 Rango de uso estático

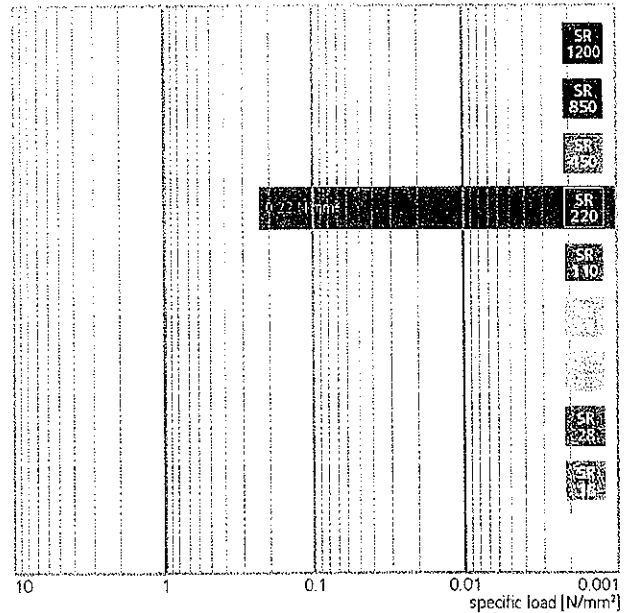
Dimensiones standard en stock

Espesores: 12.5 mm con Sylomer® SR 220 – 12
 25 mm con Sylomer® SR 220 – 25

Rollos: 1,5m de ancho por 5m de largo

Tiras: Ancho máx. de 1,5m por largo máx. de 5m.

Otras dimensiones(incluido espesores diferentes) o piezas especiales estampadas o moldeadas se podrían fabricar bajo demanda.




Área de aplicación	Carga de compresión	Redes
	Depende del factor de forma, estos valores son válidos para factor de forma=3	
Rango de uso estático (Cargas estáticas)	hasta 0.022 N/mm ²	aprox 10%
Rango de cargas operativas (Suma de cargas estáticas y dinámicas)	hasta 0.035 N/mm ²	aprox 20%
Cargas puntuales (cargas de corta duración o poco frecuentes)	hasta 4 N/mm ²	aprox 70%

Propiedades del material		Método de ensayo	Comentarios
Factor de pérdida mecánica(amortiguamiento)	$\eta = 0.25$	DIN 53513*	Depende de la frecuencia carga y amplitud
elasticidad al rebote	45 %	DIN 53573	Tolerancia $\pm 10\%$
Compresion set	< 5 %	EN ISO 1856	50%, 23°C 70h, 30 min después de descargarlo
Módulo a cizalla estático	0.03 N/mm ²	DIN ISO 1827*	A la carga específica de 0.022 N/mm ²
Módulo a cizalla dinámico	0.10 N/mm ²	DIN ISO 1827*	A la carga específica de 0.022 N/mm ² a 10Hz
Coefficiente de rozamiento(acero)	$\mu_s = 0.5$	Getzner Werkstoffe	Seco
Coefficiente de rozamiento(hormigón)	$\mu_g = 0.7$	Getzner Werkstoffe	Seco
Abrasión	1400 mm ³	DIN 53516	Carga 10 N, superficie inferior
Temperatura operativa	-30 bis 70 °C		Acepta picos de temperatura superiores
Resistividad al volumen específico	> 10 ¹² Ω cm	DIN IEC 98	Seco
Conductividad térmica	0.05 W/(mK)	DIN 52612/1	
Comportamiento al fuego	B2 B, C und D	DIN 4102 EN ISO 11925-2	Autoextingible

Figura 51. Ficha del sistema SYLOMER SR250 o similar

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BAZA DE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



En resumen, y considerando los criterios que ya se han explicado, se ha optado por la instalación de sistemas de protección de 3 tipos:

- o Fijación propuesta en tramos rectos: PLACA RAILTECH-SUFETRA-TRANOSA O SIMILAR, CON FIJACION DFF/T Y CLIPS DSA
- o Primer nivel de atenuación: PLACA ADHERIZADA RAILTECH-SUFETRA-TRANOSA O SIMILAR, CON FIJACION DFF/ADH Y CLIPS VOSSLOH SKL-3 Y
- o Segundo nivel de atenuación: MANTA AMORTIGUADORA DE VIBRACIONES MODELO SYLOMER FC250 O SIMILAR DE 25 MM DE ESPESOR


A continuación, se detalla la ubicación y longitud de los sistemas antivibratorios a instalar en las líneas 2 y 4 de metro para cada una de las etapas.

6.1 PLACA ADHERIZADA CON FIJACIÓN DFF/ADH

En la **línea 2 de metro**, se ha previsto la instalación de placa adherizada con fijación DFF/ADH según se detalla en el cuadro siguiente:

ETAPA	LÍNEA 2 UBICACIÓN	LONGITUD
ETAPA 2	PK 0+121,000 - 0+687,909	566,909
	CURVA R>400 (0+904,830 - 1+073,351)	168,521
	PK 1+073,351 - 1+273,456	200,105
	CURVA R<400 (1+273,456 - 1+488,064)	214,608
	P.K. 1+488,064 - 1+671,524	183,460
	CURVA R>400 (1+671,524 - 1+825,097)	153,573
	P.K. 1+825,097-2+425,000	599,903
	P.K. 2+557,628 - 2+660,057	102,429
	P.K. 2+985,997 - 3+142,827	156,830
	P.K. 3+982,903 - 4+139,733	156,830
	CURVA R>400 (4+442,060 - 4+561,760)	119,700
	P.K. 4+739,003 - 5+031,571	292,568
	P.K. 5+031,571- 5+128,871	97,300
	CURVA R>400 (5+128,871 - 5+305,909)	177,038
	P.K. 5+461,79 - 5+575,000	113,210
P.K. 5+700,000 - 5+933,400	233,400	


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AL CALIFICADO JUAN DASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL




ETAPA	LÍNEA 2 UBICACIÓN	LONGITUD
	P.K. 5+933,400 - 6+085,220	151,820
	CURVA R<400	
	('P.K. 6+158,020 - 6+369,688)	211,668
	P.K. 6+369,688 - 6+550,000	180,312
	P.K. 6+550,000 - 6+625,718	75,718
	CURVA R< 400	
	('P.K. 6+625,718 - 6+785,341)	159,623
	P.K. 6+785,341 - 7+074,869	289,528
	CURVA R<400	
	'P.K. 7+074,869 - 7+237,947	163,078
	P.K. 7+237,947 - 7+327,947	90,000
	CURVA R<400	
	(7+327,947 - 7+650,000)	322,053
	CURVA R<400	
	(7+650,000 - 7+713,336)	63,336
	P.K. 7+713,336 - 8+017,365	304,029
	P.K. 8+275,000 - 8+327,032	52,032
	CURVA R>400	
	(8+327,032 - 8+438,177)	111,145
	P.K. 8+632,860 - 8+787,090	154,230
	CURVA R>400	
	(8+942,165 - 9+062,764)	120,599
	CURVA R>400	
	(9+188,088 - 9+311,569)	123,481
	P.K. 9+502,784 - 9+659,014	156,230
	CURVA R<400	
	(9+921,784 - 9+968,200)	46,416
	P.K. 10+075,000 - 10+492,676	417,676
	P.K. 10+492,676 - 10+964,284	471,628
	P.K. 10+964,284 - 11+277,420	313,136
	P.K. 11+277,420 - 11+638,124	360,704
	CURVA R<400	
	(11+638,124 - 11+733,893)	95,769
ETAPA 1 B (1º PARTE)	P.K. 11+950,000 - 12+178,647	228,647
	CURVA R<400	280,657

005724


ETAPA	LÍNEA 2 UBICACIÓN	LONGITUD
	(12+178,647 - 12+459,304)	
	CURVA R<400	
	('P.K. 12+635,613 - 12+933,715)	298,102
	P.K. 12+933,715 - 13+318,270	384,555
	P.K. 13+318,270- 13+474,716	156,446
	CURVA R>400	
	(13+474,716 - 13+598,242)	123,524
	P.K..13+598,242 - 14+098,220	499,978
	P.K. 14+224,569 - 14+319,526	94,963
	P.K. 14+475,000 - 14+552,069	77,069
	CURVA R>400	
	(14+552,069 - 14+647,032)	94,963
	P.K. 14+647,032 - 14+944,413	297,381
	P.K. 14+944,413 -15+400,000	455,587
	CURVA R<400	
	(15+524,577 - 15+693,445)	168,868
	P.K. 15+739,630 - 15+893,864	154,234
	CURVA R<400	
	(15+947,988 - 15+996,777)	48,789
	P.K. 15+996,777 - 16+100,000	103,223
	CURVA R>400	
	(P.K. 16+219,882 - 16+482,230)	262,348
	P.K. 16+592,666 - 16+876,884	283,996
	CURVA R>400	
	(16+876,884 - 17+018,265)	141,381
	P.K. 17+421,152 - 17+632,000	210,848
	CURVA R>400	
	(17+632,000 - 17+747,349)	115,349
	P.K. 17+803,315 - 18+100,000	296,686
	P.K. 18+100,000 - 18+356,054	256,054
	CURVA R>400	
	(18+356,054 - 18+433,015)	76,961
	P.K. 18+433,015 - 18,873,100	440,085
	CURVA R>400	
	(18+873,100 - 18+954,001)	80,901

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN CASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 

005725

ETAPA	LÍNEA 2 UBICACIÓN	LONGITUD
ETAPA 1A	P.K. 18+954,001 - 19+064,497	110,496
	CURVA >400	
	(P.K. 19+064,497 - 19+181,512)	117,015
	P.K. 19+181,512 - 19+318,340	136,828
	P.K. 19+318,340 - 19+608,299	289,959
	CURVA >400	
	(P.K. 19+608,299 - 19+743,501)	135,202
	CURVA R>400	
	(19+976,529 - 20+156,477)	179,948
	P.K. 20+267,645 - 20+643,369	375,724
	CURVA R>400	
	(20+779,087 - 20+891,162)	112,075
	CURVA R>400	
	(21+137,120 - 21+233,889)	96,769
	P.K. 21+422,090 - 21+576,320	154,230
	CURVA R>400	
	(21+785,127 - 21+992,259)	207,132
	CURVA R>400	
(22+255,600 - 22+422,891)	167,514	
P.K. 22+554,255 - 22+650,000	95,745	
P.K. 22+650,000 - 22+820,130	170,130	
P.K. 23+127,684 - 23+214,879	87,195	
P.K. 23+340,248 - 23+381,842	41,594	
P.K. 23+455,360 - 23+609,290	153,930	
P.K. 23+708,398 - 23+781,341	72,943	
CURVA R>400		
(23+781,341 - 24+045,300)	263,959	
P.K. 24+045,300 - 24+171,854	126,554	
P.K. 24+366,823 - 24+634,005	267,182	
P.K. 25+375,000 - 25+734,132	359,132	
CURVA R>400		
(25+943,044 - 26+148,495)	205,451	
P.K. 26+241,565 - 26+328,760	87,195	
CURVA R<400		
(26+439,538 - 26+486,345)	46,807	

ETAPA 1 B (2º PARTE)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 

X



005726

LÍNEA 2		
ETAPA	UBICACIÓN	LONGITUD
	P.K.26+486,345 - 26+686,417	200,072
	P.K. 26+686,417 - 26+817,949	131,532
	P.K. 26+817,949 - 26+992,780	174,831

En la línea 4 de metro, se ha previsto la instalación de placa con fijación DFF/T según se detalla en el cuadro siguiente:

LÍNEA 4		
ETAPA	UBICACIÓN	LONGITUD
	P.K. 0+233,609 - 0+684,985	451,376
	CURVA R<400 (P.K. 1+057,900 - 1+244,093)	186,193
	P.K. 1+323,60 - 1+481,030	157,430
	P.K. 2+129,202 - 2+216,398	87,196
	P.K. 2+309,202 - 2+350,796	41,594
	P.K.2+449,107 - 2+605,937	156,830
	PK 2+699,204-2+740,798	41,594
	P.K. 2+800,202 - 2+887,398	87,196
	CURVA R>400 (P.K. 3+004,070 - 3+213,489)	209,419
	P.K. 3+482,880 -3+674,130	191,250
ETAPA 2	CURVA R>600 (P.K. 3+674,130 - 3+741,699)	67,569
	P.K.3+863,773 - 3+941,831	78,101
	P.K. 4+059,202 - 4+497,570	438,368
	CURVA R>400 (5+105,329-5+214,704)	109,375
	P.K. 5+262,579 - 5+420,000	157,421
	CURVA R>400 (5+420,000 - 5+606,986)	186,986
	CURVA R>400 (5+749,300 - 5+922,151)	172,851
	CURVA R>400 (6+128,572 - 6+204,370)	75,798
	P.K. 6+300,000 - 6+456,670	156,670

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASADI GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



005727

ETAPA	LÍNEA 4 UBICACIÓN	LONGITUD
	CURVA R>400	
	(6+602,767 - 6+852,827)	250,060
	P.K. 6+852,827 - 7+627,694	774,867

6.2 PLACA CON FIJACIÓN DFF/T Y CLIPS DSA

En la línea 2 de metro, se ha previsto la instalación de placa con fijación DFF/T según se detalla en el cuadro siguiente:

ETAPA	LÍNEA 2 UBICACIÓN	LONGITUD
	P.K.. 0+687,909 - 0+904,830	216,921
	P.K.. 2+425,000 - 2+557,628	132,628
	P.K.2+660,057-2+985,997	325,940
	P.K.3+142,827- 3+982,903	840,076
	P.K..4+139,733 - 4+442,060	302,327
	P.K..4+561,760 - 4+739,003	177,243
	P.K..5+305,909 - 5+461,79	155,881
	P.K..5+575,000 - 5+700,000	125,000
ETAPA 2	P.K..6+085,220 - 6+158,020	72,800
	P.K..8+017,365- 8+275,000	257,635
	P.K..8+438,177 - 8+632,860	194,683
	P.K..8+787,090 - 8+942,165	155,075
	P.K..9+062,764 - 9+188,088	125,324
	P.K..9+311,569 - 9+502,784	191,215
	P.K..9+659,014 - 9+921,784	262,770
	P.K..9+968,200 - 10+075,000	106,800
	P.K..11+733,893 - 11+950,000	216,107
	P.K..12+459,304 - 12+635,613	176,308
	P.K..14+098,220 - 14+224,563	126,343
ETAPA 1 B (1ª PARTE)	P.K..14+319,526 - 14+475,000	155,474
	P.K..15+400,000 - 15+524,577	124,577
	P.K..15+693,445 - 15+739,630	46,185
	P.K..15+893,864 - 15+947,988	54,124

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASARIN LAMAY
 REPRESENTANTE LEGAL

[Handwritten signature]

LÍNEA 2		
ETAPA	UBICACIÓN	LONGITUD
	P.K..16+100,000 - 16+219,882	119,882
	P.K..16+482,230 - 16+592,666	110,436
	P.K..17+018,265 - 17+421,152	402,887
	P.K..17+747,349 - 17+803,315	55,966
	P.K..19+743,501 - 19+976,529)	233,028
	P.K..20+156,477 - 20+267,645)	111,168
	P.K..20+643,369 - 20+779,087	135,718
	P.K..20+891,162 - 21+137,120)	245,958
	P.K..21+233,889 - 21+422,090	188,201
ETAPA 1A	P.K..21+576,320 - 21+785,127	208,807
	P.K..21+992,259 - 22+255,600)	263,341
	P.K..22+422,891 - 22+554,255)	131,364
	P.K..22+820,130 - 23+127,684	307,554
	P.K. 23+214,879 - 23+340,248	125,369
	P.K. 23+381,842 - 23+455,360	73,518
	P.K..23+609,290 - 23+708,398	99,108
	P.K..24+171,854 - 24+366,823	194,969
ETAPA 1B (2ª PARTE)	P.K..24+634,005 - 25+375,000)	740,995
	P.K..25+734,132 - 25+943,044	208,912
	P.K..26+148,495 - 26+241,565	93,070
	P.K..26+328,760 - 26+439,538	110,778

En la línea 4 de metro, se ha previsto la instalación de placa con fijación DFF/T según se detalla en el cuadro siguiente:

LÍNEA 4		
ETAPA	UBICACIÓN	LONGITUD
	P.K. 0+163,109 - 0+233,609	70,500
	P.K. 0+684,985 - 1+057,900	372,915
	P.K. 1+244,093 - 1+323,600	79,507
ETAPA 2	P.K. 1+481,030 - 2+129,202	648,172
	P.K. 2+216,398-2+309,202	92,804
	P.K. 2+350,796 - 2+449,107	98,311
	P.K. 2+605,937 - 2+699,204	93,267

ETAPA	LÍNEA 4 UBICACIÓN	LONGITUD
	P.K. 2+740,798-2+800,202	59,404
	P.K. 2+887,398 - 3+004,070	116,672
	P.K. 3+213,489 - 3+482,880	269,391
	P.K. 3+741,831 - 3+863,737	122,038
	P.K. 3+941,831 - 4+059,202	117,371
	P.K. 4+497,570-5+105,329	607,759
	P.K. 5+214,704 - 5+262,579	47,875
	P.K. 5+606,986-5+749,300	142,314
	P.K. 5+922,151 - 6+128,572	206,062
	P.K. 6+204,370 - 6+300,000	95,630
	P.K. 6+456,670 - 6+602,767	146,097
	P.K. 0+163,109 - 0+233,609	70,500


6.3 MANTA ELASTOMÉRICA

En la línea 4 de metro, no se ha previsto la instalación de manta amortiguadora de vibraciones.

En la línea 2 de metro, se ha previsto su instalación según se detalla e el cuadro siguiente:

ETAPA	UBICACIÓN	LONGITUD
	PK 1+073,351 - 1+273,456	200,105
	CURVA R<400 (1+273,456 - 1+488,064)	214,608
	P.K. 1+488,064 - 1+671,524	183,460
	P.K. 5+031,571- 5+128,871	97,300
	CURVA R<400 (P.K. 6+158,020 - 6+369,688)	211,668
ETAPA 2	P.K. 6+369,688 -6+550,000	180,312
	CURVA R<400 'P.K. 7+074,869 - 7+237,947	163,078
	P.K. 7+237,947 - 7+327,947	90,000
	CURVA R<400 (7+327,947 - 7+650,000)	322,053
1 B	P.K. 11+950,000 - 12+178,647	228,647
(1º PARTE)	CURVA R<400	298,102

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



ETAPA	UBICACIÓN	LONGITUD
	(P.K. 12+635,613 - 12+933,715)	
	P.K. 12+933,715 - 13+318,270	384,555
	P.K. 14+944,413 - 15+400,000	455,587
	P.K. 18+100,000 - 18+356,054	256,054
	CURVA R>400	
	(18+356,054 - 18+433,015)	76,961
	CURVA R>400	
	(18+873,100 - 18+954,001)	80,901
1A	P.K. 22+554,255 - 22+650,000	95,745
	CURVA R<400	
1 B	(26+439,538 - 26+486,345	46,807
(2º PARTE)	P.K.26+486,345 - 26+686,417	200,072
	P.K. 26+817,949 - 26+992,780	174,831

7 DESCRIPCIÓN Y ELEMENTOS QUE COMPONEN LA SUPERESTRUCTURA EN LOS PATIOS TALLER

En los patios de Santa Anita y Bocanegra, que se han diseñado con vía balastada. La superestructura en este caso, se describe en el punto A.9.6.

8 CUMPLIMIENTO DE LOS NIVELES DE SERVICIO.


A la hora de elegir el tipo de vía en placa para este proyecto se han tenido en cuenta las implicaciones que tendrá este tipo de vía en el cumplimiento de los niveles de servicio en la fase de explotación. El sistema diseñado para la superestructura ha sido el de vía en placa o vía sobre placa de hormigón, excepto en los patios de Santa Anita y Bocanegra, que se han diseñado con vía balastada.

Las ventajas de la vía en placa frente a la vía tradicional balastada son las siguientes:

- o Comportamiento mecánico: Gran uniformidad de rigidez vertical, fuerte resistencia lateral y mejor transmisión de tensiones a las capas inferiores.
- o Durabilidad: Mayor vida útil de la losa portante (60 años) y mejora de otros elementos, como el riel.
- o Mantenimiento: Buena conservación de la geometría de vía y prácticamente invariable con el paso del tiempo para cualquier velocidad de explotación, lo que minimiza los costes a lo largo de la vida útil y reduce los intervalos de tiempo necesarios para las labores de conservación, beneficiando a la explotación.
- o Altura de construcción y gálibo: Disminución respecto a la vía balastada.
- o Practicabilidad: Transitabilidad con vehículos de ruedas neumáticas.
- o Limpieza: Mejora estética y eficacia de elementos habilitados.

005731

En el apartado H.5 se indican los niveles de servicio para cada etapa del proyecto para el sistema ferroviario. Los niveles de servicio que se proponen mejoran en todos los casos los niveles de servicios que requiere el contrato de concesión.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 




<p>C.1.1.</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACION DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
--	---

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

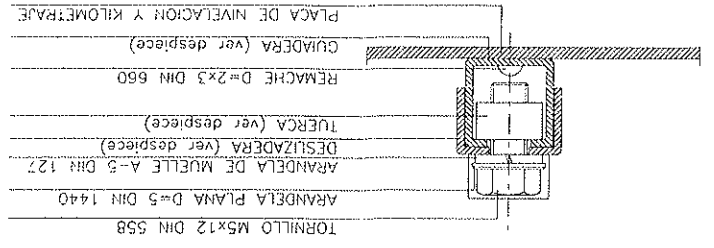
C.1.1. SUPERESTRUCTURA DE VÍA

APÉNDICE 1. PLANOS

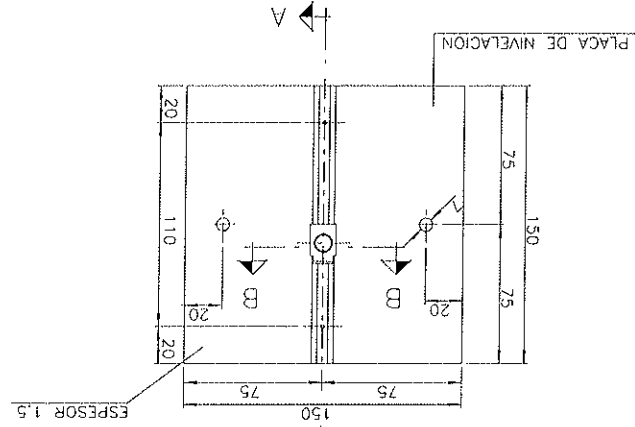
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN SACABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 



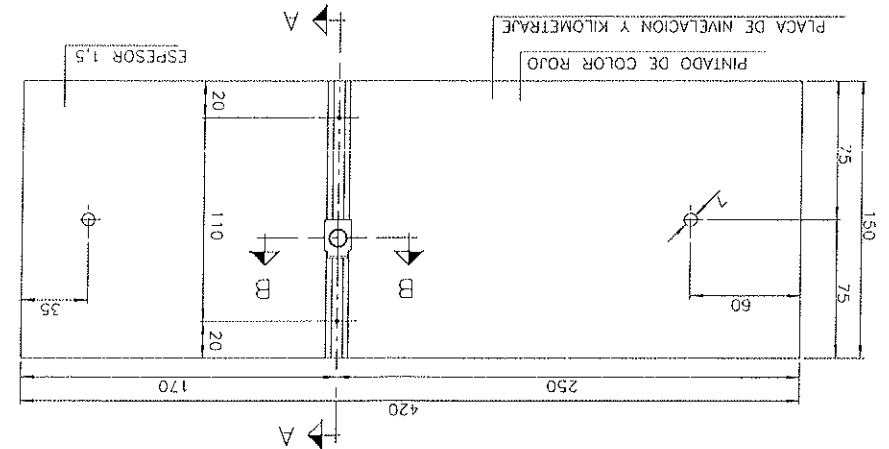
NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETELLES, DIAGONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFFADH



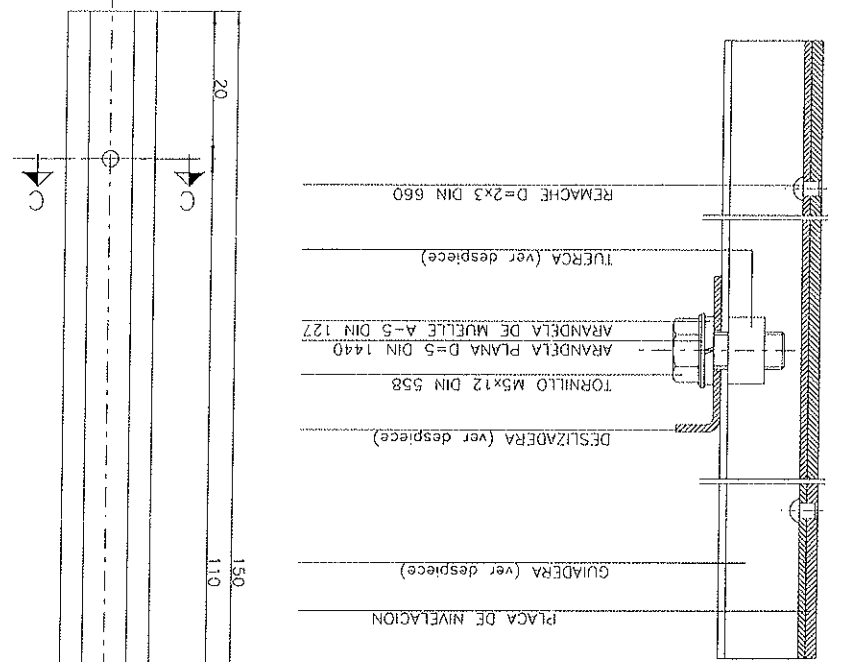
SECCIÓN B - B
ESCALA 1:1
(COTAS EN mm)



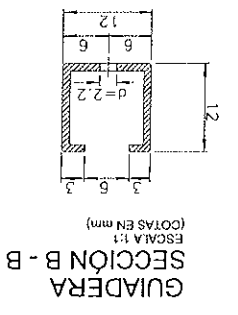
DESLIZADERA EN PLACA DE NIVELACIÓN
CONJUNTO
ESCALA 1/4
(COTAS EN mm)



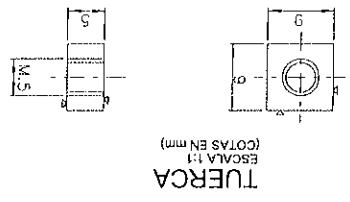
PLACA DE KILOMETRAJE POR DECAMETROS
CON DESLIZADERA DE NIVELACION, CONJUNTO
ESCALA 1/4
(COTAS EN mm)



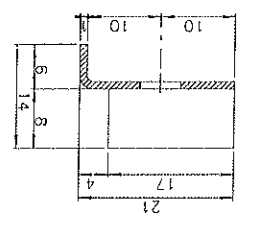
SECCIÓN A - A
ESCALA 1:1
(COTAS EN mm)



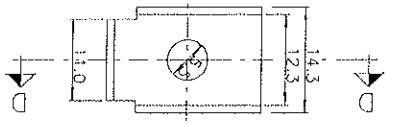
SECCIÓN B - B
ESCALA 1:1
(COTAS EN mm)



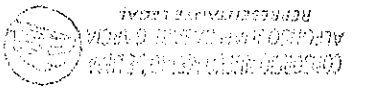
TUERCA
ESCALA 1:1
(COTAS EN mm)



SECCIÓN D - D



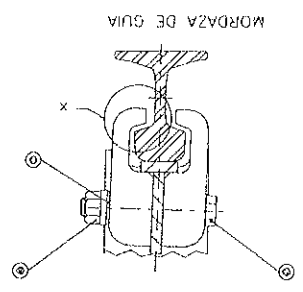
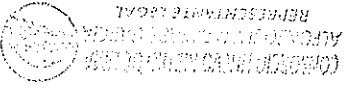
DESLIZADERA
ESCALA 1:1
(COTAS EN mm)



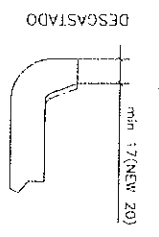
005753

1004-PLIN-IF-SUP-DET-P-010.dwg

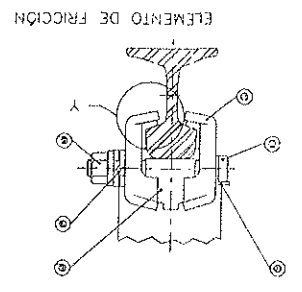
NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETILES, DIAGONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH



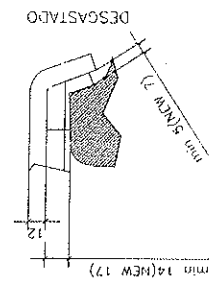
SECCION A - A
(COTAS EN mm)



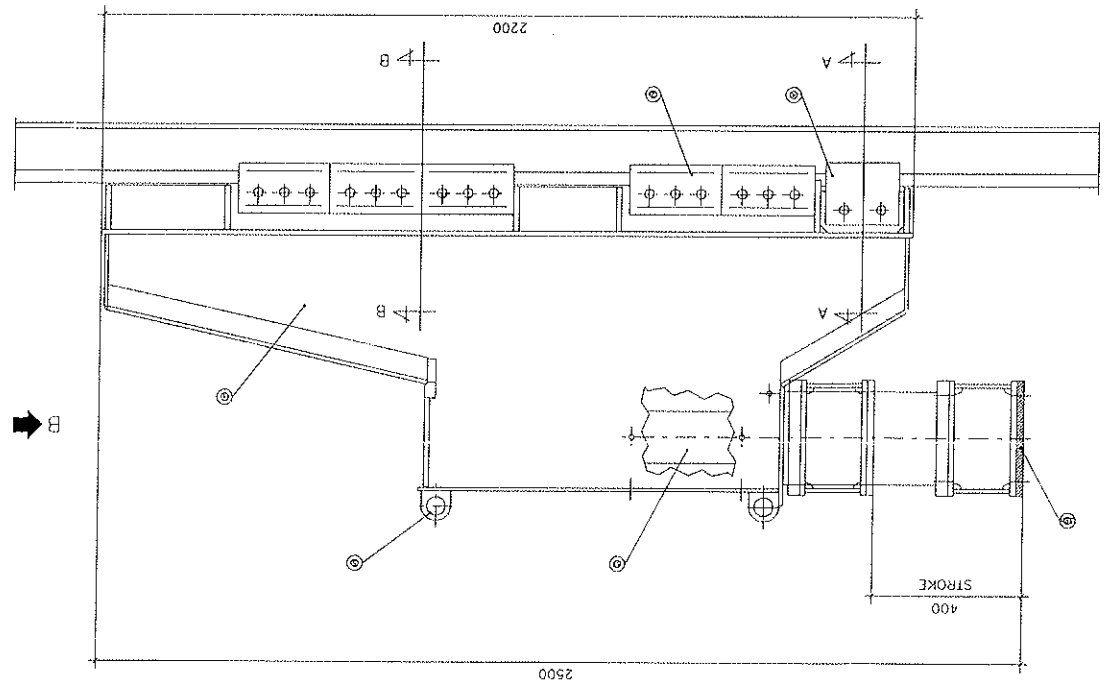
DETALLES X
(COTAS EN mm)



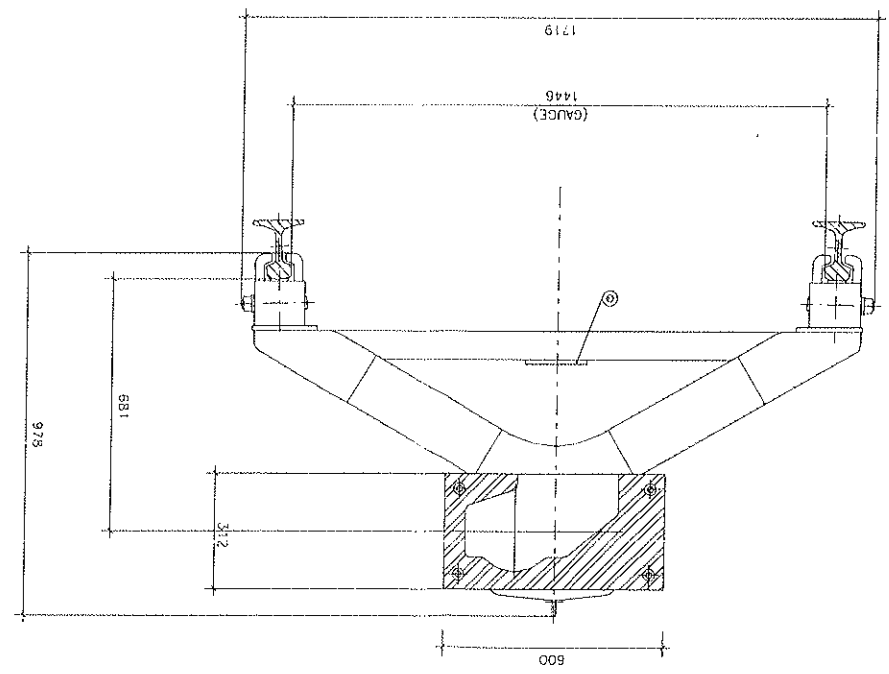
SECCION B-B
(COTAS EN mm)



DETALLES Y
(COTAS EN mm)



DETALLES TOPERA
ESCALA 1:30
(COTAS EN mm)

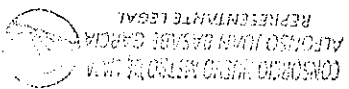


VISTA POR B
ESCALA 1:10
(COTAS EN mm)

005754



CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

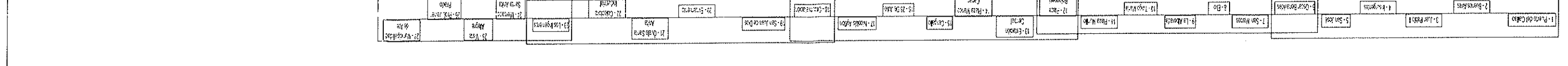
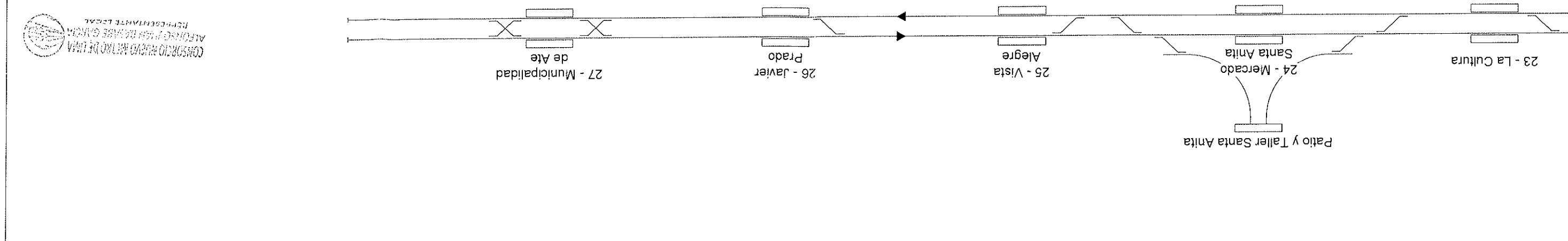
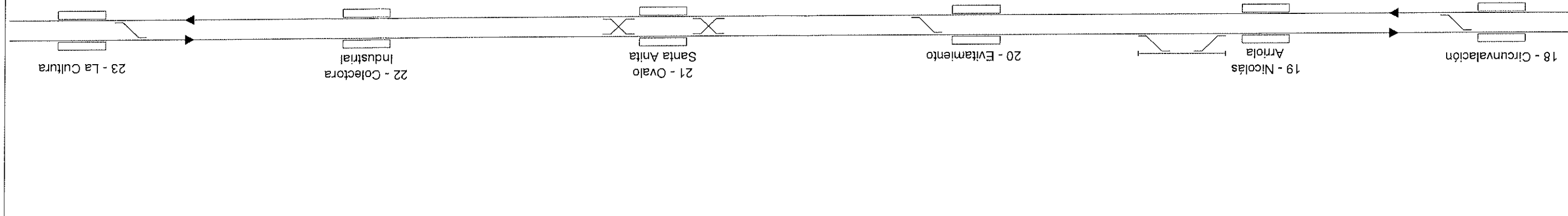
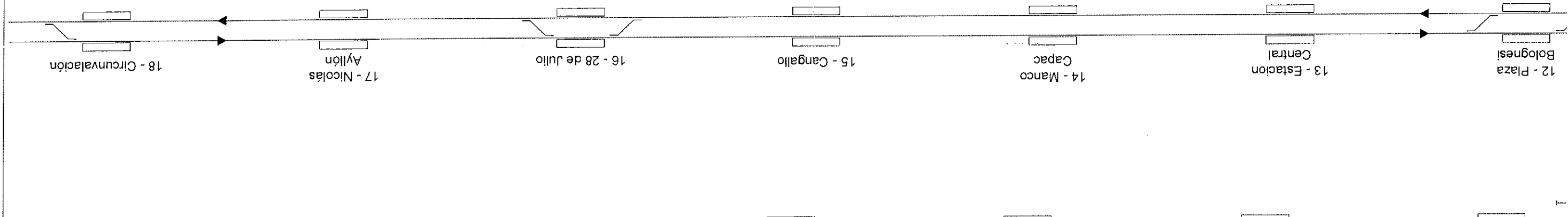
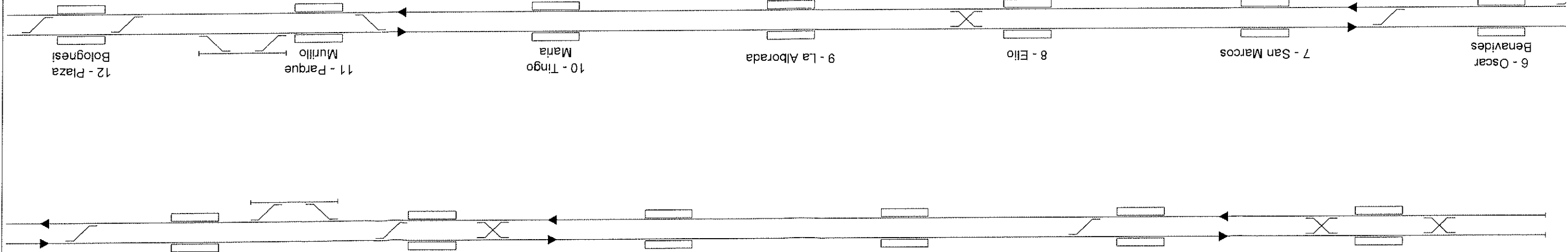



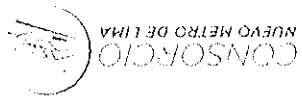

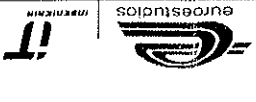
CODIGO	INDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
PLOC-GEN-GEN-E-L2	LÍNEA 2. PLANO ESQUEMÁTICO DE LÍNEA	S/E	1
PLOC-GEN-GEN-E-L4	LÍNEA 4. PLANO ESQUEMÁTICO DE LÍNEA	S/E	1
PLIN-IF-SUP-ST	SUPERESTRUCTURA DE VÍA. SECCIONES TIPO	VARIAS	11
PLIN-IF-SUP-DET	SUPERESTRUCTURA DE VÍA. DETALLES	VARIAS	10

P. CALLAO

ATE

6 - Oscar Benavides 5 - Estación Carmen de la Legua - L2 4 - Insurgentes 3 - Juan Pablo II 2 - Buenos Aires 1 - Puerto del Callao



CONSORCIOS
 CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"
 FECHA: FEBRERO 2014
 ESCALA: 1:1000
 PLANO Nº: PL-001
 PL-001-GEN-GEN-E-12-P-001
 REVISIÓN: 01 DE 01 2
 0102-PL-001-GEN-GEN-E-12-P-001.dwg

CONSORCIO PARA EL METRO DE LIMA
 ALFONSO UGUISO GARCÍA
 REPRESENTANTE LOCAL

[1249]

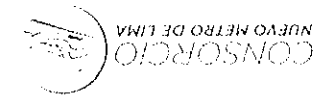
c:\p03\2521914\unap0202\doc\documentación\graficos\pl-001-GEN-GEN-E-12-P-001.dwg - 18/01/2014 - 10:53



ProInversión

[5125]

Agencia de Fomento de la Inversión Privada - FIP



CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES



ovesa < Curostudios

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

FECHA
FEBRERO 2014

ESCALA
1:100

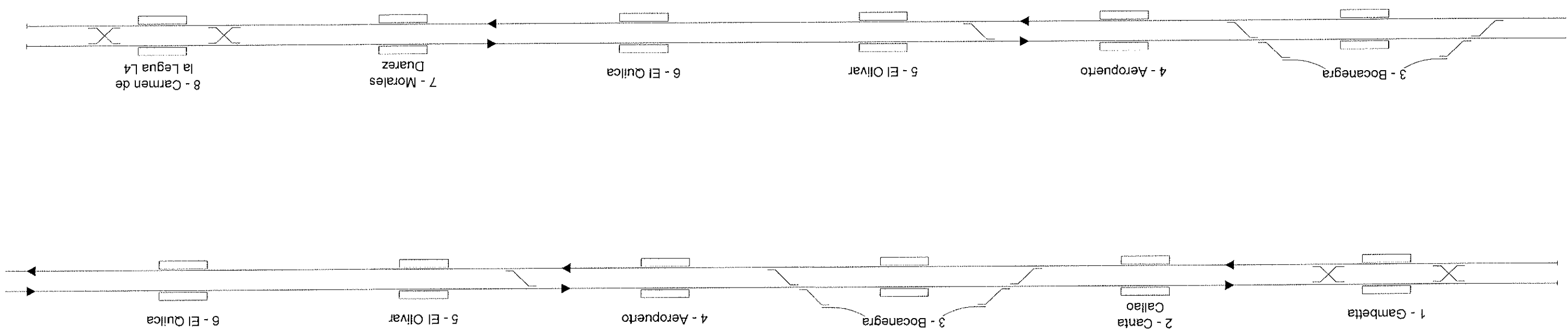
PLANO GEN. E-L4-P-001

LÍNEA 4
PLANO ESQUEMÁTICO DE LÍNEA

Hoja 01 de 01
REVISIÓN 2

0103-PLC-GEN-GEN-E-L4-P-001.dwg

1 - Gambetta	2 - Canta	3 - Bocanegra	4 - Aeropuerto	5 - El Olivar	6 - El Quilca	7 - Morales Duarez	8 - Carmen de la Legua L4
--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	---------------	--------------------	---------------------------



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN DAVILA GARCIA
INGENIERO EN SISTEMAS DE TRANSPORTES

005735

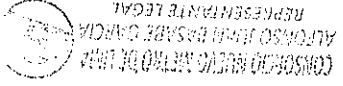
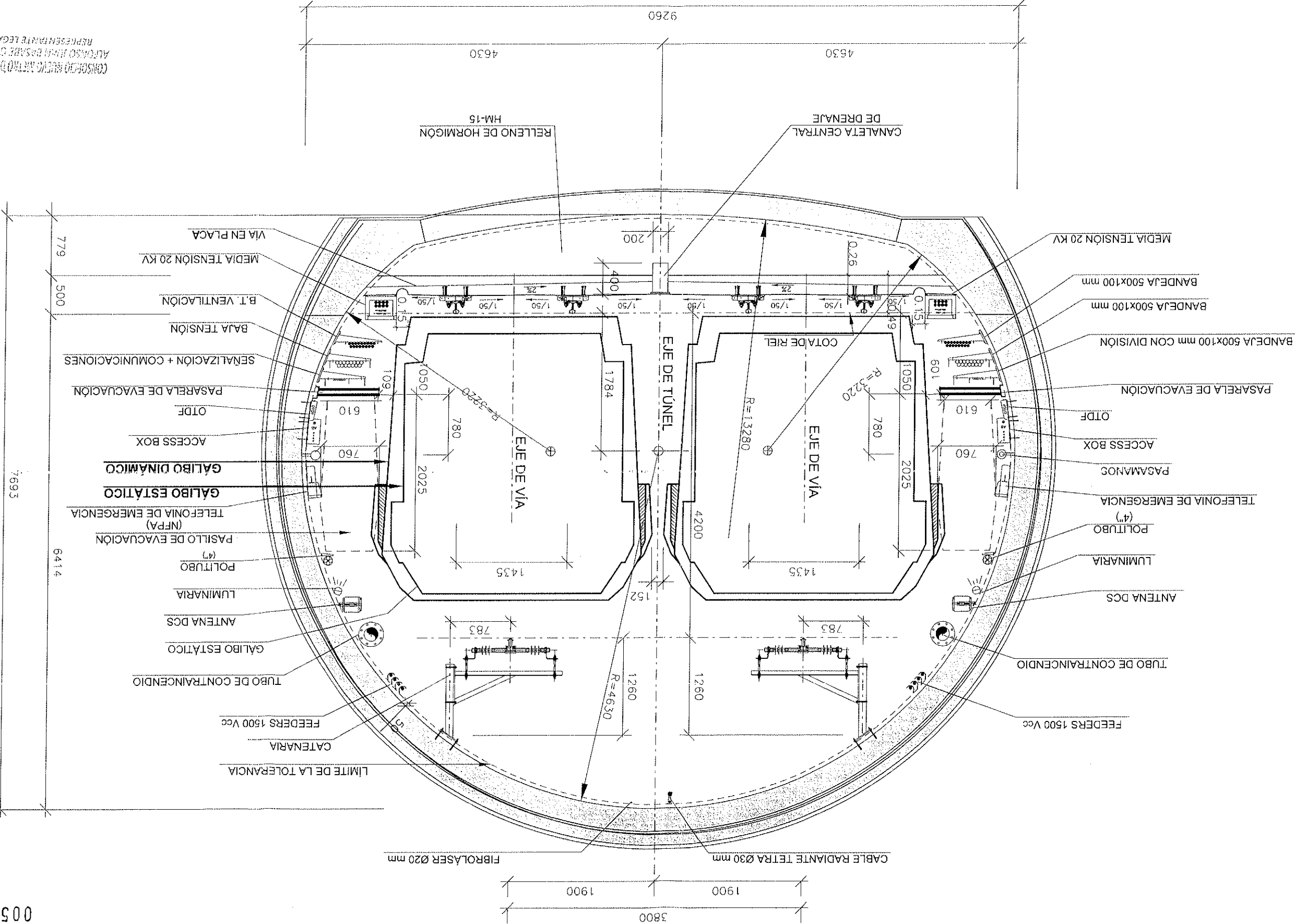
LIMA

P. CALLAO

NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETELLES, DIAGONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH

SECCIÓN TIPO TÚNEL CONVENCIONAL EN RECTA

NOTAS:
- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN mm.
- PERALTE MÁXIMO TÚNEL CONVENCIONAL ES 125 mm.
- PERALTE MÍNIMO TÚNEL CONVENCIONAL ES 10 mm.
- LA ANCHURA DE LA PASARELA ES ORIENTATIVA, SU DIMENSIÓN FINAL DEPENDERÁ DE LA MODULACIÓN COMERCIAL Y REPLANTEO FINAL
- PARA DETALLES DE VIA CONSULTAR PLANOS DE SUPERESTRUCTURA

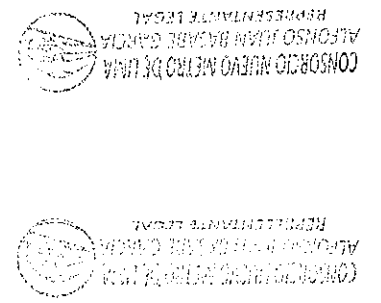
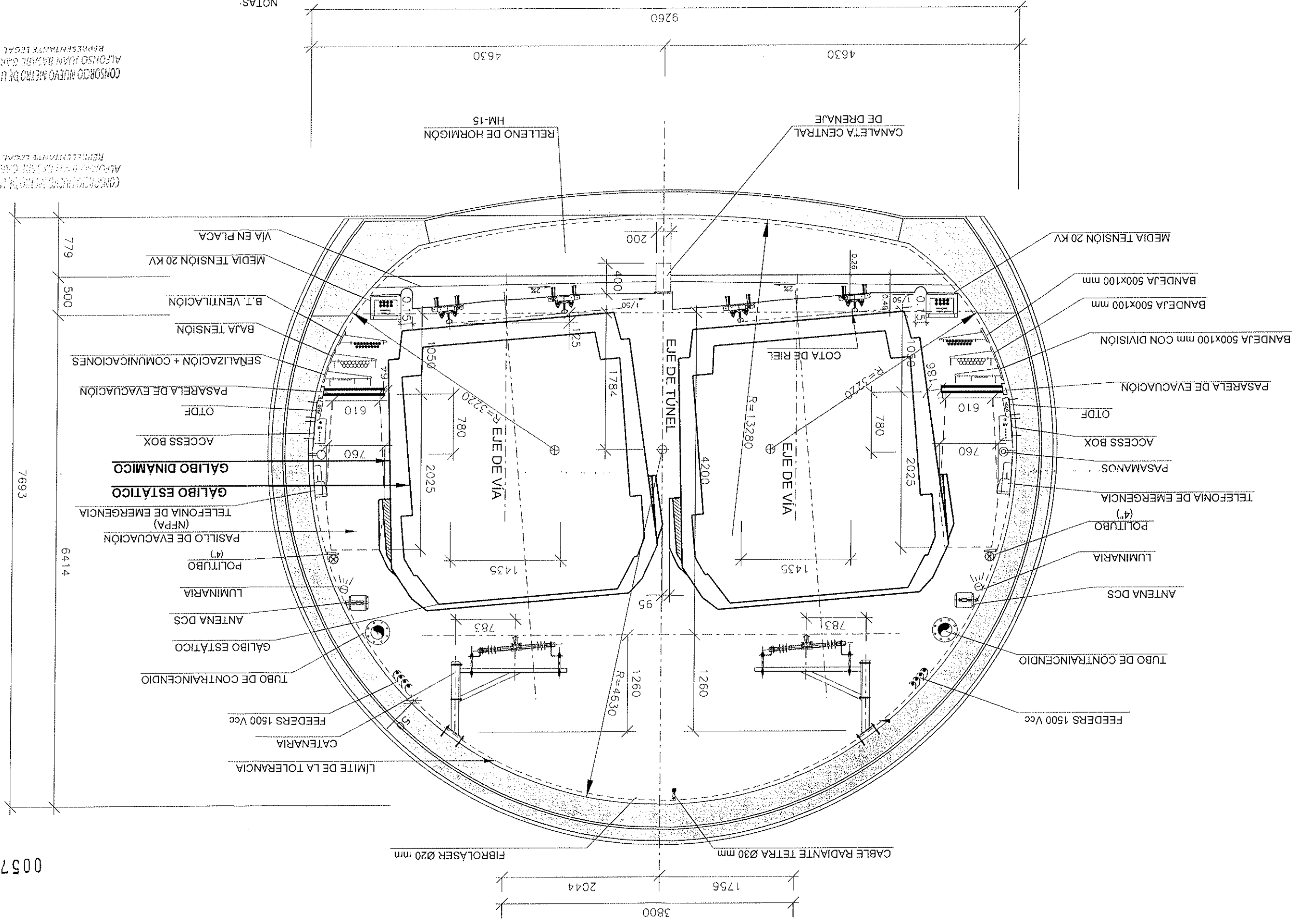


Elaborado: lina (20097) / versión: 02 / secciones: ipo_oreo (formato: dgn)

NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETELLES, DIAGONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH

SECCION TIPO TUNEL CONVENCIONAL EN CURVA (R= 350 m)

NOTAS:
- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN mm.
- PERALTE MÁXIMO TUNEL CONVENCIONAL ES 125 mm.
- PERALTE MÍNIMO TUNEL CONVENCIONAL ES 10 mm.
- LA ANCHURA DE LA PASARELA ES ORIENTATIVA, SU DIMENSION FINAL DEPENDERÁ DE LA MODULACIÓN COMERCIAL Y REPLANTEO FINAL
- PARA DETALLES DE VÍA CONSULTAR PLANOS DE SUPERESTRUCTURA

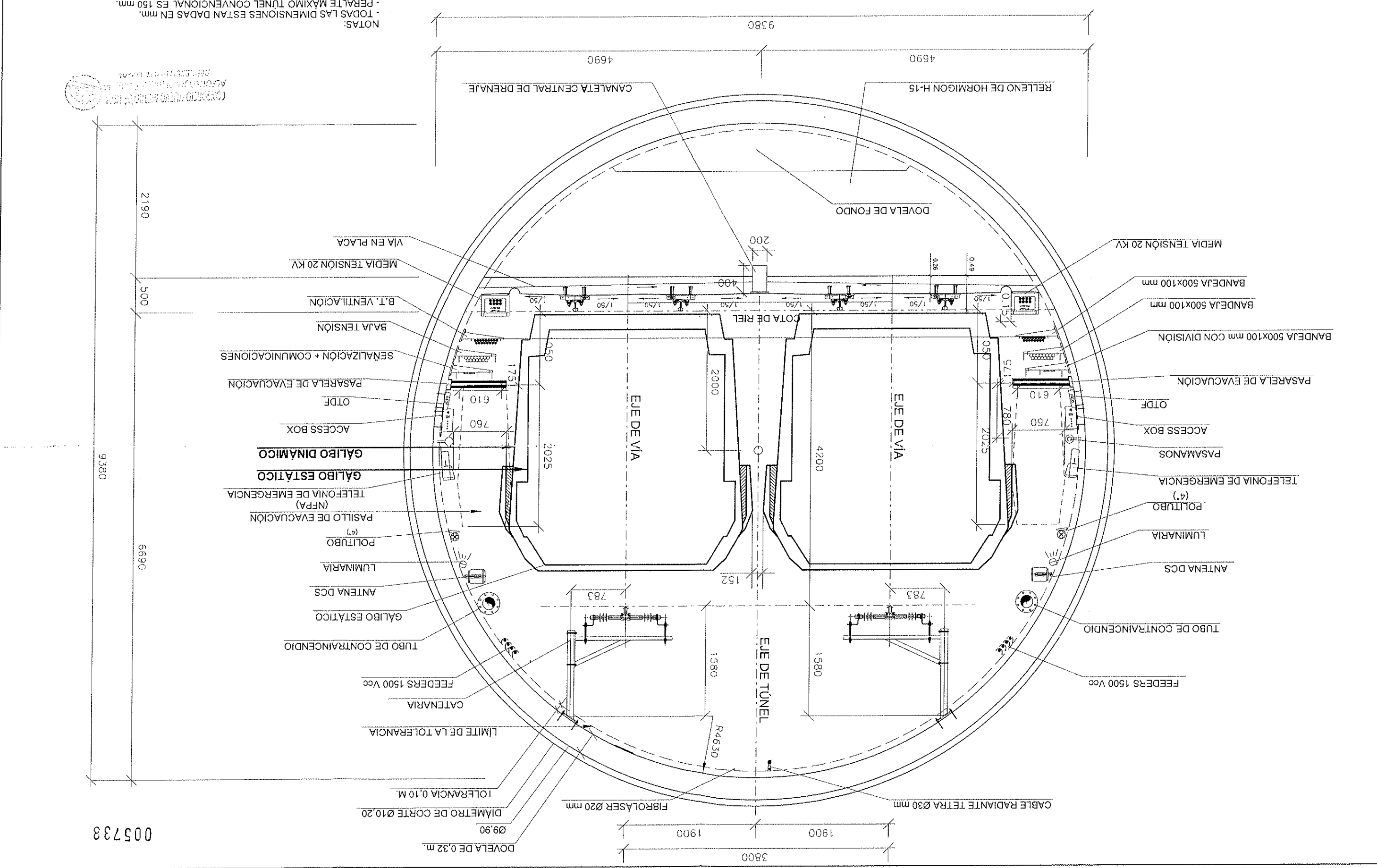


005737

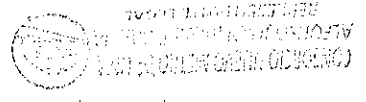
REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN
2	FEBRERO 2014	DEFINICIÓN GEOMÉTRICA SECCIÓN TIPO TÚNEL DE LÍNEA
3 de 9		
PLAN: PLOCC-TUN-FUN-LN-P-003		

NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETILES, DIAGONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIBRAZADORA DFF/ADH

SECCIÓN TIPO TÚNEL TBM EN RECTA



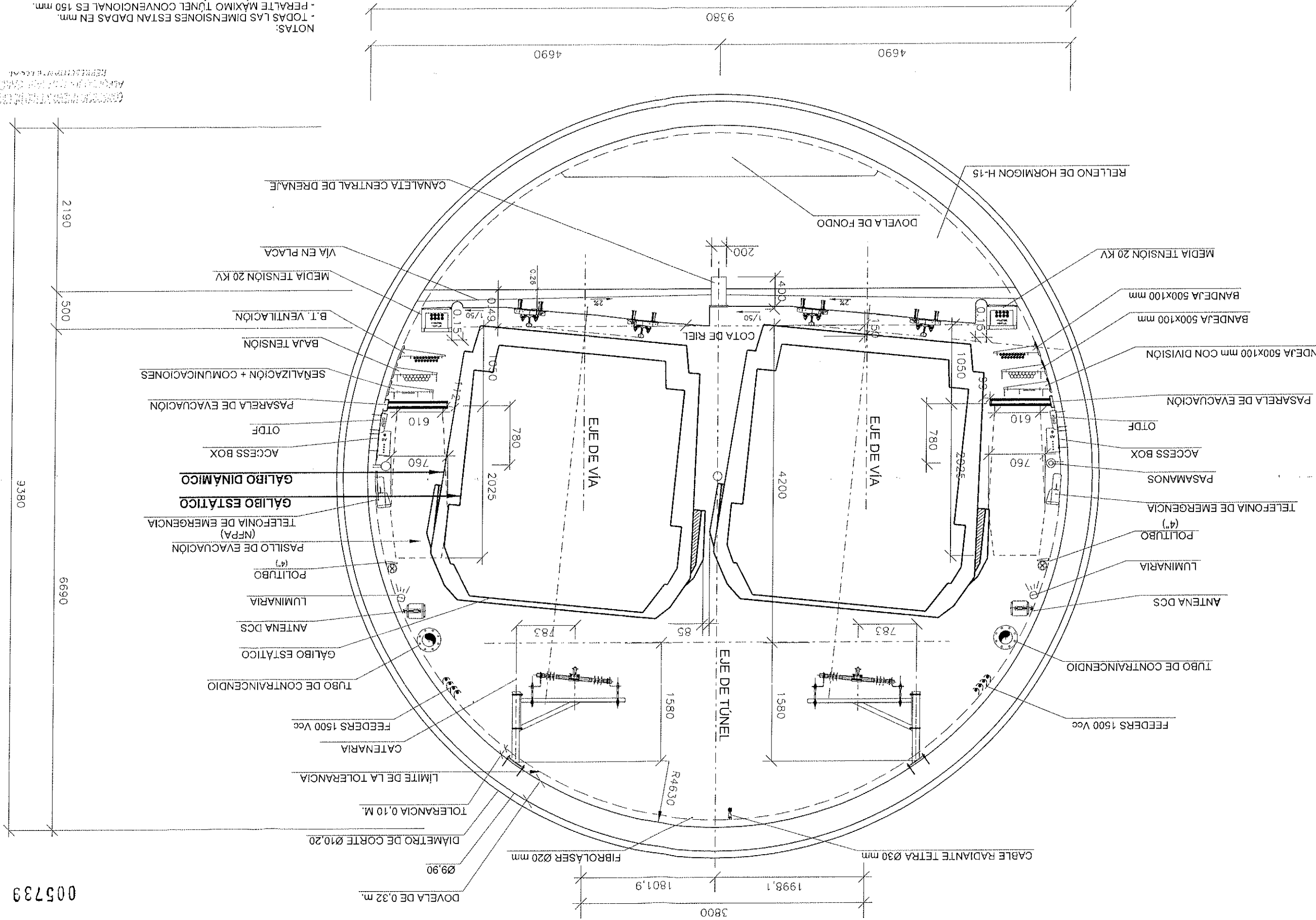
NOTAS:
 - TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN mm.
 - PERALTE MÁXIMO TÚNEL CONVENCIONAL ES 150 mm.
 - PERALTE MÍNIMO TÚNEL CONVENCIONAL ES 10 mm.
 - LA ANCHURA DE LA PASARELA ES ORIENTATIVA, SU DIMENSIÓN FINAL DEPENDERÁ DE LA MODULACIÓN COMERCIAL Y REPLANTEO FINAL
 - PARA DETALLES DE LA DOVELA DE FONDO CONSULTAR PLANOS DE TÚNEL
 - PARA DETALLES DE LA PASARELA CONSULTAR PLANOS DE SUPERESTRUCTURA



NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETILES, DIAGONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH

SECCIÓN TIPO TÚNEL TBM EN CURVA (R= 280 m)

NOTAS:
- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN mm.
- PERALTE MÁXIMO TÚNEL CONVENCIONAL ES 150 mm.
- PERALTE MÍNIMO TÚNEL CONVENCIONAL ES 10 mm.
- LA ANCHURA DE LA PASARELA ES ORIENTATIVA, SU DIMENSIÓN FINAL DEPENDERÁ DE LA MODULACIÓN COMERCIAL Y REPLANTEO FINAL
- PARA DETALLES DE LA DOVELA DE FONDO CONSULTAR PLANOS DE TÚNEL
- PARA DETALLES DE LA DOVELA DE FONDO CONSULTAR PLANOS DE TÚNEL



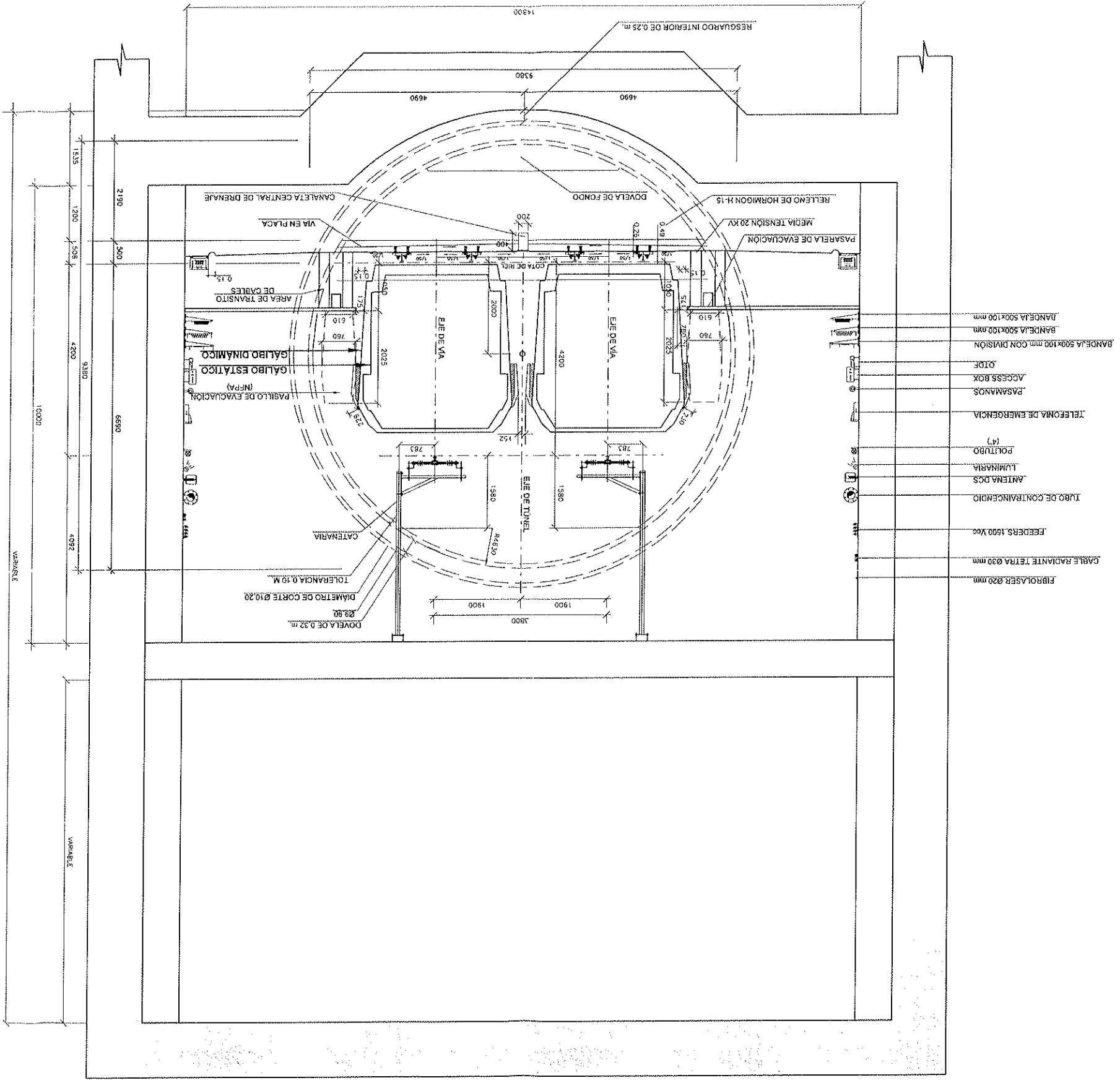
005739

C:\trabaja\proyectos\trab\2014\trab\0501\planos\0501-PLAC-TUN-FUN-LN-P-004-001-009.dwg

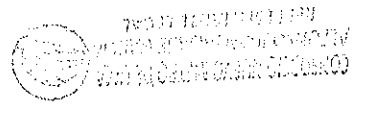
NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETILES, DIAGONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIBRATORIA DFF/ADH

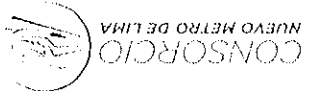
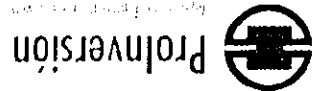
SECCIÓN TIPO EN POZO CENTAL

NOTAS:
- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN mm.
- LA ANCHURA DE LA PASARELA ES ORIENTATIVA, SU DIMENSIÓN FINAL DEPENDERÁ DE LA MODULACIÓN COMERCIAL Y REPLANTEO FINAL.
- PARA DETALLES DE VIA CONSULTAR PLANOS DE SUPERESTRUCTURA.
- PARA DETALLES DE LA DOVELA DE FONDO CONSULTAR PLANOS DE TÚNEL.

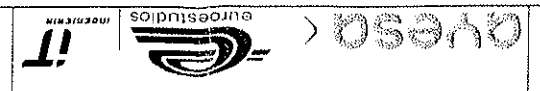


- FIBROLASER Ø20 mm
- CABLE RADIANTE TETRA Ø30 mm
- FEDERS 1500 Vdc
- TUBO DE CONTRAINCENDIO
- ANTENA DCS
- LUMINARIA
- POLITUBO (4")
- TELEFONIA DE EMERGENCIA
- PASAMANOS
- ACCESS BOX
- Ø100
- BANDEJA 500x100 mm CON DIVISION
- BANDEJA 500x100 mm
- BANDEJA 500x100 mm





CONSULTORES



CONCESIÓN DEL PROYECTO LINEA 2 RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.

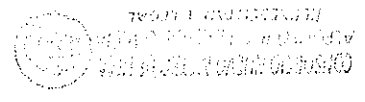
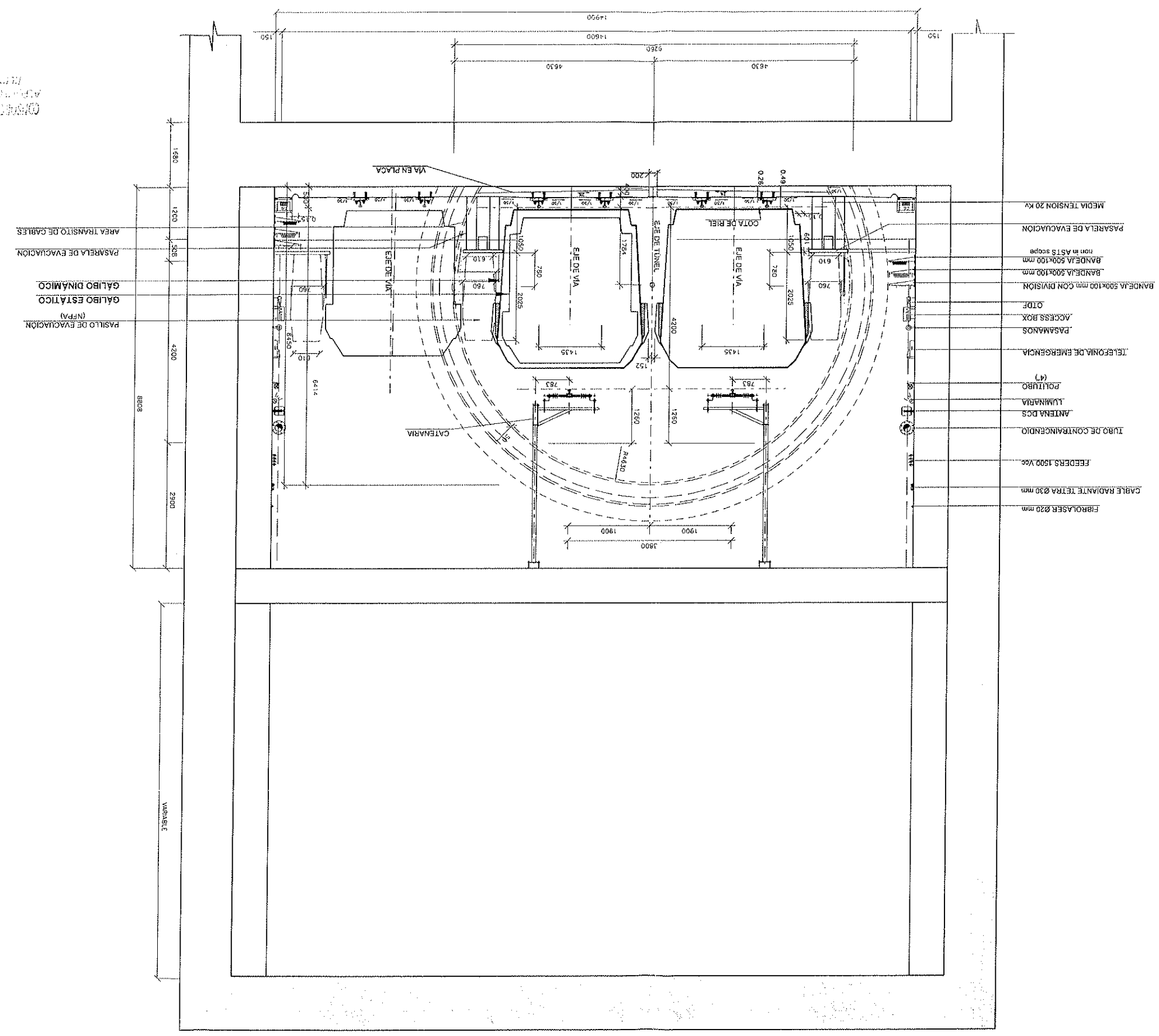
ESCALA 1/50
FECHA FEBRERO 2014

PLANO V
P.LOC-TUN-FUN-LN-P-007

REVISIÓN	2	7 de 9
HORA		
DEFINICIÓN GEOMÉTRICA		
SECCIÓN TIPO TÚNEL DE LÍNEA		

NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETILES, DIAGONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIBRAZADORA DFF/ADH

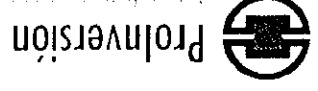
SECCIÓN TIPO 3ª VÍA ENTRE PANTALLAS EN ZONA TÚNEL CONVENCIONAL



005742

Urbanización Lima 2020/21 Inversión 02-secundaria-3to-estadio-0201-01

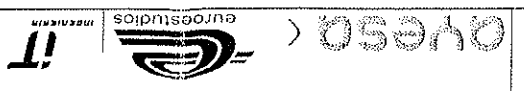
[3139]



CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA



CONSULTORES



CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

FECHA:
FEBRERO 2014

ESCALA (M.P.):
1:25

PLANO:
PLOC-TUN-FUN-LN-P-008

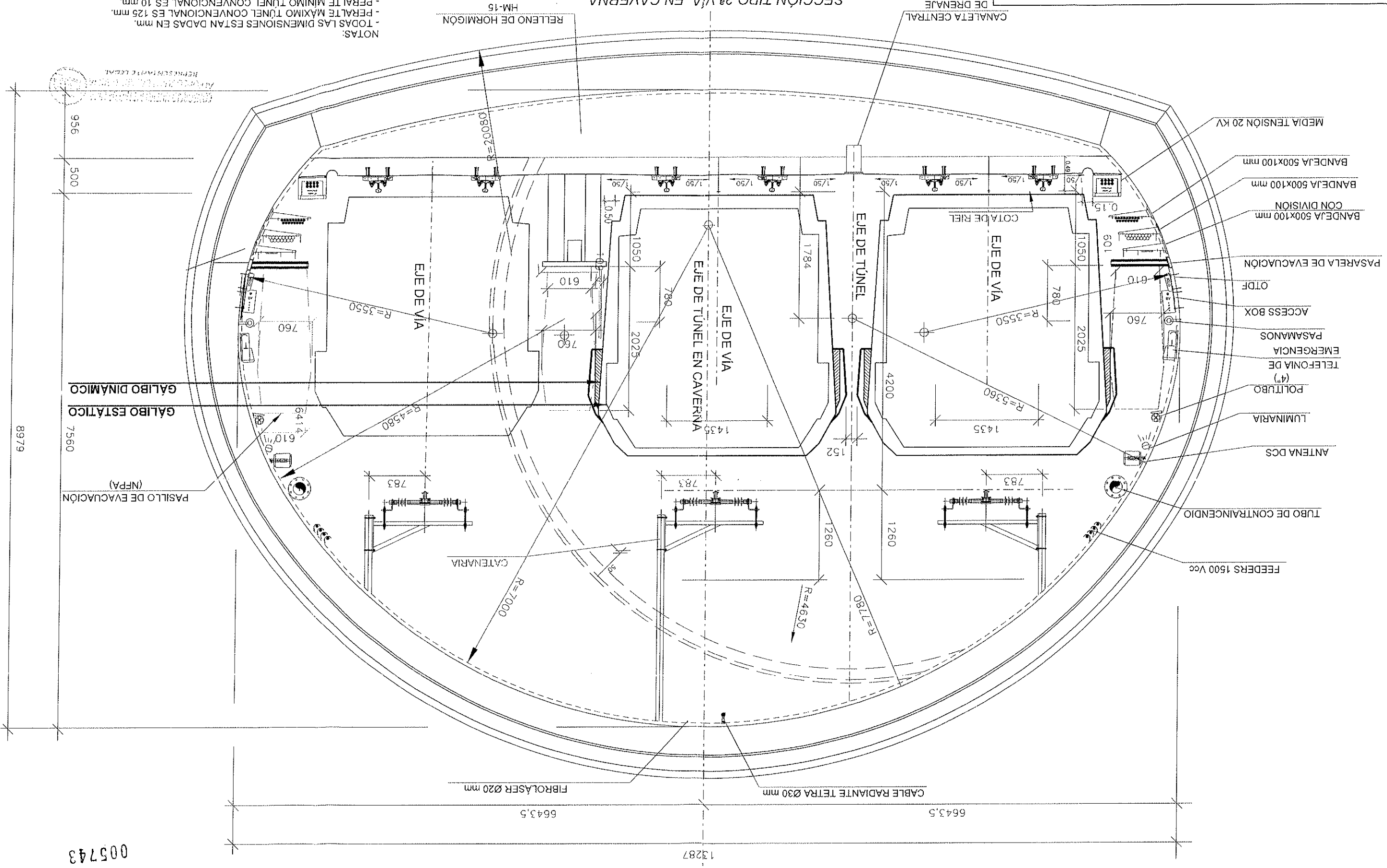
REVISIÓN:
8 de 9
2

0501-PLOC-TUN-FUN-LN-P001-P009.dwg

NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETILES, DIAGONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH

SECCIÓN TIPO 3ª VÍA EN CAVERNA

- NOTAS:
- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN mm.
 - PERALTE MÁXIMO TÚNEL CONVENCIONAL ES 125 mm.
 - PERALTE MÍNIMO TÚNEL CONVENCIONAL ES 10 mm.
 - LA ANCHURA DE LA PASARELA ES ORIENTATIVA, SU DIMENSIÓN FINAL DEPENDERÁ DE LA MODULACIÓN COMERCIAL Y REPLANTEO FINAL
 - PARA DETALLES DE VÍA CONSULTAR PLANOS DE SUPERESTRUCTURA



005743

GÁLIBO ESTÁTICO
GÁLIBO DINÁMICO

PASILLO DE EVACUACIÓN (NFPA)

956
500
7560
8979

FIBROLASER Ø20 mm
CABLE RADIANTE TETRA Ø30 mm

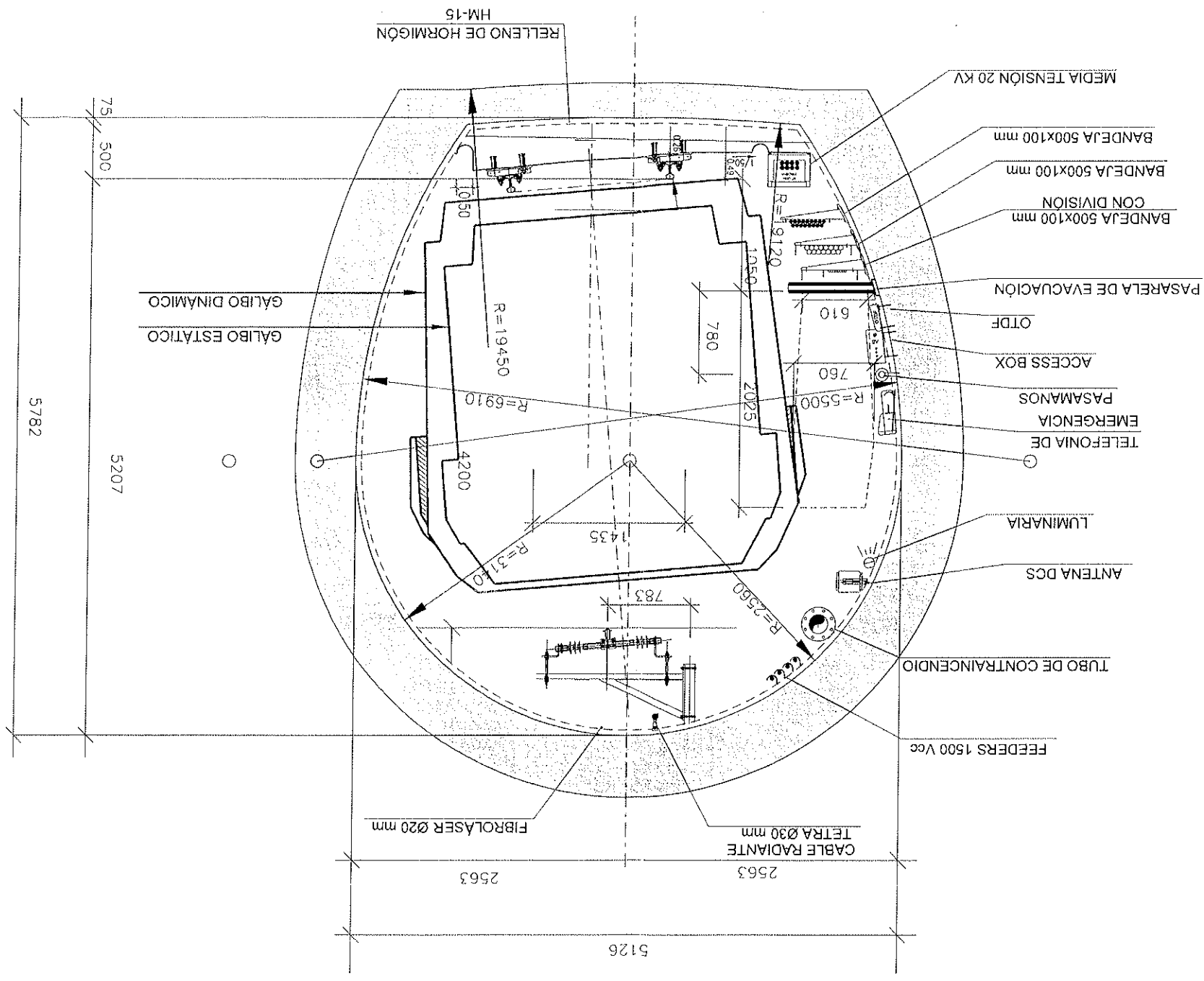
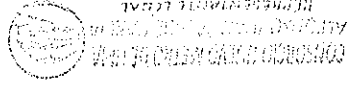
RELLENO DE HORMIGÓN
HM-15

CANALETA CENTRAL DE DRENAJE

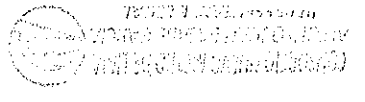
- MEDIA TENSIÓN 20 KV
- BANDAJA 500x100 mm
- BANDAJA 500x100 mm
- BANDAJA 500x100 mm CON DIVISIÓN
- PASARELA DE EVACUACIÓN
- OTDF
- ACCESS BOX
- PASAMANOS
- TELÉFONO DE EMERGENCIA
- POLITUBO (4")
- LUMINARIA
- ANTENA DCS
- TUBO DE CONTRAINCENDIO
- FEEDERS 1500 Vcc

NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETILES, DIAGONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH

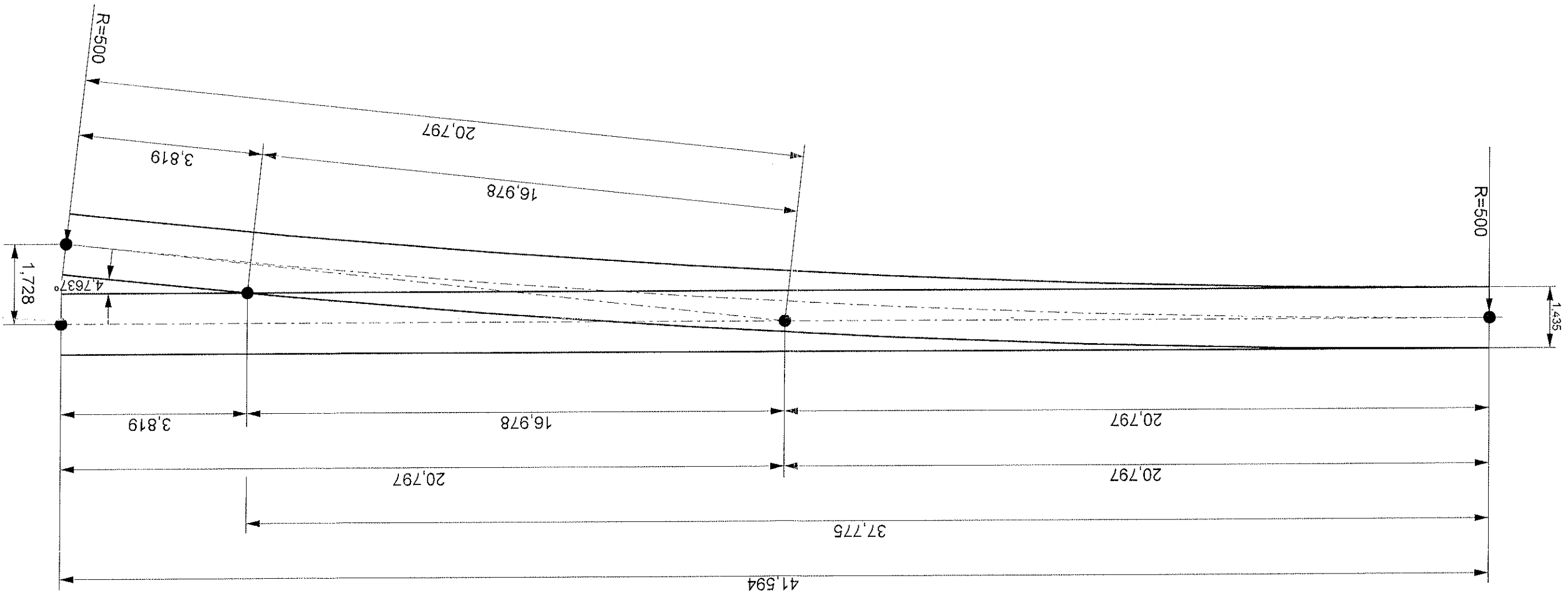
NOTAS:
- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN mm.
- LA ANCHURA DE LA PASARELA ES ORIENTATIVA, SU DIMENSION FINAL DEPENDERÁ DE LA MODULACION COMERCIAL Y REPLANTEO FINAL
- PARA DETALLES DE VIA CONSULTAR PLANOS DE SUPERESTRUCTURA



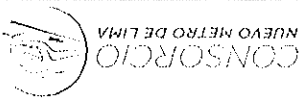
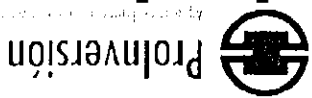
NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETELLES, DIAGONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIBRAZATORIA DFF/ADH



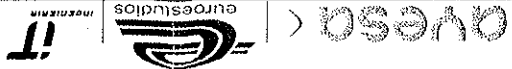
DESVIO (R=500, Tg 1:12)



005745



CONSULTORES



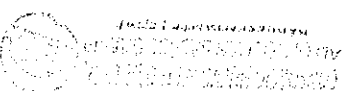
CONCESION DEL PROYECTO "LINEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BASICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

FECHA: FEBRERO 2014
SIN ESCALA

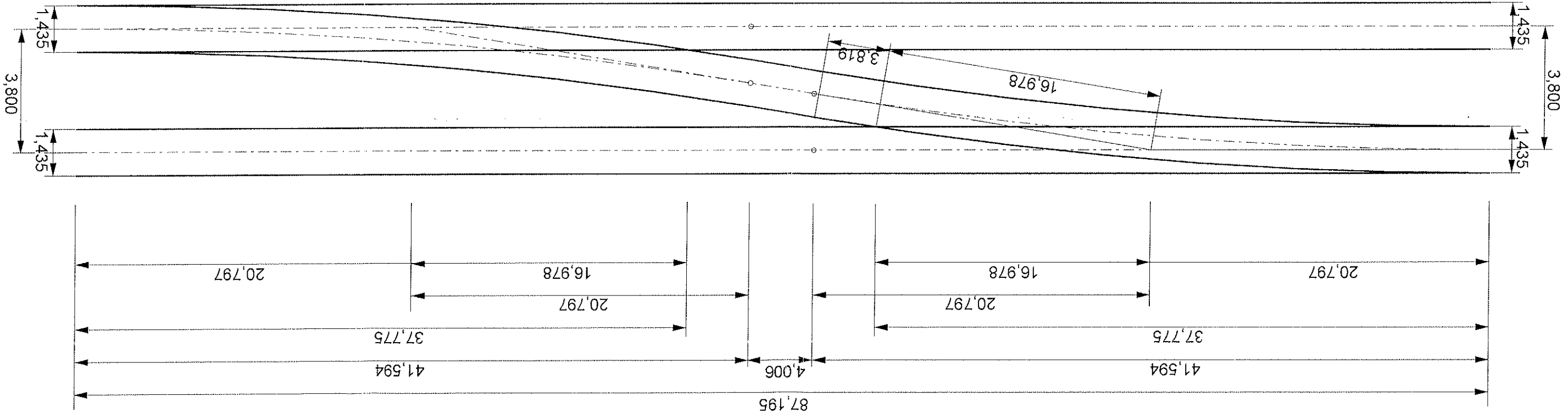
PLIN-II-SUP-DET-P-002

SUPERESTRUCTURA DE VIA DIAGONAL SIMPLE
CAMBIADOR DE VIA

NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETILES, DIAGONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH

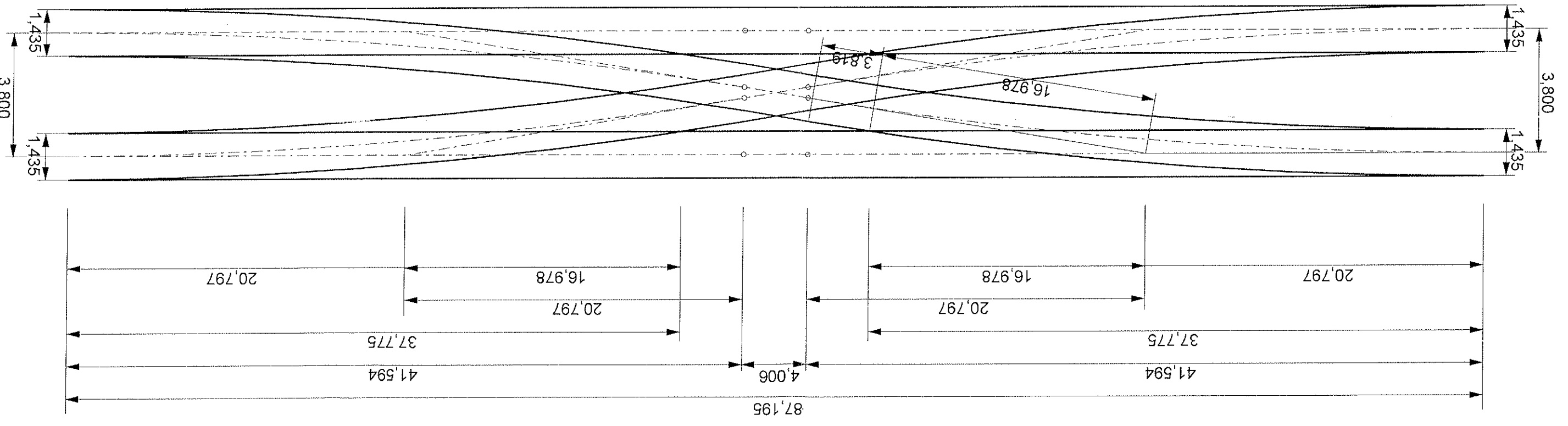


DIAGONAL (R=500, Tg 1:12)

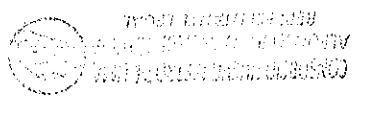


005746

BRETELLE (R=500, Tg 1:12)

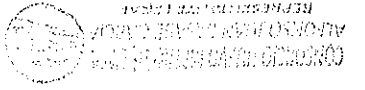
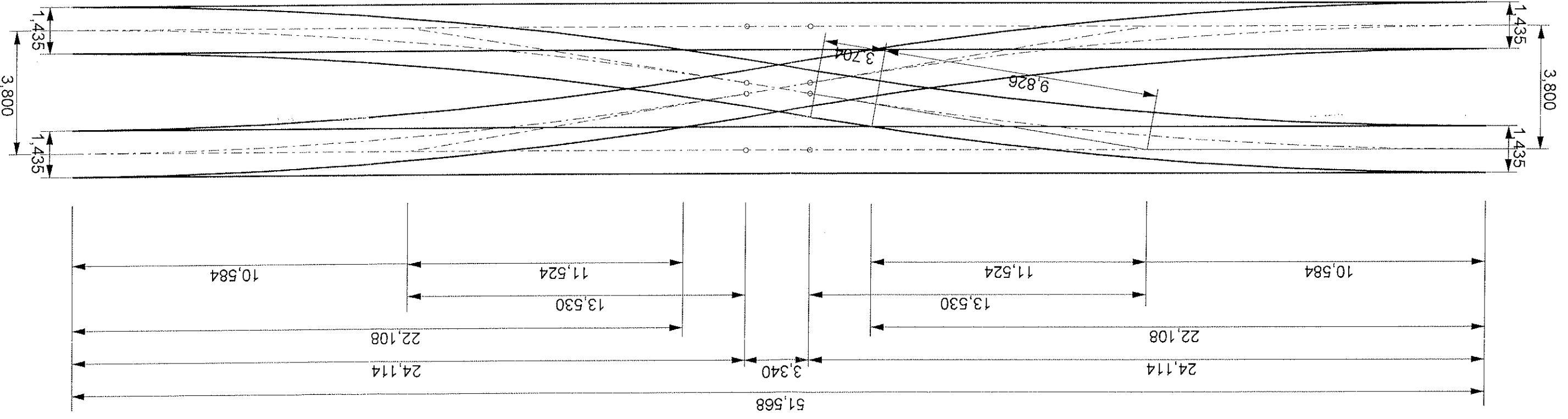


NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETELLES, DIAGONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH



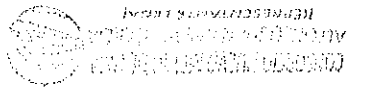
005747

BRETELLE (R=170,Tg 1:8)

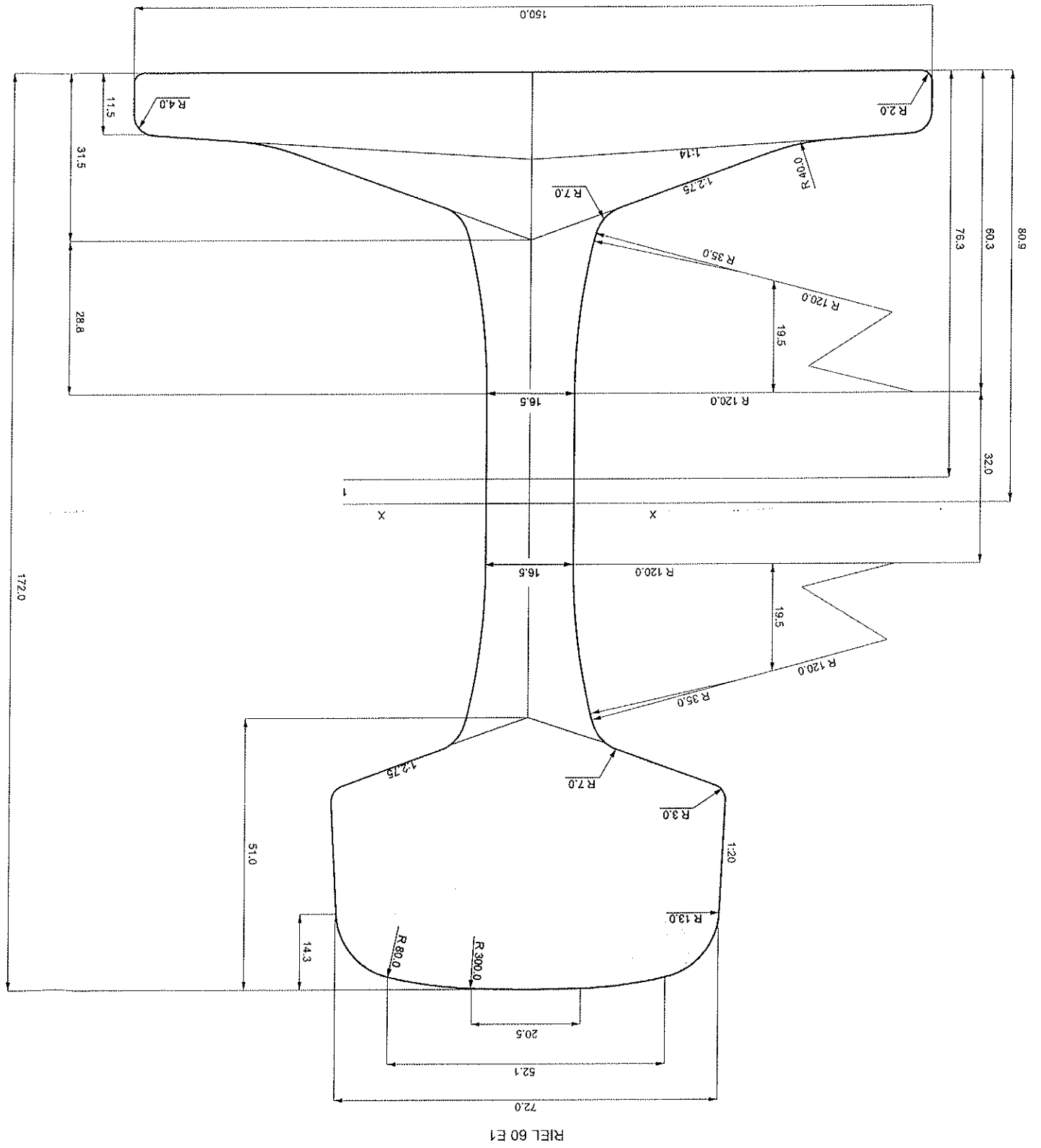
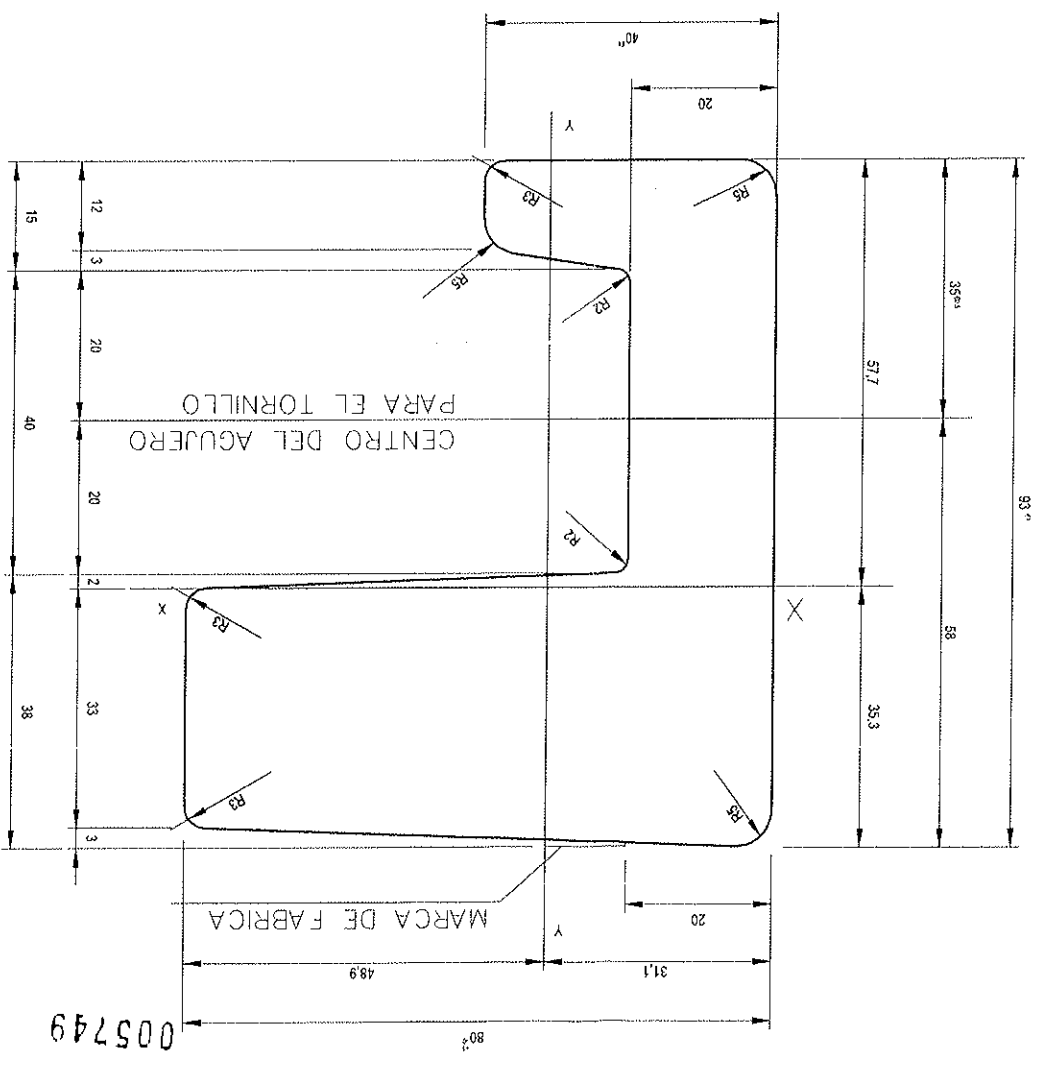


Masa	32,99 kg/m
Area	42,02 cm ²
Momento de inercia	X-X 297,00 cm ⁴ Y-Y 218,80 cm ⁴
Módulo de sección	X-X Cabeza 83,70 cm ³ X-X Pie 51,80 cm ³ Y-Y Eje 71,20 cm ³ Y-Y Derecha 44,40 cm ³

NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETILES, DIAGONALES Y DESLOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFI/ADH



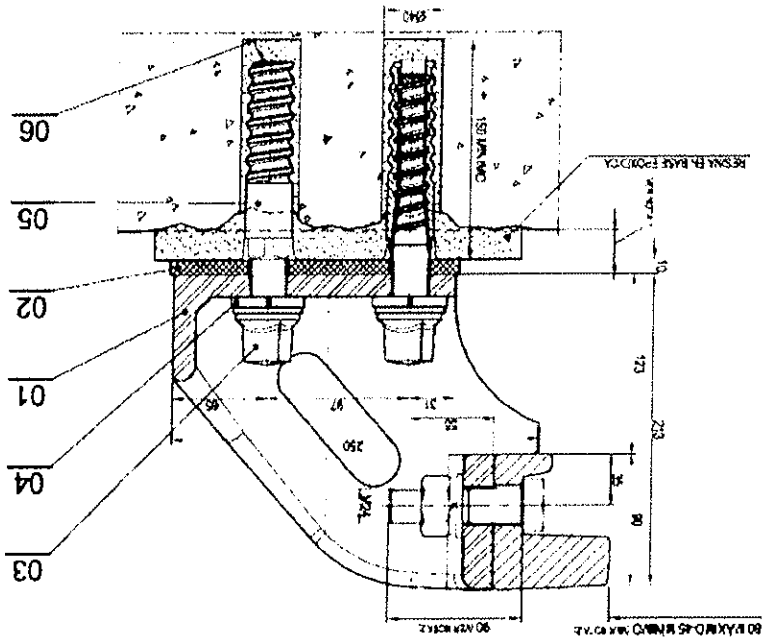
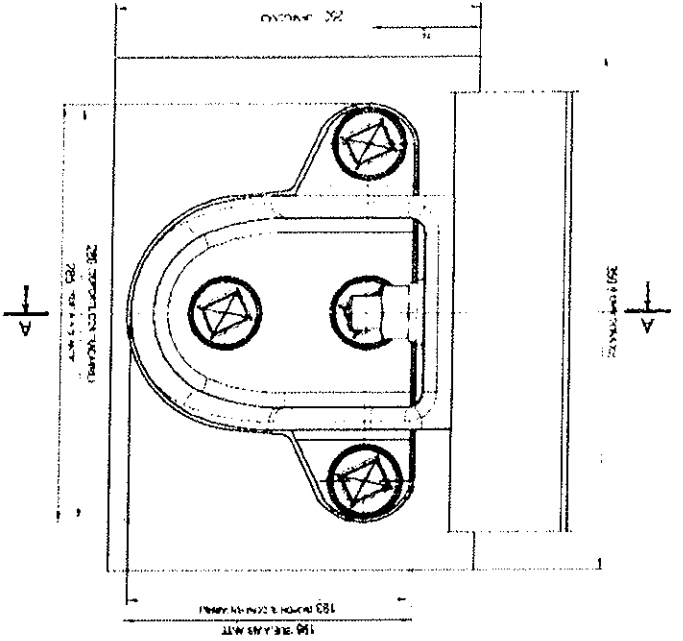
Masa	60,21 kg/m
Area	76,70 cm ²
Momento de inercia	X-X 3038,30 cm ⁴ Y-Y 512,30 cm ⁴
Módulo de sección	X-X Cabeza 333,60 cm ³ X-X Pie 375,50 cm ³ Y-Y Eje 68,30 cm ³



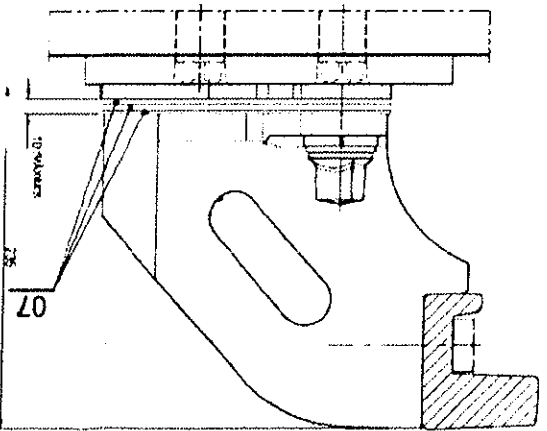
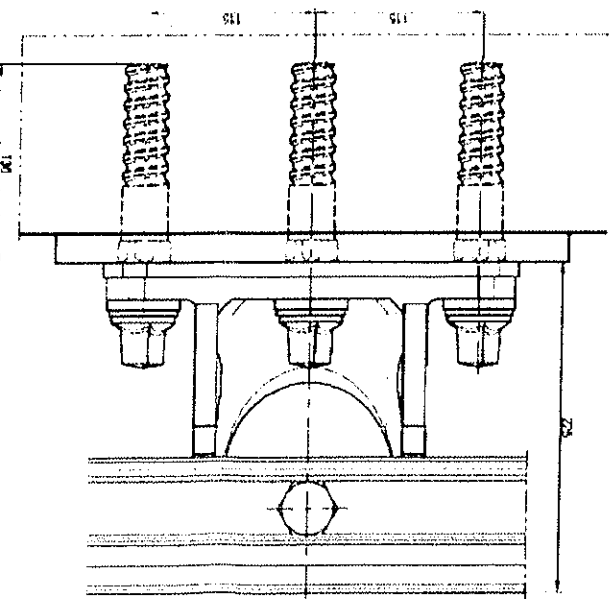


NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETELLES, DIAGONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH

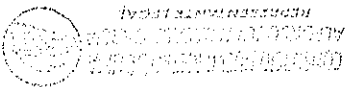
N°	DESCRIPCIÓN
01	SOORTE DE CONTRARRIEL
02	SLABA DE SOORTE 10CM
03	TRAFICADO PASO 12 B. PRE NABA CON MANIVELA PLISOMELA
04	ARANDELA GROMER REFORZADA W. 24
05	WVNA EXTRABLE CON ANILLO
06	TAPON WVNA EXTRABLE
07	CALOS DE A. TIPO 2. Y 13-4 (OPCIONAL)



CORTE A-A



REGULACIÓN MÁXIMA EN NIVELACIÓN



RESPONSABLE TÉCNICO

ING. ARMANDO ALVAREZ

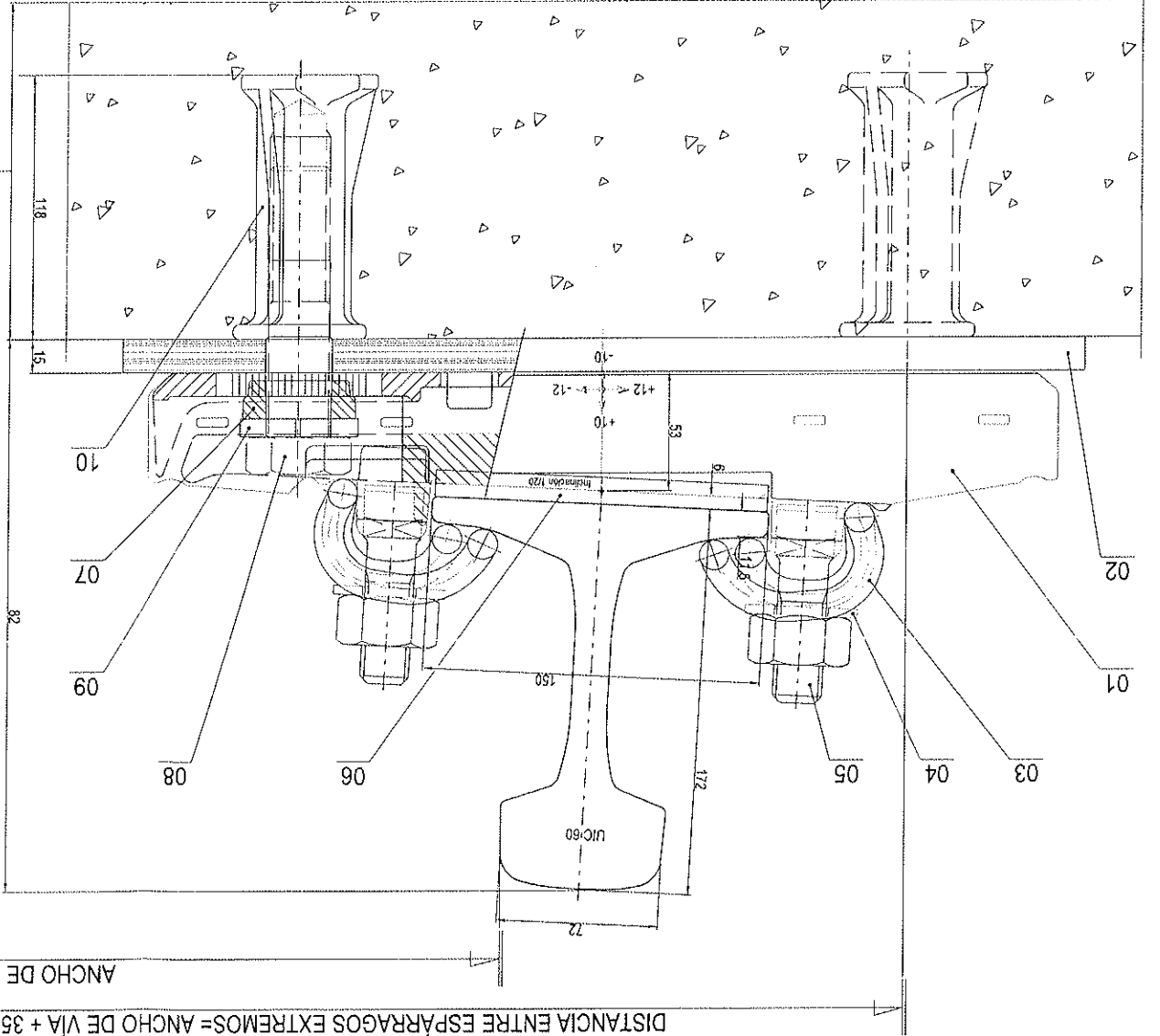
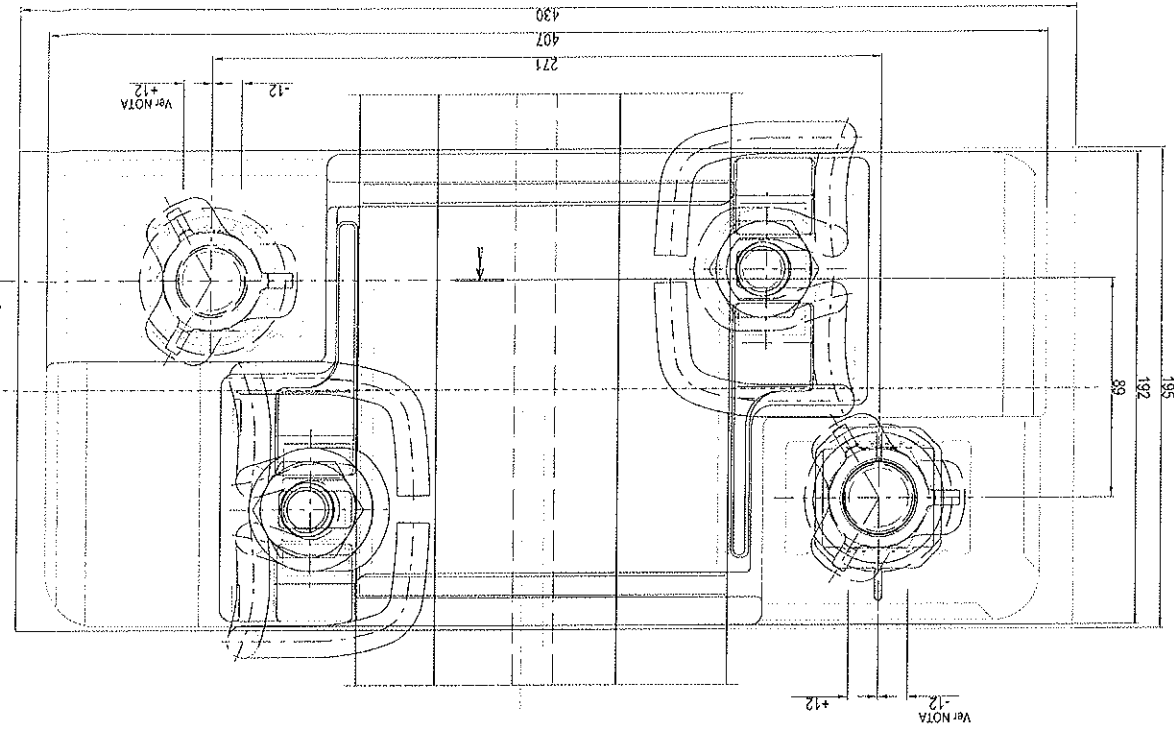
0057500

0057500

NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETELLES, DIAGONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH

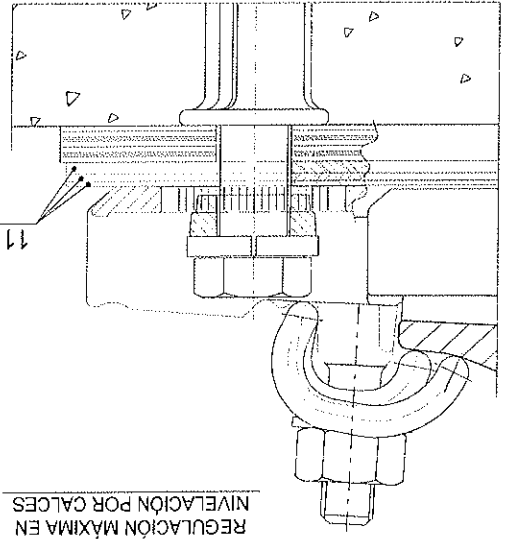
POS.	DESIGNACIÓN	CANT.	MATERIAL	N.º DE VIDA O NÚMERO DE SERIE
01	Placa DFF-ADH estándar S143 UIC60	1		
02	Placa alfileres A304 19x15	1		A73-12
03	Cap alfileres S143	2		F108-02
04	Arandela plana UIC60	2		F103-02
05	Tornillo de ganchos M27x65, con bujeces	2		F128-00
06	Placa alfileres de alfileres UIC60	1		A207-02
07	Casquillo de ajuste	2		F150-00
08	Tornillo hexagonal M27x120	2		DIN 931
09	Arandela cónica M27x127	2		F225-00.01
10	Resorte de alfileres M27	2		F154-00
11	Calces de alfileres A25x190x2, 3 ó 5mm.	-		A173-25

NOTA: Regulación en alineación por dentado de la placa con paso de 5mm (2mm con giro de 180° del casquillo de ajuste) hasta un máximo de ±12mm.

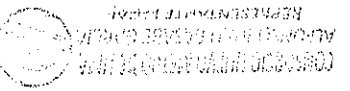


DISTANCIA ENTRE ESPARRAGOS EXTREMOS= ANCHO DE VÍA + 359±15
ANCHO DE VÍA

Distancia mínima para que pase el hornón de calado 150mm. Debe procurarse un buen vibrado para que se rellene la parte inferior del inserto.

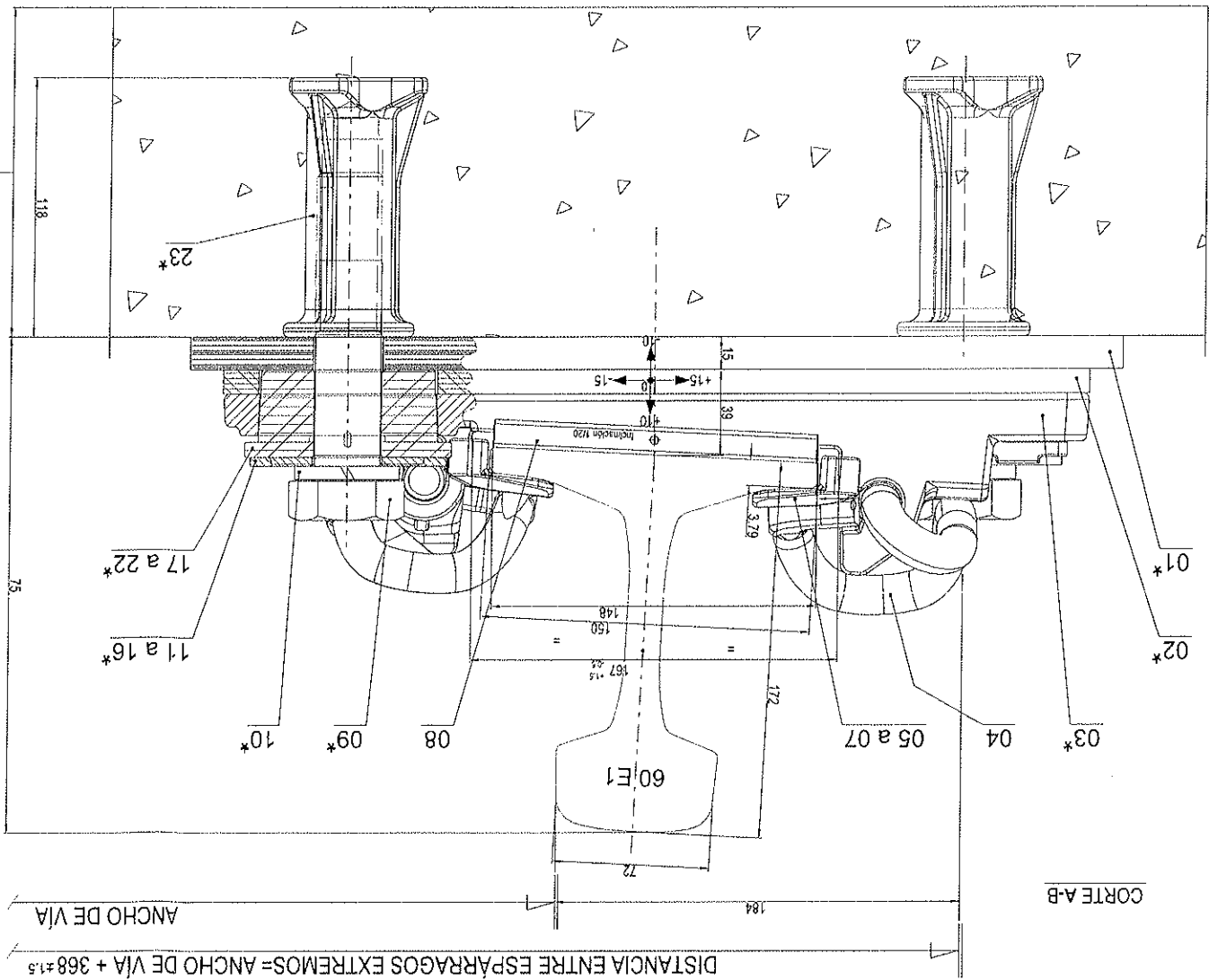
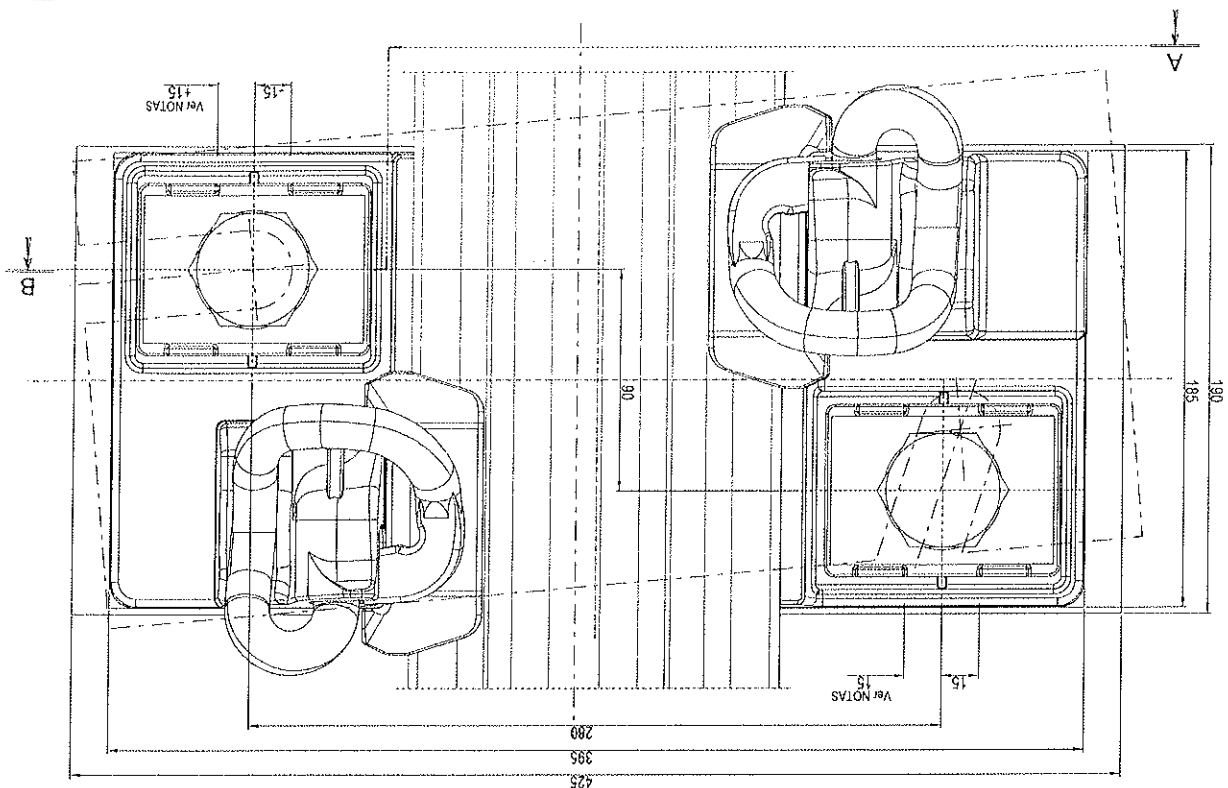


005751



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALCALDÍA MUNICIPAL DE LAZARTE PUNTA
INGENIERÍA CIVIL

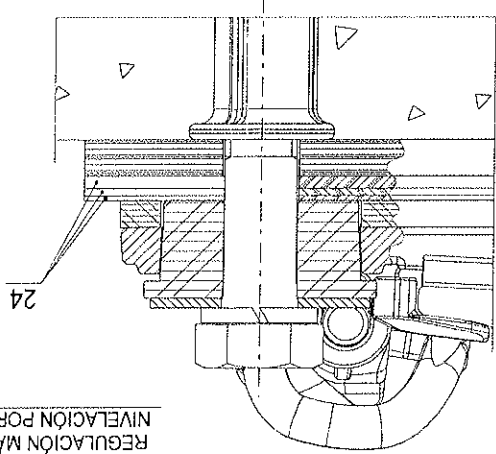
NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETELLES, DIAGONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH



COMBINACIÓN DE TOPES AISLANTES PARA RIEL 60E1

ANCHO VÍA	EXT.		INT.		INT.		EXT.	
	6	10	6	10	6	10	6	10
+4	NATURAL	GRIS	NATURAL	GRIS	NATURAL	GRIS	NATURAL	GRIS
+2	NATURAL	NEGRO	NATURAL	NEGRO	NATURAL	NEGRO	NATURAL	NEGRO
0	NATURAL	NEGRO	NATURAL	NEGRO	NATURAL	NEGRO	NATURAL	NEGRO
-2	NATURAL	GRIS	NATURAL	GRIS	NATURAL	GRIS	NATURAL	GRIS
-4	NATURAL	GRIS	NATURAL	GRIS	NATURAL	GRIS	NATURAL	GRIS

NIVELACIÓN MÁXIMA EN CALCES



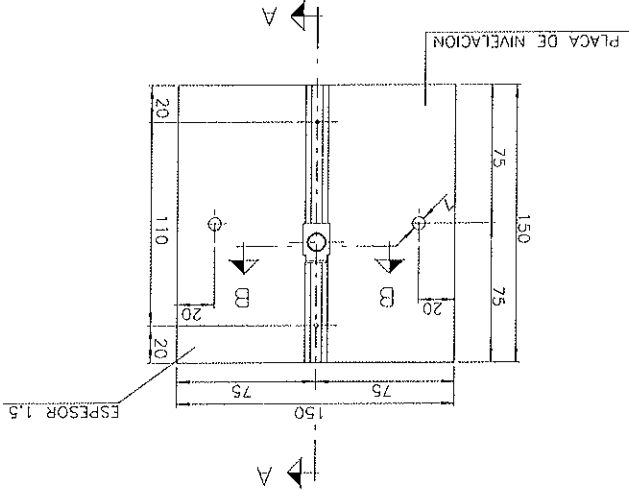
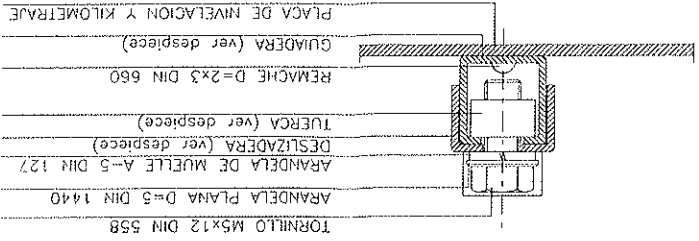
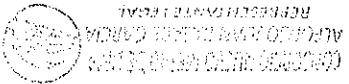
Distancia mínima para que pase el homólogo de calado 15mm. Debe procurarse un buen vibrado para que se rellene la parte inferior del inserto.

NOTAS:
- LOS ELEMENTOS MARCADOS CON UN ASTRISCO EN LA VISTA EN ALZADO SE SUMINISTRARÁN PREMONTADOS.
- REGULACIONES MÁXIMAS DEL HILO DE RIEL.
- EN ALMEJACIÓN ±17mm
- REGULACIÓN EN ALMEJACIÓN CON CASQUILLOS AISLANTES POS. 17 A 22 EN PASOS DE 3mm HASTA UN MÁXIMO DE ±15mm DE LA POSICIÓN CENTRAL.
- UNIDAD DE MEDIDA:
- TODAS LAS COTAS ESTÁN EXPRESADAS EN MILÍMETROS.

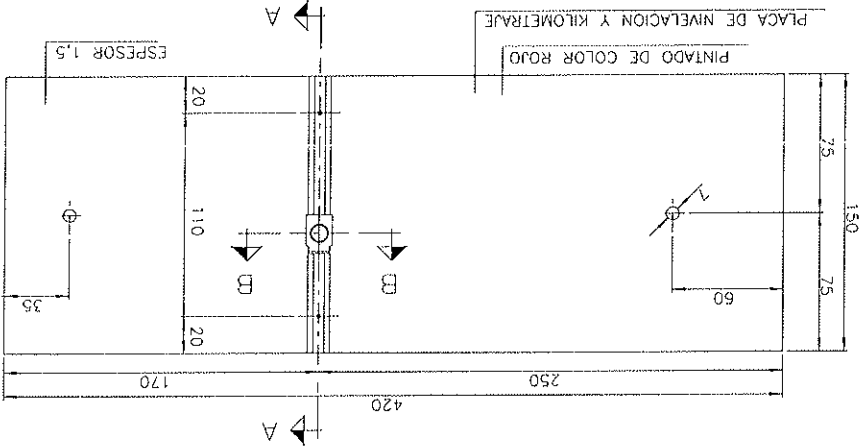
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
24	CALCES DE ALTURA 425±190x2,3 ó 5mm	UNIDAD	24
24	TOPES	UNIDAD	24
23	INSERTO DE ANCLAJE M30	UNIDAD	23
22	CASQUILLO AISLANTE ±15mm	UNIDAD	22
21	CASQUILLO AISLANTE ±17mm	UNIDAD	21
20	CASQUILLO AISLANTE ±9mm	UNIDAD	20
19	CASQUILLO AISLANTE ±6mm	UNIDAD	19
18	CASQUILLO AISLANTE ±3mm	UNIDAD	18
17	CASQUILLO AISLANTE Ø6mm	UNIDAD	17
16	LÁMINA METÁLICA 90x60x1mm ±15mm	UNIDAD	16
15	LÁMINA METÁLICA 90x60x1mm ±12mm	UNIDAD	15
14	LÁMINA METÁLICA 90x60x1mm ±8mm	UNIDAD	14
13	LÁMINA METÁLICA 90x60x1mm ±6mm	UNIDAD	13
12	LÁMINA METÁLICA 90x60x1mm ±3mm	UNIDAD	12
11	LÁMINA METÁLICA 90x60x1mm Ø6mm	UNIDAD	11
10	RAMBLERA GROMER M30, DIN 127	UNIDAD	10
09	TORNILLO HEXAGONAL M30x140, DIN 931	UNIDAD	09
08	SUETA BAJA PAVIA 60E1 (EVA)	UNIDAD	08
07	TOPE AISLANTE DSA 720 N°10 (GRIS)	UNIDAD	07
06	TOPE AISLANTE DSA 720 N°8 (NEGRO)	UNIDAD	06
05	TOPE AISLANTE DSA 720 N°6 (NATURAL)	UNIDAD	05
04	TOPE DSA 20 Ø18	UNIDAD	04
03	PLACA DE ASIENTO INCLINADO DSA	UNIDAD	03
02	SUETA ELÁSTICA 35x18x12mm	UNIDAD	02
01	PLACA AISLANTE 420x190x15mm	UNIDAD	01

CONSORCIO METRO DE LIMA
ALFONSO HUAYAN CARRERA
INGENIERO EN CIVIL

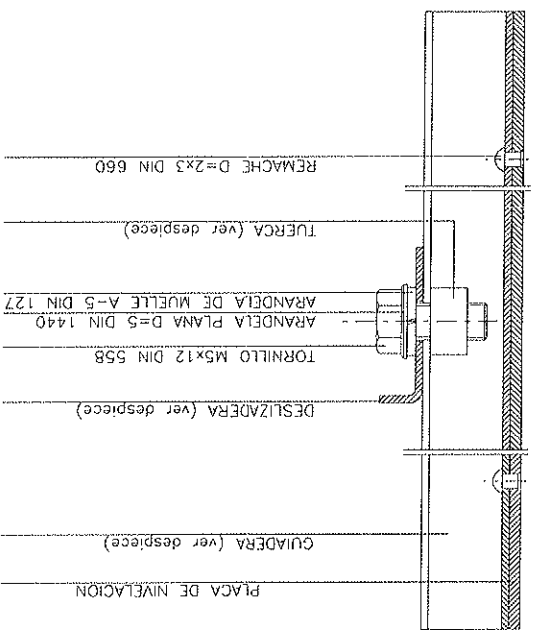
NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETELLES, DIAGONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH



DESLIZADERA EN PLACA DE NIVELACION.
CONJUNTO
ESCALA 1:4
(COTAS EN mm)

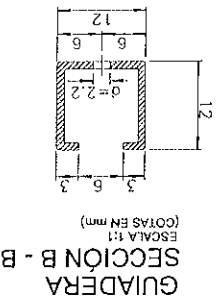
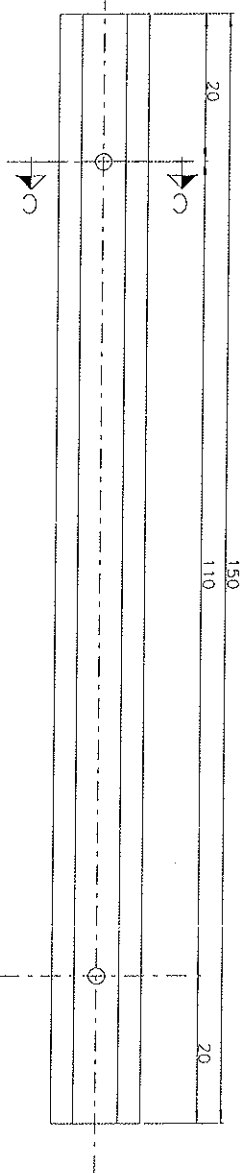


PLACA DE KILOMETRAJE POR DECATROS
CON DESLIZADERA EN PLACA DE NIVELACION.
CONJUNTO
ESCALA 1:4
(COTAS EN mm)

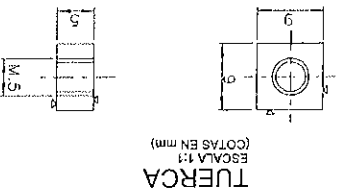


SECCION A - A
ESCALA 1:1
(COTAS EN mm)

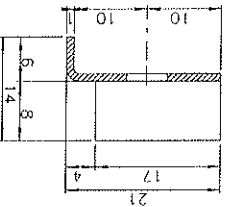
SECCION B - B
ESCALA 1:1
(COTAS EN mm)



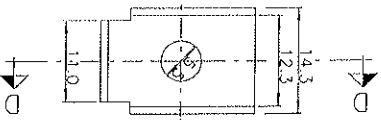
SECCION B - B
ESCALA 1:1
(COTAS EN mm)



TUERCA
ESCALA 1:1
(COTAS EN mm)



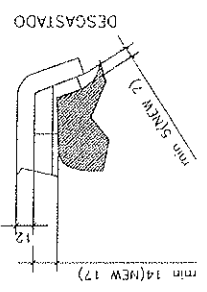
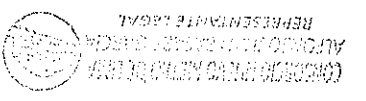
SECCION D - D



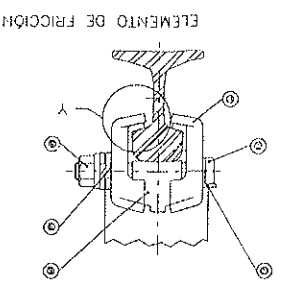
DESLIZADERA
ESCALA 1:1
(COTAS EN mm)

005753

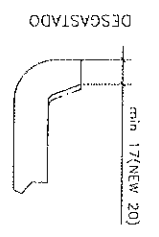
NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETELLES, DIAONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH



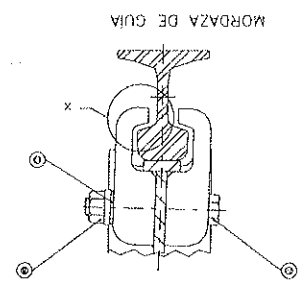
DETALLES Y
(COTAS EN mm)



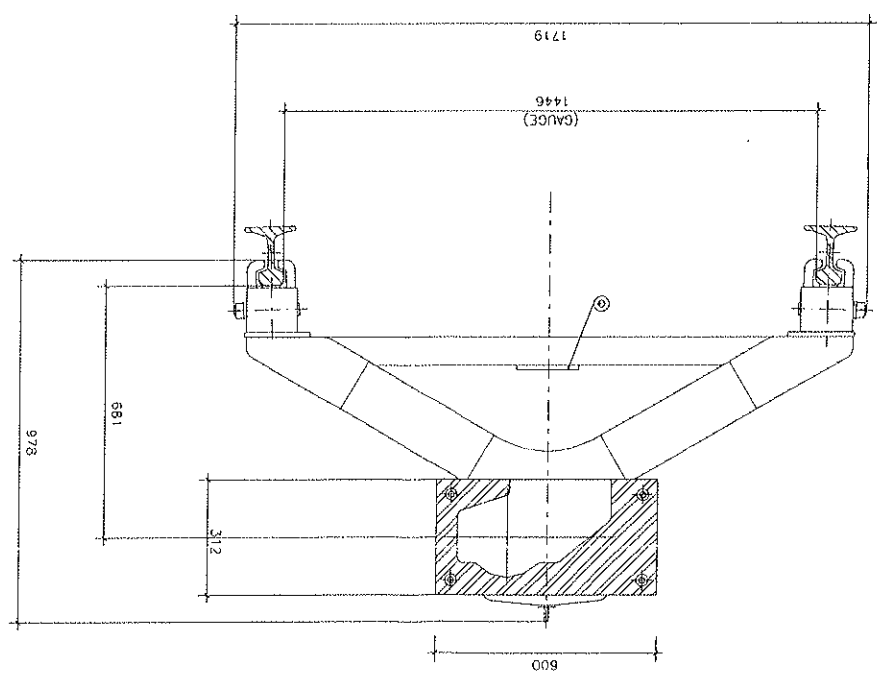
SECCIÓN B-B
(COTAS EN mm)



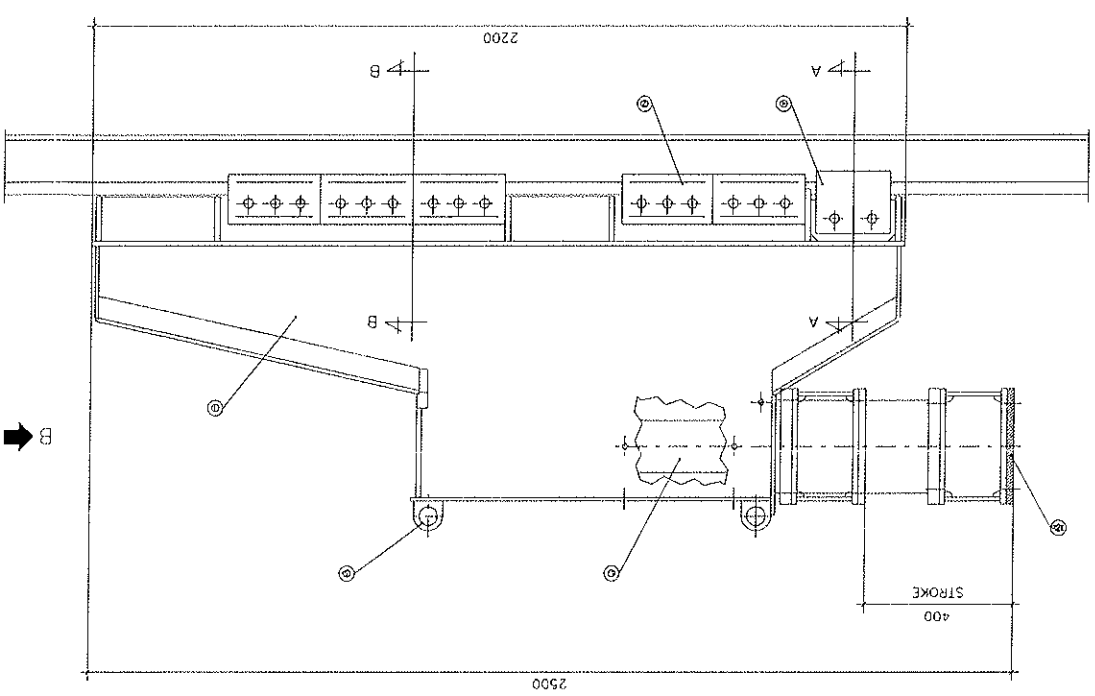
DETALLES X
(COTAS EN mm)



SECCIÓN A-A
(COTAS EN mm)



VISTA POR B
ESCALA 1:10
(COTAS EN mm)



DETALLES TOPERA
ESCALA 1:20
(COTAS EN mm)

005754



005755

<p>C.1.2.1</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
------------------------------------	---

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.1) SEÑALIZACIÓN Y CONTROL

CONSORCIO PROMOTOR Y OPERADOR DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
ALFONSO PÉREZ LÓPEZ - PRESIDENTE
MIGUEL ÁNGEL GARCÍA - VICEPRESIDENTE



Índice

Índice.....2

1 SENALIZACIÓN Y CONTROL..... 5

1.1 Conceptos básicos de arquitectura software del sistema CBTC..... 5

1.1.1 Gestión de la base de datos de las víaS..... 5

1.1.1.1 Descripción de la red ferroviaria por medio de segmentos de línea y desvíos (Offsets)..... 5

1.1.1.2 Segmentos..... 5

1.1.1.3 Dirección – Orientación relativa..... 6

1.1.1.4 Secciones de línea..... 6

1.1.1.5 Clasificación de Segmentos/Secciones/Líneas..... 7

1.1.1.6 Actualización de la base de datos de la vía..... 7

1.1.1.7 Objeto específico de ZC: bloque virtual..... 8

1.1.1.8 Concepto de objetivo móvil..... 9

1.1.1.9 Modelo de frenado seguro..... 10

1.2 Protección de los trenes y pasajeros..... 12

1.2.1 Modos de conducción..... 12

1.2.1.1 Administración de los modos de conducción..... 12

1.2.1.2 Supervisión de las transiciones entre modos de conducción..... 14

1.2.2 Determinar la localización, la dirección de desplazamiento y velocidad de los trenes..... 15

1.2.2.1 Identificación..... 15

1.2.2.2 Localización de la posición de la parte delantera y de la parte trasera del tren..... 15

1.2.2.3 Determinación de la dirección de movimiento del tren..... 17

1.2.2.4 Determinación de la velocidad del tren (incluyendo velocidad cero)..... 18

1.2.2.5 Detección de los trenes que no comunican su posición y de los vehículos de mantenimiento..... 18

1.2.3 Respeto de los puntos a proteger..... 20

1.2.3.1 Protección de espaciamiento entre los trenes automáticos..... 23

1.2.3.2 Protección de puntos de paro de seguridad..... 24

1.2.4 Respeto de las velocidades vitales y no vitales..... 25

1.2.4.1 Determinar la velocidad máxima autorizada..... 27

1.2.4.2 Calcular el límite de velocidad del tren..... 28

1.2.4.3 Protección de sobre velocidad..... 28

1.2.5 Protección de movimiento no intencional (retroceso del tren)..... 28

1.2.6 Aplicación de freno de urgencia..... 28

1.2.6.1 Anulación del Frenado de Urgencia..... 29

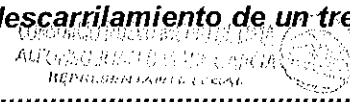
1.2.7 Protección en caso de pérdida de integridad o descarrilamiento de un tren
30

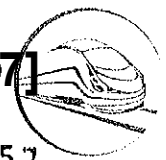
1.2.8 Protección en caso de socorro de tren..... 30

1.2.9 Zona de Protección..... 30

1.2.10 Protección en caso de activación de los botones de detención de emergencia..... 31

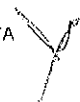
[Handwritten signature]

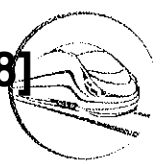




1.2.11	Protección en caso de activación de los dispositivos de emergencia a bordo del tren	31
1.2.11.1	Reacción a una activación de la palanca de parada de emergencia.....	31
1.2.11.2	Reacción a una activación del desenclavador de puerta	31
1.2.12	Protección de la transferencia de pasajeros.....	32
1.2.12.1	Control del punto de parada en estación y gestión de la apertura/cierre de las puertas.....	32
1.2.12.2	Protección en caso de falla de puertas del tren	37
1.2.12.3	Protección en caso de falla de las Puertas de Andén.....	38
1.2.13	Protección en casos particulares	38
1.2.13.1	Principios generales.....	38
1.2.13.2	Protección en caso de incendio	38
1.2.13.3	Protección en caso de detección de obstáculos en la vía.....	39
1.2.14	Protección de las rutas en las zonas de maniobra	39
1.2.14.1	Garantizar en seguridad los itinerarios o rutas.....	39
1.2.14.2	Enclavamiento de Rutas	39
1.2.14.2.1.1.1	Comando de los itinerarios	40
1.2.14.2.1.1.2	Asegurar el recorrido de un itinerario.....	40
1.2.14.2.1.1.3	Cancelación de itinerarios.....	40
1.2.14.2.1.1.4	Enclavamiento de las agujas.....	41
1.2.14.2.1.1.5	Consideraciones técnicas sobre la señalización de respaldo	41
1.3	Conducción de los trenes.....	43
1.3.1	Determinar el perfil de velocidad ATO.....	43
1.3.2	Determinar y enviar órdenes de tracción y frenado al material rodante	43
1.3.3	Respetar los puntos de paro	44
1.3.3.1	Principios Generales	44
1.3.3.2	Punto de paro fuera el andén.....	44
1.3.3.3	Parada del tren en el andén	44
1.3.4	Autorización de salida del tren.....	45
1.3.5	Restricción de entrada a una estación	45
1.3.6	Salto de estación.....	45
1.3.7	Despertar y dormir los trenes	46
1.3.7.1	Despertar un tren.....	46
1.3.7.2	Hacer dormir un tren	46
1.4	Mando y control del sistema de Señalización	46
1.4.1	Supervisión de tráfico y equipos	47
1.4.1.1	Funciones de supervisión.....	47
1.4.1.1.1	Los usuarios.....	47
1.4.1.1.2	Los puestos de trabajo	47
1.4.1.1.3	Principios generales	48
1.4.1.2	Seguimiento de los trenes	51
1.4.1.2.1	Identificar los trenes	53
1.4.1.2.2	Seguir y presentar la posición de los trenes.....	53
1.4.1.2.3	Seguir y presentar el sentido del movimiento de los trenes.....	53

MINISTERIO DE TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURA
 DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO
 DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO





005758

1.4.1.3 Realizar la operación nominal de pasajeros.....	53
1.4.1.3.1 Generar los programas de operación teóricos.....	53
1.4.1.3.2 Establecer la tabla de horario práctica.....	56
1.4.1.3.3 Despertar y hacer dormir los trenes.....	59
1.4.1.3.4 Inyectar y retirar los trenes.....	59
1.4.1.3.5 Asegurar los movimientos de los trenes.....	60
1.4.1.3.6 Regulación.....	61
1.4.1.4 Ayuda en la operación.....	65
1.4.1.4.1 Informar al operador.....	65
1.4.1.4.2 Retener un tren en el andén.....	65
1.4.1.4.3 Prohibir la detención en un andén.....	66
1.4.1.4.4 Actuar sobre el perfil de velocidad.....	66
1.4.1.4.5 Anuncio e Información a los pasajeros.....	66
1.4.1.5 Comandar los equipamientos de señalización.....	66
1.4.1.6 Acciones de operador relativas al comando de las puertas del tren y andén.....	67
1.4.1.7 Asistencia al mantenimiento.....	67
1.4.1.7.1 Ayuda en el mantenimiento del CBTC.....	67
1.4.1.7.2 Sistema de Ayuda al Mantenimiento.....	67
1.4.1.8 Herramientas de análisis.....	67
1.4.1.8.1 Recolectar los datos.....	67
1.4.1.8.2 Consultar los datos archivados.....	69
1.4.1.8.3 Repetición (Playback).....	69
1.4.1.8.4 Crear y editar un informe.....	69
1.4.1.9 Modos Degradados.....	69
1.4.1.9.1 Conmutación de servidor.....	69
1.4.1.10 Herramientas de capacitación.....	70

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN GARCÍA GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL



1 SENALIZACIÓN Y CONTROL

1.1 Conceptos básicos de arquitectura software del sistema CBTC

1.1.1 Gestión de la base de datos de las vías

La base de datos de la vía se utiliza tanto por el subsistema CC como por el subsistema CBTC de vía. Cada CC tiene, en su memoria, la base de datos de la vía que se corresponde con la línea completa en donde se desea que funcione. En caso de mantenimiento (modificación del contenido de la base de datos) o de cambio del tren a una línea en donde éste no funciona habitualmente, se debe actualizar la información de la base de datos de los CC.

Los diferentes elementos de la red muestran características fijas (propiedades específicas de la vía como la restricción permanente de la velocidad (Permanent Speed Restriction en inglés), etc.) y características variables (por ejemplo el aspecto de la señalización junto a la vía, etc.). Los subsistemas del sistema CBTC utilizan estos objetos para llevar a cabo las funciones de supervisión ATP y ATO.

En las siguientes secciones, las características fijas del modelo son las referencias de la base de datos del CBTC. Se basan en los conceptos de segmentos y secciones de línea, descritos en los siguientes párrafos. La referencia es el eje de la vía (observar que el largo de los segmentos, la distancia entre los objetos y los orígenes de los segmentos o la localización del tren se miden comparándolos con el eje de la vía).

1.1.1.1 Descripción de la red ferroviaria por medio de segmentos de línea y desvíos (Offsets)

El ATS utiliza un modelo de punto de localización para ubicar los diferentes objetos fijos de la red ferroviaria (como agujas, estaciones), objetos en movimiento (trenes) y otros equipos del sistema de señalización de CBTC (balizas). Este modelo se define para cada vía mediante un origen y una dirección del funcionamiento normal del tren. La ubicación de un objeto está definida por la distancia (en kilómetros) que lo separa del origen del modelo. El ATS utiliza este modelo, por ejemplo, para localizar trenes o establecer restricciones temporales de velocidad.

1.1.1.2 Segmentos

La red está compuesta por segmentos (también llamados "segmentos de vía") conectados entre sí. Cada segmento es una porción lineal de vía definida por: número, origen, dirección convencional (orientación) y largo. Cada segmento tiene un número único (es decir, dos segmentos no pueden tener el mismo número). Cada punto del tren y cada característica de la vía se localizan por medio de un número de segmentos de vía y un desvío de los segmentos (distancia entre el origen del segmento de la vía y la posición del punto).

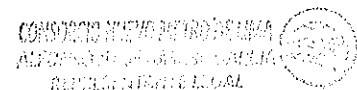
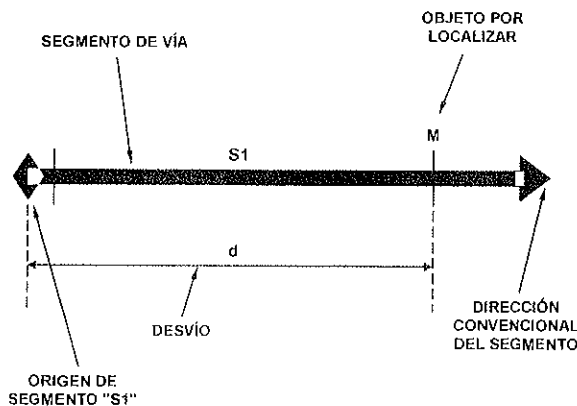
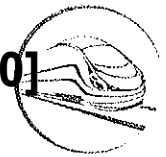


Figura 1: Descripción del Segmento





005760

En la figura, la localización del punto "M" está definida por [S1 (ID del segmento); D (desvío en el segmento)].

Las reglas de la conexión de los segmentos de la vía se deben definir, por ejemplo, para los CC, que deben actualizar la localización del tren que ha abandonado un segmento de vía (y ha ingresado a un segmento contiguo) o localizar las restricciones (como los puntos de parada) que recibe junto a la vía.

Cuando el extremo del segmento se topa con una aguja divergente, la dirección la define la indicación de la aguja (transmitida por el enclavamiento al ZC y al ATS y luego transmitida por el ZC a los CC). Ver encadenamiento de S2 con S3 o S4 en la siguiente Figura 2.

Cuando el extremo del segmento se topa con una aguja convergente, la dirección se considera definitiva: el "destino" es siempre el mismo (encadenamiento de S4 con S7). Si no hay aguja, la conexión entre dos segmentos es fija (encadenamiento de S1 con S2).

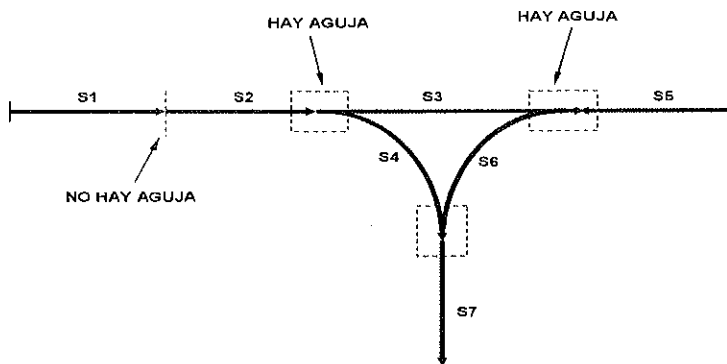


Figura 2: Encadenamiento de los Segmentos

1.1.1.3 Dirección – Orientación relativa

Para respetar la restricción de no polarización de la vía, los segmentos se pueden colocar en diferentes direcciones (es decir, dos segmentos contiguos pueden tener direcciones convencionales diferentes). Los datos fijos de configuración establecen la orientación relativa de los segmentos contiguos.

Por ejemplo en la Figura 2:

S2 y S4 tienen la misma orientación relativa.

S2 y S3 tienen la misma orientación relativa.

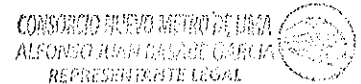
S4 y S7 tienen la misma orientación relativa.

S7 y S6 tienen la misma orientación relativa.

S6 y S5 tienen la misma orientación relativa.

Pero S3 y S5 tienen orientación relativa opuesta.

Por esta razón, cada vez que el CBTC utiliza una dirección, ésta se relaciona con un segmento determinado (es decir, depende de una convención local determinada).



1.1.1.4 Secciones de línea

La base de datos integrada utiliza el concepto de sección de línea. Los datos fijos que describen la vía (y los elementos complementarios) para los CC están organizados en conjuntos. A cada conjunto se lo denomina "sección de línea" y contiene información que describe a los segmentos de la vía, los declives y la posición de las balizas. Por consiguiente, las secciones de línea son los conjuntos elementales que contienen los datos utilizados para describir la configuración de la red, por base de datos, como la que aparece en la Figura 3.

La sección de línea indica una estación intermedia (generalmente de un andén a otro en las vías principales). Nota: geográficamente, una sección de línea se corresponde con un conjunto de segmentos de vías.





La gestión de la configuración de la base de datos integrada también se lleva a cabo al nivel de las secciones de línea, es decir, cada sección de línea tiene su propia identificación de la versión. 005761

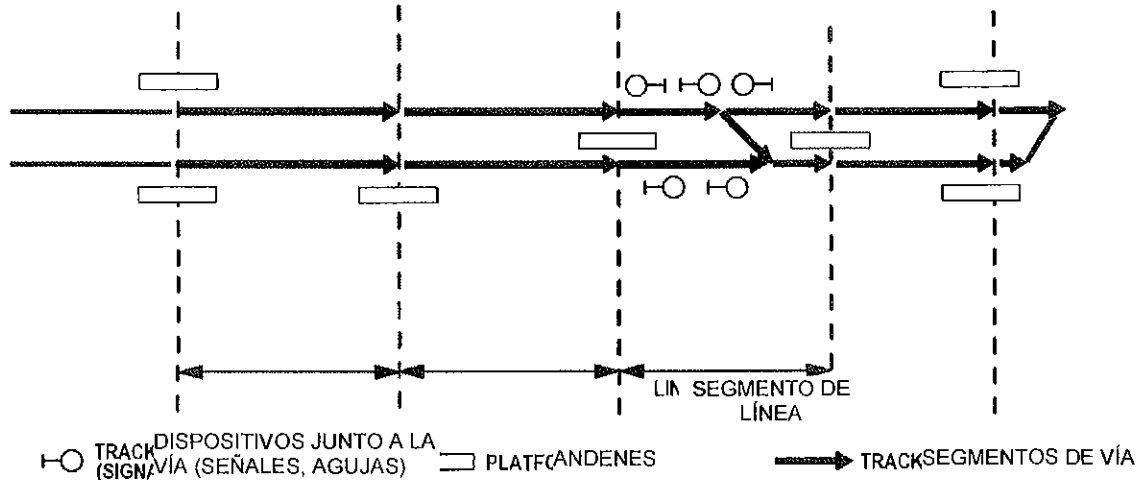


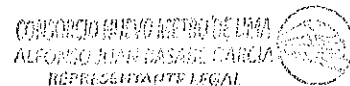
Figura 3: Mapa de Lógica de la sección de línea

Las interfaces ZC/CC utilizan el concepto de sección de línea. Por razones de conveniencia y rendimiento del uso del DCS, también se organizan en conjuntos la mayor parte de los datos transmitidos por el ZC a los CC sobre los datos generales relacionados con el equipo junto a las vías o zonas de vías. La subdivisión de estos conjuntos se corresponde con la subdivisión en secciones de línea.

1.1.1.5 Clasificación de Segmentos/Secciones/Líneas

El principio de clasificación de los segmentos es el siguiente: el ID del segmento se forma a partir del ID de la sección de línea y del número correspondiente del segmento en la sección de línea. El ID de la sección de línea se forma a partir del ID de la línea y del número correspondiente de la sección de línea en la línea.

1.1.1.6 Actualización de la base de datos de la vía



Las bases de datos de las vías residen en el equipo Frontam y se pueden descargar hacia el equipo embarcado del tren o de vía a petición de los CC y ZC. Cada subsistema contacta periódicamente el servidor de la base de datos para obtener el número de versión de la base de datos en uso. Si un ZC o CC determina que necesita actualizar la versión, éste solicita la descarga de la nueva versión del servidor de la base de datos.

Cuando un CC solicita datos de vías específicos, el servidor de la base de datos responde a esta solicitud por medio de la transmisión de una serie de mensajes con los datos de las vías solicitados.

La base de datos de la vía (DB) se crea usando una base de datos fuera de línea. Esta base de datos de la vía contiene archivos con información funcional y valores de control de comprobación para garantizar la integridad de la base de datos. Como esta base de datos de la vía contiene información vital, ésta se verifica de manera independiente ("1" en la gestión de la base de datos de la vía en la siguiente Figura 4).

La base de datos de la vía se descarga de los servidores de Frontam (2). Periódicamente, el servidor normal envía (3) la base de datos de la vía a los CC y los ZC. Cuando un CC recibe esta base de datos de la vía, éste vuelve a calcular los valores de control de comprobación y los compara con los valores de control de comprobación de la base de datos de la vía recién recibida. Si la comprobación es positiva y la versión de la base de datos de la vía es una versión autorizada (comprobación adicional con el ZC - 4), el CC utiliza la base de datos de la



vía. Los CC y los ZC pueden enviar al Frontam una solicitud de base de datos de la vía. El Frontam responde con una actualización de la base de datos de la vía.

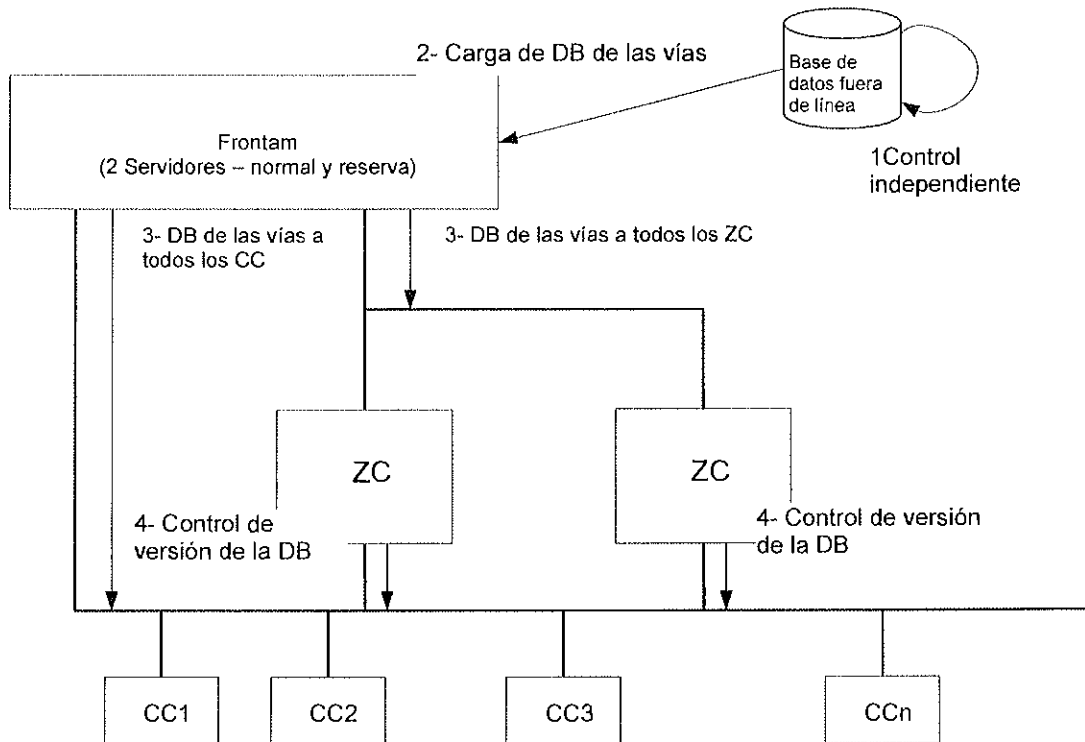


Figura 4: Gestión de la base de datos de las vías

1.1.1.7 Objeto específico de ZC: bloque virtual

Además de los objetos de la base de datos de la vía, el ZC utiliza un objeto específico denominado "bloque virtual".

Un bloque virtual es una porción de vía esencial utilizada para monitorear y seguir un tren en modo automático. Un bloque virtual puede ser:

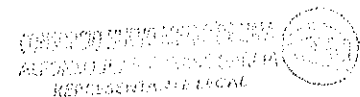
- tanto un circuito de vía completo,
- como la subdivisión de un circuito de vía, en áreas necesarias para mejorar el desempeño del sistema, como estaciones, áreas de giro y la proximidad de puntos.

Los bloques virtuales, como también los circuitos de vía del enclavamiento, no se toman en cuenta por la determinación de la posición de los trenes, solo se utilizan (si fuera necesario) para una mejor gestión automática de las situaciones degradadas (localización de parada preferida para evitar que se acumulen trenes) sin la degradación del servicio de ingresos nominales.

Una herramienta de simulación determina el seccionamiento apropiado del bloque virtual durante las fases preliminares de diseño.

Los ZC también pueden proporcionar la localización de los trenes en modo automático al enclavamiento de acuerdo con el seccionamiento del bloque virtual y cuando el enclavamiento lo necesite por razones de rendimiento.

Los bloques virtuales entonces se utilizan para aumentar la confiabilidad de los circuitos de vía del enclavamiento.



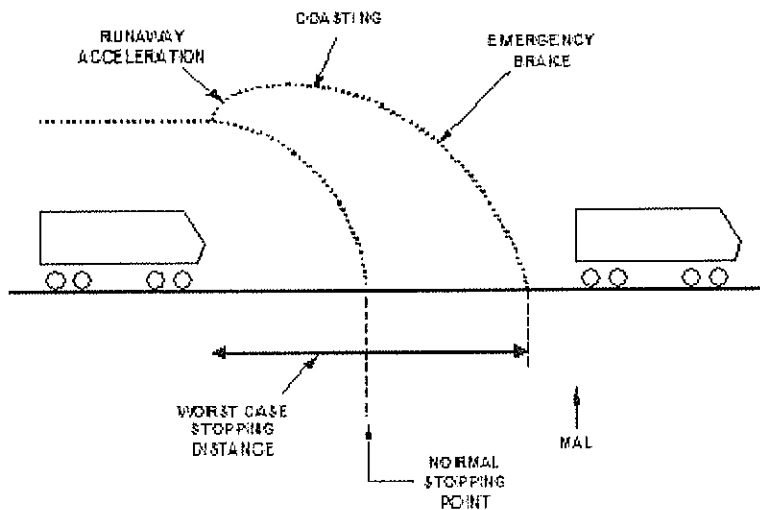
1.1.1.8 Concepto de objetivo móvil

El objetivo principal del diseño básico de un sistema de señalización tradicional es mantener la separación de trenes mediante señalización lateral vital, paradas de trenes y conductores prestando atención a que ninguno de sus trenes entre en un bloque ocupado por otro tren.

El objetivo principal del diseño básico de un sistema de señalización basado en CBTC y bajo el concepto de distancia objetivo móvil es dotar de mayor capacidad a la línea y de reducir la distancia entre trenes mediante una mayor resolución en la posición de trenes y una mayor frecuencia de actualización de las autoridades de movimiento, a la vez que, de manera imprescindible, se mantiene la alta seguridad del sistema. El principio en el que se basa se llama, por tanto, "distance-to-go", "distancia límite a alcanzar" que se actualiza progresivamente si las condiciones de seguridad lo permiten

El equipo de a bordo o Carborne Controller es el responsable del movimiento en seguridad del tren mientras no se alcance el MAL (Límite de Autoridad de Movimiento, Movement Authority Limit en inglés) enviado por el equipo de vía Controlador de Zona (Zone Controller). El MAL se calcula hasta el obstáculo real que se encuentre por delante del tren. El Carborne Controller calcula el perfil de velocidad hasta la posición del MAL y a la vez se asegura de que éste respeta todas las condiciones de seguridad. Estas condiciones incluyen el peor caso de distancia de frenado hasta el punto de parada así como las incertidumbres en la posición del obstáculo delante del tren y en su propia posición.

En un sistema de objetivo móvil, el Controlador de Zona calcula la posición del tren bajo condiciones de peor caso (del lado de la seguridad) de acuerdo a la posición reportada por el propio tren y las tolerancias de incertidumbre. Después, el Controlador de Zona considerará este tren como un obstáculo para el tren detrás y así calcula el nuevo MAL para este tren, que se desplazará de esta manera lo más cercano posible al tren de delante.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO GARCÍA GALVA
REPRESENTANTE S.A.S.

Figura 5: Diagrama operacional. Principio de objetivo móvil

A modo de resumen, mediante el principio de objetivo móvil la distancia de separación detrás del tren precedente se calcula dinámicamente a partir de las velocidades de operación máximas, de las curvas de frenado y de las posiciones de los trenes en la vía. Gracias a la alta resolución en el informe de posición, el tren siguiente puede acercarse de manera segura a la última posición verificada de la cola del tren precedente hasta mantener una distancia segura de frenado, basándose en la velocidad máxima permitida en la sección de vía en la que se encuentren.

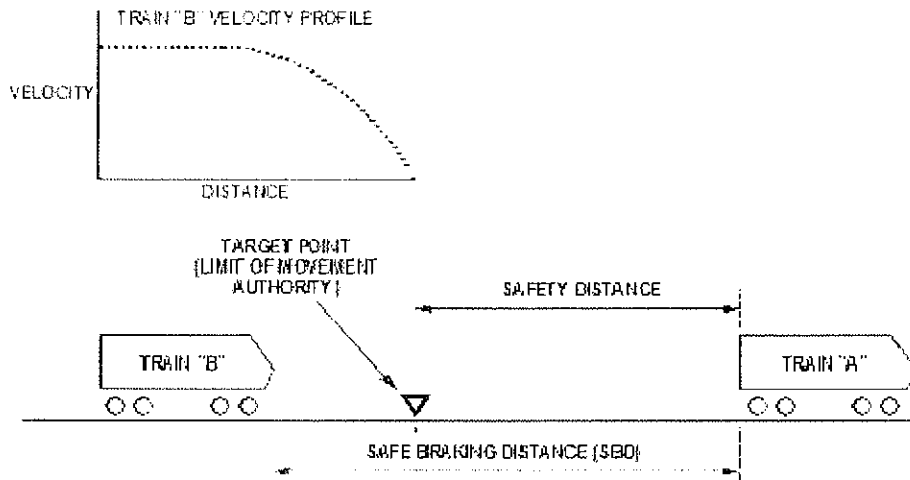
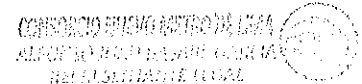


Figura 6: Separación segura entre trenes.

Adicionalmente se asegura una “distancia de seguridad” entre los trenes. Esta distancia de seguridad es una distancia fija entre el punto de parada enviado a un tren y la posición de la cola del tren precedente. Esta distancia se calcula en base a una serie de condiciones de peor caso, de forma que, incluso en estas condiciones, se asegura una separación segura.

Los principios de diseño del sistema CBTC incluyen:

- ♦ Alta resolución en la posición de los trenes, a cargo de el Carborne Controller de a bordo
- ♦ Comunicación de esta información de posición del tren (así como de otros estados del tren) al equipo de vía CBTC (Controlador de Zona) a través del enlace de comunicaciones CBTC tren-vía
- ♦ Cálculo del MAL para cada tren equipado con CBTC a cargo del equipo de vía CBTC, basándose en la información de posición de los trenes y en las entradas del subsistema de enclavamiento.
- ♦ Comunicación de estos límites de autoridad de movimiento y otros controles eventualmente necesarios a los trenes mediante el enlace de comunicaciones CBTC tren-vía.
- ♦ Cálculo y aplicación del perfil velocidad/distancia por parte del equipo de a bordo CBTC (Carborne Controller)
- ♦ Comunicación, a cargo del equipo CBTC de vía, de los comandos CBTC para sustituir las condiciones del subsistema enclavamiento y de los estados del subsistema enclavamiento hacia los equipos CBTC.



1.1.1.9 Modelo de frenado seguro

El modelo de distancia segura de frenado (Safe Braking Distance, SBD) es una representación analítica del rendimiento del tren a medida que decelera hasta la parada total, incluyendo una serie de condiciones de peor caso que pueden darse en diferentes escenarios de fallo. Un tren equipado con CBTC podrá parar en una distancia igual o menor que la que se garantiza mediante el modelo de frenado seguro. En la figura 7 se ilustra un modelo de frenado seguro típico.

El modelo SBD sigue las especificaciones del estándar 1474 CBTC del IEEE. Parámetros como el gradiente de la vía, las restricciones temporales de velocidad, la longitud del tren, restricciones de velocidad debidas a la obra civil y las características de rendimientos del tren se almacenan en las bases de datos digitales del Carborne Controller, que son tanto

“estáticas” como “dinámicas”. Si un límite de autoridad de movimiento atraviesa una ~~zona~~ un límite de velocidad civil menor que la velocidad actual del tren, el Carborne Controller calcula los efectos de estos límites de velocidad civil para asegurar que el perfil de velocidad del tren está siempre por debajo de la velocidad civil límite en la zona afectada.

Se debe tener en cuenta que la Figura 7 no está dibujada a escala y que es una representación simplificada para explicar de manera sencilla el modelo de distancia de frenado seguro en un sistema CBTC. Es necesario tener en cuenta también que el modelo descrito aquí se define para nivel de vías tangentes y se debe ajustar de acuerdo a los diferentes gradientes.

En la figura 7, la curva de Frenado de Emergencia es la curva velocidad/distancia (en el escenario de peor caso y en bucle abierto) que el tren seguirá una vez que el ATP haya iniciado la aplicación del Freno de Emergencia. Esta curva de frenado de emergencia debe siempre ser igual o menor que la curva de velocidad segura, donde la velocidad segura se define como la velocidad por encima de la cual podría existir un peligro crítico (descarrilamiento o colisión).

En este modelo se tienen en cuenta también factores de seguridad en la curva de frenado de emergencia, en las incertidumbres en la posición de los trenes y otras tolerancias adicionales en medidas incorporadas en el diseño del sistema CBTC de modo que no es necesario añadir márgenes de seguridad adicionales.

La curva ATP de detección de sobrevelocidad es la curva de velocidad-distancia que el subsistema ATP utiliza para desencadenar de forma inmediata la aplicación de un frenado de emergencia, en caso de que el ATP detecte que la velocidad medida supera esta curva en la posición medida del tren. Cuando el subsistema ATP ha iniciado la aplicación de un frenado de emergencia, el subsistema ATP no estará ya incluido en el bucle de control y el material rodante aplicará el freno de emergencia a una velocidad igual o menor que la señalada por la curva de frenado de emergencia. Esta curva incluye por tanto un período de eliminación de la tracción, tiempo que tarda la propulsión del tren en dejar de tener efecto.

La curva de perfil ATP es la curva de velocidad-distancia que representa un margen extra necesario por debajo de la curva ATP de detección de sobrevelocidad. El perfil ATP es la curva utilizada por el subsistema ATP.

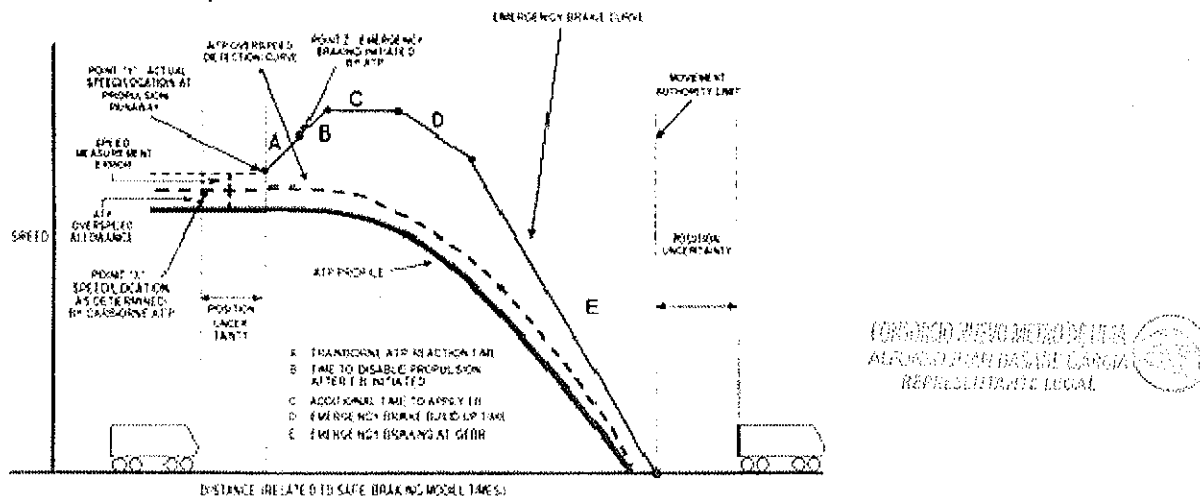


Figura 7: Diagrama Operacional -- Modelo típico de Distancia de Frenado Seguro

- ♦ Tiempo de respuesta del equipo embarcado Carborne Controller (A)

En la figura 7 se asume que el sistema CBTC medirá la velocidad y la posición del tren (relativa a su límite de autoridad de movimiento) y compara dicha velocidad medida con el perfil ATP de velocidad en la posición medida, cada A segundos (en el peor de los casos)



En la figura 7, el punto X representa la situación en la que la velocidad medida por el CBTC está justo por debajo de la curva ATP de detección de sobrevelocidad, es decir, aunque la velocidad medida por el ATP está ligeramente por encima del perfil ATP, aún se encuentra dentro de la curva ATP De sobrevelocidad. Por tanto, el sistema CBTC no desencadenará un frenado de emergencia.

Sin embargo, debido a la velocidad estimada para el peor caso y los errores en la medida de la posición (márgenes de incertidumbre en la misma), es posible que la velocidad y posiciones reales del tren pudieran estar en el punto Y.

En este punto en el tiempo, si bien el conductor del tren o el subsystema ATO estarían normalmente intentando reducir la velocidad del tren para mantenerla debajo de la curva ATP, se asumirá que ocurre un fallo que hace que el tren acelere en lugar de frenar.

Esta situación será detectada por el CBTC "A" segundos más tarde (punto Z en la figura) dado que la velocidad medida por el CBTC estará por encima de la curva ATP de detección de sobrevelocidad y el sistema CBTC iniciará inmediatamente la aplicación del frenado de emergencia en lazo abierto.

La velocidad en el punto "Z" por tanto presenta la velocidad máxima que el tren puede alcanzar por encima del perfil ATP debido al peor caso en los tiempos de respuesta y errores en las mediciones

En este punto, las contribuciones restantes a la curva de frenado seguro están determinadas exclusivamente por las características del vehículo.

◆ Tiempo de respuesta de desactivación de la propulsión (B)

Durante este tiempo del modelo de frenado seguro, el tren continúa acelerando hasta que el sistema de propulsión del tren ha sido desactivado totalmente como respuesta al desencadenamiento del freno de emergencia por parte del sistema CBTC.

◆ Tiempo de desplazamiento a vela (C)

Durante este tiempo, se asume que el tren se mueve "a vela" a la máxima velocidad alcanzada como resultado de la aceleración previa a que se desactivara totalmente la tracción. Esta componente del modelo finaliza cuando el frenado de emergencia empieza a tener efecto.

◆ Tiempo de "crecimiento" del Freno de Emergencia (D)

Durante esta fase la tasa de frenado del freno de emergencia crecerá desde 0 a, al menos, la tasa de frenado garantizada por el freno de emergencia (GEBR, Guaranteed Emergency Braking Rate).

◆ Frenado de Emergencia a la tasa garantizada (GEBR) (E)

Durante esta fase el tren decelera continuamente a la GEBR hasta la parada completa.

Nota: los componentes D y E son típicamente integrados en una única curva equivalente.

◆ Incertidumbre en la Posición

El modelo de curva de frenado debe incluir la distancia máxima debido a las inexactitudes en las medidas tanto para el primer tren como para el siguiente.


1.2 Protección de los trenes y pasajeros

1.2.1 Modos de conducción

1.2.1.1 Administración de los modos de conducción

La selección del modo de conducción se realizará mediante un conmutador ubicado en el pupitre de conducción de abordó. Este pupitre de conducción se encontrará nominalmente oculto y asegurado con llave. Sólo se abrirá en caso de requerirse conducción manual.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO BUSTI LACAYE CANCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



005767

Tanto los equipos embarcados suministrados para cada tren como los equipos de vía (Zone Controllers) del sistema CBTC ofertado proporcionarán los siguientes modos de conducción, tal y como se requiere en las especificaciones técnicas CBTC de la presente oferta:

- **Modo de conducción UTO, automático y sin conductor**

Este modo será el modo de conducción nominal de los trenes de pasajeros que operen en vías principales de las líneas 2 y 4 del Metro de Lima y Callao y en las vías desde/hacia las posiciones de estacionamiento de las cocheras de ambos Patios.

En este modo, los movimientos del tren se realizan automáticamente por medio de la aplicación automática de tracción motora y frenado que realiza el ATO, siempre bajo la supervisión y control en seguridad del ATP.

Además, en este modo los sistemas ATO y ATP controlarán y comandarán automáticamente tanto la supervisión como los mandos de apertura y cierre de puertas de tren y andén.

Debido a la alta integridad en seguridad que se debe garantizar en el modo de conducción UTO, éste sólo se podrá activar si las condiciones de localización del tren y del sistema CBTC lo permiten. Entre otras, la correcta operación del ATP tanto de vía como de abordó (ausencia de fallo detectado) será un prerequisite imprescindible para permitir la activación del modo UTO

Existirá también un submodo de conducción UTO, llamado modo de conducción de respaldo que permitirá operar los movimientos de un tren UTO remotamente desde el PCO.

Este modo se podrá utilizar, por ejemplo, para los casos de deslocalización de un tren o en caso de pérdida y reestablecimiento operativo de un Controlador de Zona, bajo específicos procedimientos a ser detallados en las etapas de diseño. En estos casos, este modo de conducción de respaldo permitirá mover el tren al menos hasta la próxima estación o hasta una zona donde se logre la relocalización del tren y pueda ser puesto en modo UTO de nuevo.

El objetivo de este submodo es evitar la necesidad de mandar un conductor para rescatar el tren afectado mediante conducción manual y/o rescatarlo mediante acoplamiento con otro tren UTO.

La conducción remota por parte del operador del PCO se realizará por medio de un botón conectado al enclavamiento que transmitirá al Controlador de Zona y luego al subsistema CBTC de abordó una autorización de marcha restringida a muy baja velocidad.

El operador tendrá la responsabilidad de verificar visualmente las condiciones de la vía antes de accionar el botón con la ayuda de la cámara instalada al frente del tren, permitiéndole seguir el movimiento del mismo así como supervisar continuamente el estado de la vía delante.

Las cámaras del tren proporcionadas por el sistema CCTV deberán garantizar en seguridad que el tren visualizado por el operador es el propio tren que se dirigirá en conducción de respaldo y que la imagen visualizada al PCO no esté congelada.

- **Modo de conducción automático, con asistente a bordo (AMA)**

Existirá un modo de conducción automático con asistente humano a bordo, en el cual la propulsión y el frenado del tren las realiza el sistema ATO bajo la protección del ATP, que, como en modo UTO, proporcionará un control seguro de velocidad y la separación segura de trenes) mientras que el asistente a bordo será el responsable del control de las puertas de tren y de la operación de salida de cada estación.

- **Modo de conducción Manual bajo supervisión ATP, con conductor a bordo (ATPM)**

Existirá un submodo de conducción Manual, bajo supervisión ATP, en el cual el tren será conducido manualmente por un conductor que deberá respetar las indicaciones proporcionadas por el sistema ATP a través de la interfaz de conducción de a bordo.

Este modo de conducción se podrá utilizar en las zonas UTO en la primera fase del proyecto y en las siguientes fases estará disponible para los casos en que, por fallo parcial del sistema CBTC, el modo UTO no esté disponible.

- **Modo de conducción Manual a la vista, con conductor a bordo y velocidad máxima supervisada por el subsistema ATP (RM)**

Existirá un submodo de conducción Manual, bajo supervisión ATP, con velocidad limitada a la máxima permitida, en el cual el tren será conducido manualmente por un conductor que deberá respetar las indicaciones de voz proporcionadas por el despachador de trenes.

- **Modo de conducción Manual a la vista, con conductor a bordo y velocidad máxima supervisada por el Material Rodante**

Existirá un submodo de conducción Manual a la vista, con velocidad máxima limitada y supervisada directamente por el Material Rodante.

Este modo será el modo de conducción utilizado fuera de las áreas UTO, como son las zonas de maniobras en los Talleres.

En el modo de conducción Manual a la vista, el mando de Frenado de Urgencia a petición del CBTC estará completamente aislado. Es decir, el sistema CBTC no podrá detectar ninguna condición ni desencadenar la activación del Freno de Urgencia.

Por tanto, en el modo de conducción Manual a la vista, la conducción en forma segura del tren estará siempre bajo la responsabilidad de un conductor a bordo.

Al solicitarse el cambio a modo Manual a la vista supervisado por el Material Rodante en un tren mediante el selector en el pupitre de conducción de abordó, toda salida del CBTC hacia el Material Rodante (típicamente comandos del CBTC al MR, incluido el Frenado de Urgencia) quedará inhibida o aislada.


1.2.1.2 Supervisión de las transiciones entre modos de conducción

Las transiciones entre los modos de conducción arriba mencionados deberán hacerse con el tren detenido y mediante el conmutador de selección de modo, disponible en el pupitre de conducción.

Para permitir la habilitación de los modos disponibles mencionados anteriormente, dicho conmutador se podrá accionar para situarlo, de manera exclusiva, en una de las siguientes cuatro posiciones:

- UTO
- AMA
- ATPM
- RM

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO HERNANDEZ GARCIA
RESPONSABLE LEGAL



Para permitir el aislamiento del sistema CBTC de a bordo se proveerá un segundo conmutador que podrá ser situado, de manera exclusiva, en una de las siguientes dos posiciones:

- CBTC (de manera que el modo de conducción efectivo será el seleccionado en el conmutador de modos de conducción CBTC);

- Marcha manual a la vista (es decir modo fuera del control del sistema CBTC, con el equipo de a bordo aislado).

1.2.2 Determinar la localización, la dirección de desplazamiento y velocidad de los trenes

La función de la localización permite colocar geográficamente al tren en una red ferroviaria. La localización se determina combinando:

- Detección de balizas ubicadas en ciertos puntos de la red: cada baliza tiene un ID que identifica el segmento de la vía en la que se encuentra (ver también 1.1.1) y su desvío,
- Medición del desplazamiento del tren
- Indicaciones de agujas (para actualizar la posición del tren al pasar por las agujas).

La base de datos del equipo CBTC de abordaje (CC) memoriza la red ferroviaria. El CC considera los elementos mencionados para calcular la localización del tren en la base de datos.

El CC transmite la localización calculada al equipo CBTC de vía (ZC).

La localización de CC consiste en una fase de "inicialización" y en otra de actualización. El CC debe detectar dos balizas adyacentes y la separación entre ellas se debe validar en la base de datos para poder completar la fase de inicialización. Una vez inicializada, la localización del tren se actualiza cada vez que se detectan balizas, se mide el desplazamiento del tren y se toman en cuenta las indicaciones de agujas.

Las balizas son dispositivos pasivos de comunicación en un sentido (de la vía hasta al vehículo) ubicados junto a la vía y alimentados por la señal de la antena de interrogación ubicada en los trenes. Cuando un tren pasa por una baliza, éste recibe un mensaje digital que identifica la baliza y proporciona una entrada de datos a la base de datos de la vía, la cual brinda la posición geográfica del punto medio de la baliza.

Los parámetros que describen la localización del vehículo son:

- Posición del tren
- Polaridad del tren
- Dirección de desplazamiento

Esta función permite:

- Al CC localizarse y poder cumplir con las restricciones de seguridad así como poder realizar paros precisos en estación,
- Al ZC de contar con informaciones sobre la posición de los trenes para realizar la función de seguimientos de los trenes,
- Al operador del PCO contar con la función de seguimientos de los trenes.
-

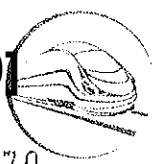
1.2.2.1 Identificación

El equipo CBTC embarcado en cada tren gestionará y estará identificado en el sistema por medio de un número de material único.

1.2.2.2 Localización de la posición de la parte delantera y de la parte trasera del tren

En todo momento de la operación nominal, el sistema CBTC mantendrá, en forma segura, la localización de la parte delantera y trasera del tren. El equipo CBTC embarcado (Carborne Controller) adjuntará esta información en reportes de localización periódicos que envía al equipo CBTC de vía (Zone Controller).

Se definen dos tipos de posiciones:



Posición vital:

- La posición vital la define un intervalo de incertidumbre que tiene en cuenta los siguientes factores de incertidumbre "en el peor caso": la incertidumbre estática y dinámica al leer una baliza, la incertidumbre de la medición del desplazamiento de la última baliza leída y la incertidumbre de la instalación en la vía.
- Las funciones vitales que utilizan los datos de localización seleccionarán la posición más apropiada (mín. o máx. vital) (en el peor caso).

Posición no vital:

- La posición no vital de cualquier punto del tren se define como la posición más probable de ese punto (puntual).
- El cálculo de esta posición se basará en la hipótesis probable sobre la lectura de las balizas y la medición del desplazamiento.
- La posición no vital se utilizará específicamente para la gestión de las paradas.

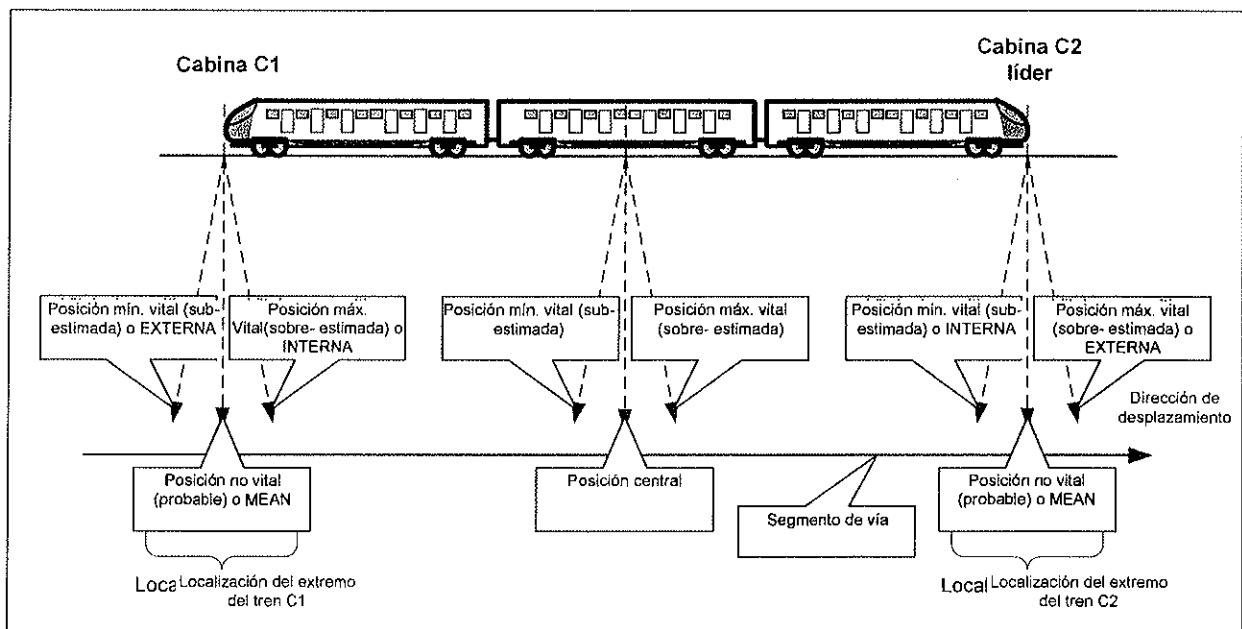


Figura 8: Posición del tren: Posición vital y no vital

Esta funcionalidad permitirá al CC conocer en todo momento la posición de ambos extremos del tren y tenerlos en cuenta para los cálculos que efectúa de cara a cumplir con las condiciones de seguridad impuestas relativas a:

- Velocidad límite
- Puntos de parada en seguridad que puedan existir en la línea (en caso de emergencia, por ejemplo)
- Puntos de parada por servicio en estación
- Detección de velocidad cero.

Asimismo, el cómputo continuo de la localización de ambos extremos del tren le permite al sistema CBTC:

- Mostrar en el ATS la posición precisa de los trenes en la línea y en las zonas UTO de los Talleres
- Permitir al operador del PCO el seguimiento de los trenes en la red.

La información de localización de ambos extremos del tren se extraerá a partir de la información del sistema odométrico del tren con la resolución necesaria para permitir cumplir con los requisitos de operación y de seguridad. La determinación de ambos puntos del tren será pues segura y precisa.

con los requisitos de operación y de seguridad. La determinación de ambos puntos del tren será pues segura y precisa.

Para permitir esta función de localización primaria del CBTC se requerirá de la instalación de balizas en vía, del tipo Eurobaliza. ASTS cuantificará y acotará de manera precisa el número necesario para cumplir con los requerimientos de la presente oferta.

Estas balizas se instalarán en los lugares determinados como necesarios entre los dos raíles de vía. ASTS realizará los estudios de vía necesarios para determinar estas posiciones de manera que el sistema CBTC podrá localizar un tren en cualquier parte del territorio CBTC.

Para los trenes en modo de conducción automático y en caso de pérdida de la localización (así considerada por el sistema cuando el error en posición reportado supera un cierto umbral de seguridad o tras un tiempo predeterminado en el que el equipo de vía no recibe reporte de posición del CC o tras un tiempo con las comunicaciones en fallo), el sistema CBTC comandará el Frenado de Urgencia para la detención inmediata e irrevocable del tren.

1.2.2.3 Determinación de la dirección de movimiento del tren

La polaridad del tren caracteriza la orientación convencional del tren comparada con la orientación convencional definida en la base de datos con la descripción de la vía.

La dirección de desplazamiento caracteriza la dirección en que se supone que el tren debe avanzar de acuerdo con la cabina activa en comparación con la dirección convencional de la red lógica en la base de datos del CC. La dirección de desplazamiento se utiliza para que el controlador de zona elabore el límite de autorización de desplazamiento (MAL).

El objetivo de esta función es evitar las colisiones frontales en las zonas bidireccionales del territorio CBTC. La gestión de la dirección del tráfico en el territorio CBTC es esencial para establecer de manera segura la autoridad de movimiento de un tren CBTC con protección total ATP y fijar las condiciones del enclavamiento de trenes sin o con CBTC que no se encuentren en modo automático.

No será posible extender la autoridad de movimiento de ningún tren en una sección de vía en donde se haya establecido anteriormente una dirección de tráfico opuesta.

Esta función incluye el subsistema ATS, el conductor, el subsistema de enclavamiento y los equipos CBTC CC y ZC.

La dirección de desplazamiento solicitada de un tren la requiere

- Un ATS para trenes en modo automático;
- El conductor del tren para trenes en otros modos

En la solicitud de ATS, la dirección solicitada se define en un mensaje que ATS envía a CC.

En la solicitud del conductor del tren, la dirección solicitada corresponde a la cabina activada por el conductor, en modo de conducción manual.

El CC transmite la solicitud de dirección al ZC a cargo de la elaboración del MAL.

La autorización de dirección de desplazamiento de cualquier sección de vía es responsabilidad del enclavamiento.

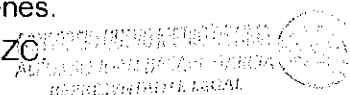
La dirección de desplazamiento de un tren CBTC que se comunica se puede cambiar en cualquier lugar fuera de los bloques de agujas cuando se dan todas las condiciones apropiadas (por ejemplo, no hay otro tren CBTC que se comunica y que se desplaza en la dirección opuesta o no hay otro tren en el área bidireccional que no se comunica).

En un área de agujas, el enclavamiento garantiza completamente la protección.

En los áreas monodireccionales, la dirección del desplazamiento CBTC es única e invariable.

En una zona bidireccional CBTC (además de áreas de agujas) el enclavamiento garantiza completamente la protección contra colisiones frontales entre dos trenes.

- El CC calcula la dirección de desplazamiento y se la envía al ZC



- El enclavamiento gestiona el bloqueo de dirección de cada bloque de cada zona de dirección CBTC.
- El ZC calcula una dirección de desplazamiento CBTC que cumple con el bloqueo de la dirección del bloque recibido desde el enclavamiento. El ZC envía el ZC_MAL al CC en la dirección de desplazamiento del tren y controla que se cumpla la dirección de desplazamiento del tren y la dirección de desplazamiento de CBTC.

De esta forma, el sistema CBTC determinará de manera continua y en seguridad el sentido de marcha del tren.

1.2.2.4 Determinación de la velocidad del tren (incluyendo velocidad cero)

El sistema CBTC también determinará de manera continua la velocidad de marcha del tren, así como la detección de velocidad cero sin involucrar otro sistema específico que no sea el equipo embarcado y el sistema odométrico de a bordo.

Los CC se encargan de calcular la velocidad del tren y la distancia recorrida. Para calcular la velocidad y la distancia que recorren los vehículos, los CC utilizan el diámetro de las ruedas y los pulsos acumulados del sensor de velocidad.

El CC calcula automáticamente el diámetro de las ruedas por medio de un conjunto de balizas codificadas especialmente instaladas en las vías rectas y planas (generalmente área de vía para las transferencias del depósito). Cuando el CC atraviesa estas balizas, éste compara la distancia recorrida (y calculada con los datos de los sensores de velocidad) con la distancia actual almacenada en la base de datos. Se comparan los valores y se determina el diámetro de las ruedas.

Debido a que el tamaño de las ruedas es un componente crítico para calcular velocidad y distancia, el CC calcula el tamaño de las ruedas cada vez que sale del taller o de las cocheras, para tener en cuenta el desgaste de éstas.

1.2.2.5 Detección de los trenes que no comunican su posición y de los vehículos de mantenimiento

El sistema CBTC, por medio de los subsistemas ZC y CC, monitoriza las posiciones de los trenes en la red ferroviaria.

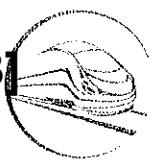
El ZC determina la posición de los trenes comparándolos entre sí y con los obstáculos fijos de las vías. El objetivo principal de la monitorización de los trenes es proporcionar datos para la separación segura de éstos. Estos datos se proporcionan en forma de mapa con la red en donde se localizan todos los trenes (los trenes con CBTC así como los no equipados con este sistema y los que no se comunican).

Este mapa con la ocupación de las vías lo establece el ZC según:

- Ocupación del circuito de vía proporcionado por el enclavamiento de trenes que no comunican su posición (trenes no aptos o con fallos en el equipo a bordo. A estos trenes se los denomina "trenes que no se declaran" o "trenes que no se comunican").
- Informe proporcionado por el CC con la localización de los trenes (a través de DCS)
- Posición de las agujas

Para los trenes CBTC en condiciones nominales, cada CC proporciona un informe de localización que incluye la identidad del tren, la posición de los extremos frontales y posteriores, la incertidumbre sobre la posición y la dirección de desplazamiento. La identidad del trenes el "ID del CC" que es predeterminado en cada vehículo, evitando que dos CC tengan en mismo ID (ver 1.2.2.1).

En lo que respecta a la incertidumbre, el ZC calcula las posiciones "vitales" de los extremos del tren por medio del informe de posiciones no vitales del CC y la incertidumbre de posición informada, como muestra la figura abajo. Esto garantiza la maximización del largo del tren ("en el peor caso" para la determinación de la distancia de la vía)



005773

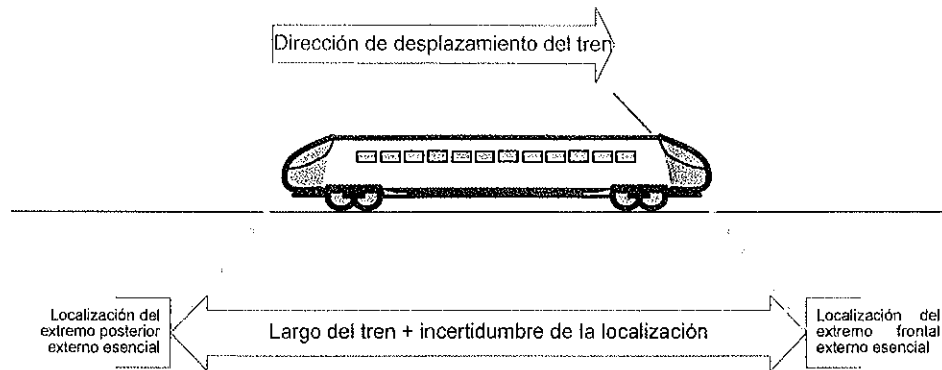


Figura 9: Posición de incertidumbre

Para los vehículos de mantenimiento o los casos en que un tren (o trenes) se encuentren con el equipo CBTC de a bordo en fallo, o bien con las comunicaciones con los equipos CBTC de vía en fallo, de manera que no puedan reportar su posición a los Zone Controller, el sistema CBTC los monitoriza gracias a un sistema de detección secundaria basada en Circuitos de Vía de audiofrecuencia, proporcionado por el subsistema de enclavamiento.

Este sistema de detección secundaria será totalmente independiente del sistema nominal de detección de trenes (localización mediante balizas y envío del reporte de posición por parte del equipo embarcado a los equipos de vía).

Los Circuitos de Vía estarán conectados al enclavamiento electrónico y detectarán, en modo seguro y a prueba de fallos, la presencia de tren sobre ellos mediante el envío de esta información al enclavamiento.

La detección secundaria estará totalmente garantizada aún en el caso de fallo de algún equipo del ATC (equipo CBTC abordo, equipo CBTC de vía o ATS), que no afectarán a su operación segura.

La información recogida por el enclavamiento acerca de la ocupación o estado libre de cada circuito de vía individual desplegado en las dos líneas será integrada continuamente con la información de posición de los trenes localizados mediante CBTC. El enclavamiento electrónico envía continuamente estos datos de ocupación de circuitos de vía a los Zone Controllers, así como al ATS en tiempo real.

Así, mediante la gestión combinada de estas dos fuentes, el sistema CBTC en su conjunto garantizará una operación mixta segura de todos los movimientos, tanto de trenes en modo automático como trenes no comunicantes o que hayan perdido la localización y vehículos de mantenimiento.

En el caso de que se detecte discrepancia entre los estados recibidos del sistema de detección primario y secundario (por ejemplo, reporte de posición para un tren automático que indica que el tren se encuentra en una posición y en paralelo se recibe el estado del CdV correspondiente a esa posición como libre), el sistema CBTC generará una alarma en el ATS.

La gestión adecuada que el CBTC hace de la información de los dos sistemas de detección permite que un tren en conducción manual circulando por la línea no afecte al modo de conducción de los otros trenes en automático. En cualquier caso, la detección secundaria por medio de circuitos de vía nunca impactará en detrimento de la detección nominal del sistema CBTC.

La gestión mixta que hace el sistema CBTC de las informaciones de los dos sistemas de detección garantiza la detección segura y posibilita el seguimiento de cualquier tipo de tren especificado para circular en las líneas 2 y 4: trenes de pasajeros en modo automático, trenes de pasajeros en modo manual o con CBTC en fallo y vehículos de mantenimiento.

Como se ha descrito anteriormente, el sistema de detección secundaria se basará en la instalación de un número de circuitos de vía (o bloques de detección) limitado y que se

determinará mediante un proceso de diseño optimizado, a realizar por completo en la etapa de diseño del proyecto.

En el la sección A.9.6.3 se presentan los esquemas referenciales de las líneas 2 y 4 y sus talleres con un diseño preliminar de los bloques de detección.

1.2.3 Respeto de los puntos a proteger

El sistema CBTC computará de manera continua los puntos a proteger por cada tren. Estos puntos a proteger podrán ser fijos o dinámicos.

El objetivo de esta función es garantizar la separación segura del tren así como la seguridad de la señalización.

Como se ha explicado anteriormente, para trenes con equipo CC operativo, la localización del tren se basa en la resolución de localización del sistema CBTC. Para trenes con equipo CC no operativo, la localización del tren la determina el equipo junto a la vía (circuitos de vías).

El sistema CBTC garantiza el movimiento seguro de los trenes bajo el control de CBTC en el territorio de CBTC.

Para hacerlo, se debe informar al sistema CBTC de manera segura la circulación de los trenes (trenes con y sin CBTC), el estado de señalización y del equipo junto a las vías en el territorio CBTC mediante el subsistema de enclavamiento y el equipo CBTC.

En cada tren equipado, el sistema CBTC calcula un límite de protección del desplazamiento también llamado MAL (límite de autorización de desplazamiento).

El límite de protección de desplazamiento es el más restrictivo de los siguientes:

- Parte trasera del tren equipada con CBTC con permiso para incertidumbre de cualquier localización;
- Fin de vía;
- Entrada a un enclavamiento, cuando la ruta no está verificada como establecida y bloqueada (esto incluye el límite de una sección de vía con una dirección de tráfico opuesta establecida);
- Límite de una sección de vía protegida (por ejemplo, la entrada a una ruta que no es segura para el movimiento del tren);
- Circuito de vía ocupado por un tren en modo manual.

El límite de protección de desplazamiento (MAL) autoriza al tren a ingresar y desplazarse por una sección específica de la vía, en una dirección de desplazamiento determinada. Los MAL se asignan, supervisan, anticipan cada ciclo de comunicación y se cumplen mediante el sistema CBTC para mantener la separación segura del tren y para proporcionar protección entre enclavamientos, como muestra la figura abajo.

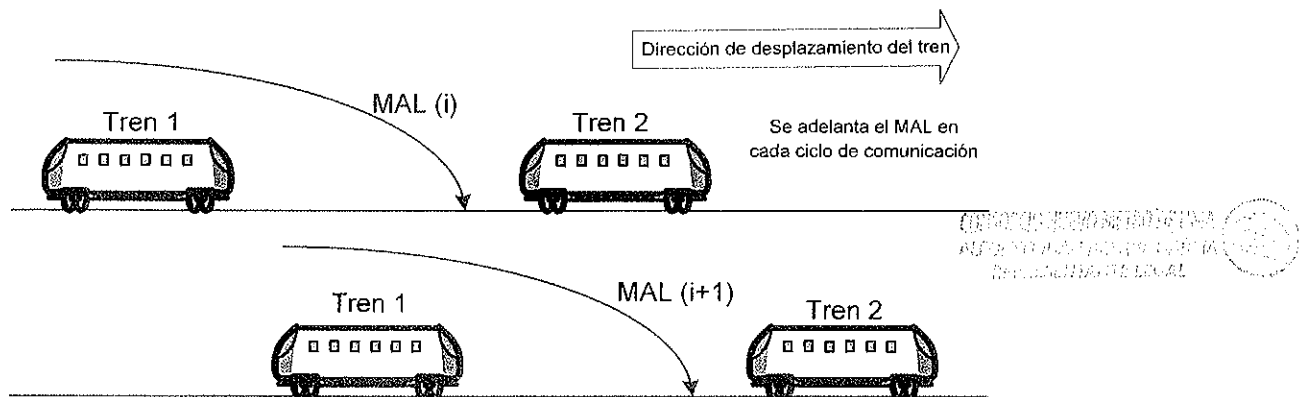


Figura 10: El MAL se “adelanta”



El MAL estándar consiste en restricciones vitales (V_MAL) y restricciones no vitales (NV_MAL), según la naturaleza de los puntos de parada próximos. 005775

Las restricciones vitales y no vitales pueden ser identificadas por el ZC o el CC.

Las restricciones identificadas por el ZC pueden ser "individuales", es decir, aplicables a un tren específico o "geográficas", es decir, aplicables a todos los trenes supervisados por el ZC.

La siguiente tabla resume la clasificación de las diferentes restricciones:

	Identificadas por el ZC		Identificadas por el CC
	Individuales	Geográficas	
Restricciones vitales	Extremo de un tren CBTC anterior Aguja de una ruta no bloqueada Inicio de una ruta no bloqueada si la sección de la vía tiene dirección opuesta Fin de la vía (parachoques) Inicio de una sección de vía con indicación de ocupación	Zonas protegidas Estados de las agujas	Punto de salida del territorio CBTC
Restricciones no vitales	Inicio de una sección de bloque virtual de la vía en donde se localiza a un tren anterior	Zonas defectuosas Nivel de adhesión	

1. Restricciones individuales identificadas por el ZC

EL ZC computa y envía un mensaje "ZC_MAL" "individual" a cada tren, que consiste en dos componentes:

- Un componente vital (ZC_V_MAL)
- Un componente no vital (ZC_NV_MAL)

El ZC calcula el ZC_MAL usando la dirección de desplazamiento solicitada por el CC (transmitida con el último informe de localización del tren).

Los componentes del ZC_MAL de cada tren se definen así:

❖ ZC_V_MAL:

➤ Tipo_ZC_V_MAL: la diferencia entre diferentes MAL:

- Tipo AT: la autoridad de desplazamiento está limitada por un tren equipado con control CBTC, monitoreado por "localización"
- Tipo MTc: la autoridad de desplazamiento está limitada por un tren equipado sin control CBTC, monitoreado por "localización"
- Tipo UT: la autoridad de desplazamiento está limitada por un tren monitoreado por "bloque" (tren no identificado)
- Tipo de límite de vía: la autoridad de desplazamiento está limitada por otro obstáculo fijo
- Tipo de valor por defecto: valor por defecto para el tipo MAL, cuando no se conoce la naturaleza del obstáculo (o no se puede saber debido a falta de "visibilidad" más allá del obstáculo)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO HUALHABADI GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

- Localización_ZC_V_MAL: Localización del límite de protección del desplazamiento (ID del segmento y desvío del segmento)
 El CC realiza las correcciones necesarias de la Localización_ZC_V_MAL según el tipo_ZC_V_MAL:
 - Movimiento hacia atrás por distancia en reversa (ZC_V_MAL tipos AT o MTc)
 - Movimiento hacia atrás por distancia entre andenes y distancia en reversa (caso de un ZC_V_MAL tipo UT)
- Dirección_ZC_V_MAL: dirección de desplazamiento permitida para este límite

❖ ZC_NV_MAL:

- Localización_ZC_NV_MAL (si es necesaria): Localización del límite de protección del desplazamiento (ID del segmento y desvío del segmento)

2. Restricciones geográficas identificadas por el ZC

El ZC envía a todos los trenes un único mensaje "geográfico" datos generales "ZC_GD" el cual posee dos componentes:

- Un componente vital (que incluye los estados de agujas, zonas protegidas)
- Un componente no vital (que incluye las zonas defectuosas)

El ZC diariamente envía este mensaje a los trenes localizados dentro de la sección de vía a su cargo.

El CC se encarga de determinar si el contexto requiere modificar el desplazamiento actual del tren. Si no se permite pasar un punto frente al tren, el CC proporciona automáticamente un punto de parada no vital al momento de dicha referencia. Si se detecta la pérdida de correspondencia de una aguja entre el tren y su ZC_MAL, el tren se detiene por medio del freno de emergencia hasta que se reestablece la posición correcta de la aguja.

El ATS transmite a Frontam la información del nivel de adhesión. Frontam la envía al ZCR; éste emite esta información a todos los ZC y cada ZC la informa a sus CC.

La restricción vital del nivel de adhesión que recibió el CC reemplaza el nivel de adhesión nominal definido en la configuración de datos del CC. Esto asegura que el equipo de CC calcule las curvas de frenado empleando los índices de frenado actualizados al nivel de adhesión de la vía.

3. Restricciones identificadas por el CC

Las restricciones identificadas directamente por el CC son las correspondientes a la localización del tren y al modo de control de conducción. (Ejemplo: la restricción relacionada con la salida del territorio CBTC).

EL CC calcula los puntos de parada vitales (VSP) y los puntos de parada no vitales (NVSP) de los mensajes del ZC y de la base de datos del CC.

V_MAL (Límite vital de protección de desplazamiento) es el cálculo de todos los VSP (puntos de parada vitales) y está involucrado en el cálculo del perfil de frenado de emergencia, perfil de accionamiento de EB.

NV_MAL (Limite no vital de protección de desplazamiento) es el cálculo de todos los NVSP (puntos de parada no vitales) y está involucrado en el cálculo de la supervisión de la velocidad no vital, en el punto establecido de velocidad y en el punto establecido de velocidad IHM de la pantalla TOD (en caso de conducción manual supervisada por ATO).

Los puntos a proteger listados acima, permiten garantizar las siguientes subfunciones:

- Protección de espaciamiento entre los trenes automáticos
- Protección de puntos de paro de seguridad

1.2.3.1 Protección de espaciamiento entre los trenes automáticos

Una de las funciones principales del ATP del sistema CBTC es la separación segura de trenes en automático. Esta función, que se basa en el principio de parada instantánea del tren anterior, garantiza, de forma segura, que los trenes circulen en todo momento separados por unas distancias de seguridad adecuadas a las velocidades instantáneas y calculadas teniendo en cuenta los peores casos posibles.

En caso de emergencia o situación degradada, por ejemplo si el tren precedente activara el Frenado de Urgencia de manera inmediata, los trenes que le siguen deberán tener suficiente espacio para frenar también sin impactar con el primero. Por eso se proporcionan funcionalidades para retirar (es decir, hacer más restrictivo) un MAL otorgado anteriormente a un tren. Si el tren estuviera acercándose o frenando hacia el MAL original, el tren podría estar violando el nuevo perfil ATP. Bajo estas circunstancias, el sistema CBTC inicia de inmediato la aplicación de frenado. La aplicación del freno puede tratarse de una aplicación inmediata del freno de emergencia o una aplicación supervisada del freno de servicio que depende de si el tren viola un punto de parada vital o no vital. Se envía una alarma al ATS.

Para realizar esta función, el sistema CBTC calcula de manera continua como punto de protección el que corresponde a la parte trasera del tren precedente, si circula en automático.

El punto de protección se precisa tomando en cuenta en tiempo real la posición trasera reportada por el tren precedente y modificada por los cálculos de seguridad, debidos al error acumulado en el valor de la posición, a las inexactitudes inherentes a la resolución de los sistemas de medición y a la distancia permitida de rollback o retroceso del tren. De tal forma, se construye en efecto una envolvente del tren que determina finalmente los puntos a proteger, calculados del lado de la seguridad.

La protección de espaciamiento entre los trenes será, por supuesto, asegurada también en las áreas de límite de zona CBTC por medio del proceso de cambio de los ZC basado en el principio de zona de superposición.

La zona de superposición es una zona entre dos ZC en donde ambos monitorean al tren y calculan el MAL y en donde el CC toma el dominio más permisivo, como muestra la figura abajo.

El CC sólo se comunicará con los ZC cuyo territorio ocupa actualmente. Una vez que el tren cruza el límite de superposición, el CC comenzará a comunicarse con el nuevo ZC (ZC de relevo). Una vez que se establece el enlace de comunicación con el ZC de relevo, el CC finaliza el enlace de comunicación con el ZC actual. El ZC de relevo asumirá la responsabilidad de comunicarse con el tren y se convertirá en el ZC actual.

Si no puede establecerse la comunicación con el ZC de relevo, el CC continuará comunicándose con el ZC actual hasta que salga por completo del territorio del ZC actual, punto en donde el tren (detectado por medio de las ocupaciones del circuito de vía) se trata como un tren no equipado si no logra establecerse la comunicación con el nuevo ZC.

Éste es el procedimiento típico cuando el tren pasa el límite de la zona:

1. Dos ZC contiguos gestionan conjuntamente la sección de la vía llamada "zona de superposición".
2. En la zona de superposición, ambos ZC reciben los mensajes de los trenes, que incluyen localización y monitorean el tren.
3. Ambos ZC calculan los ZC_MAL de los trenes en la zona de superposición. El CC en la zona de superposición recibe ambos ZC_MAL. El CC elige el ZC_MAL (ZC_V_MAL + ZC_NV_MAL) más permisivo.



Las dimensiones de la zona de superposición son tan extensas que el desempeño de los trenes no se ve afectado.

En la zona de superposición, sólo un controlador de zona transmite las actualizaciones de los datos generales (ZC_GD o TSR) y de la base de datos con la descripción de la vía (consultar la sección de gestión de base de datos de la vía).

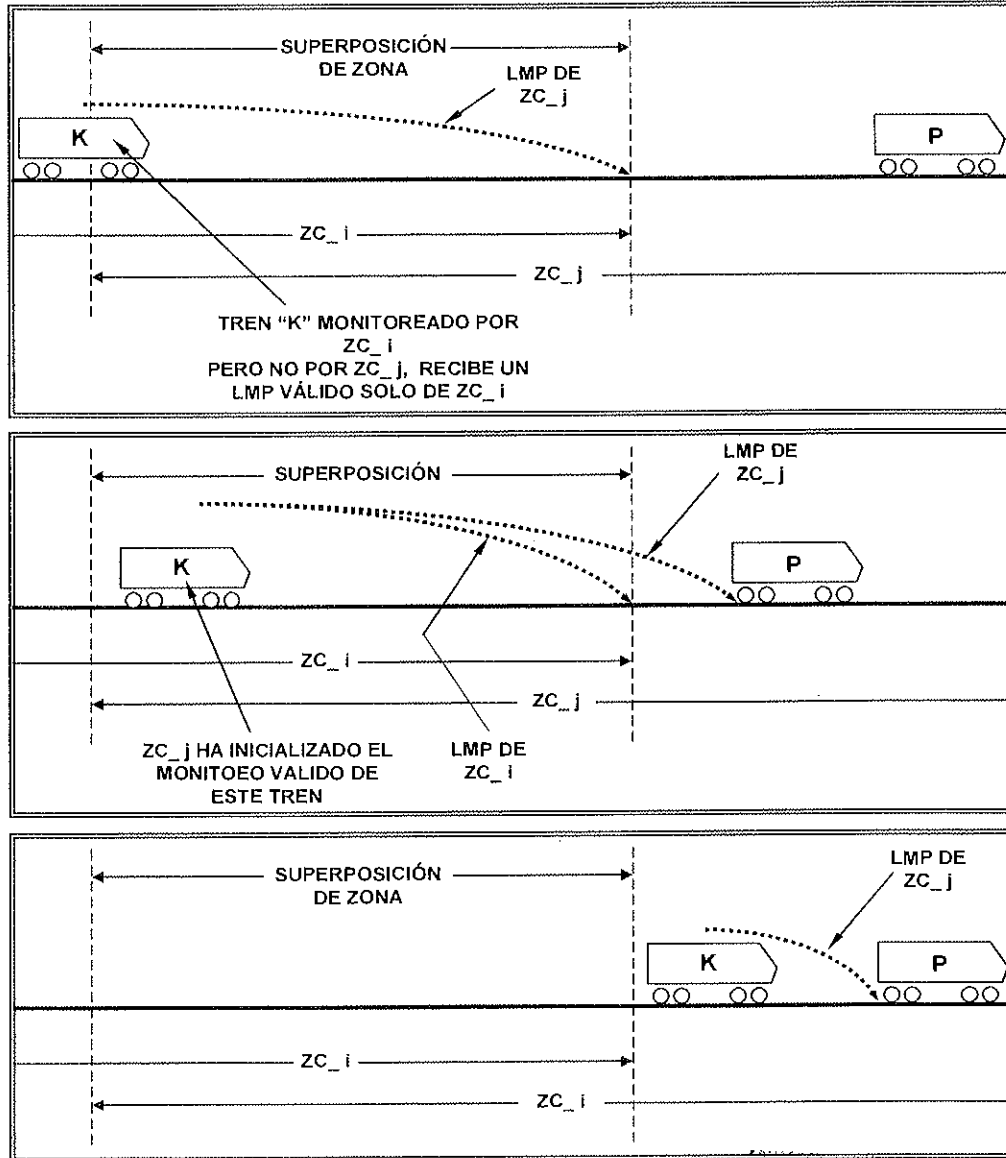


Figura 11: ZC_MAL continuo entre los ZC

CONSEJO REPRESENTATIVO DEL METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASALI CORREA
REPRESENTANTE LEGAL

1.2.3.2 Protección de puntos de paro de seguridad

Otra función principal del ATP del sistema CBTC es la protección de puntos de parada en seguridad.

Estos puntos pueden ser puntos fijos y permanentes debidos por ejemplo a fines de vía, fines de territorio CBTC, entre otros, para los que el sistema debe garantizar la parada de los trenes sin sobrepasarlos en ningún caso.

Otros puntos posibles de parada en seguridad son los que se puedan haber establecido por el propio sistema de manera autónoma debido por ejemplo a las zonas de protección que prohíben la entrada en una determinada zona a trenes en modo de conducción automático. De igual forma, el sistema CBTC garantizará la parada del tren en estos puntos de manera segura.

005779

Un último tipo de puntos de paro a proteger por el ATP son los que se pueden dar en una posición fija de la línea pero no de modo permanente sino eventualmente; por ejemplo el punto de parada que se establece en la punta de una aguja que está fuera de control por fallo.

El sistema CBTC estará diseñado de manera que el desempeño sea el mayor posible a la vez que se cumplen todas las restricciones de seguridad. De este modo y en relación con los puntos de parada, el sistema determinará las velocidades óptimas de aproximación a los puntos de parada, estas curvas de velocidad respetarán por un lado los márgenes de seguridad calculados para el peor caso posible mientras que por el otro, serán lo más altas posibles para permitir el máximo rendimiento y cumplir con los requerimientos de desempeño (intervalos, velocidad media, tiempos de recorrido y duración de vuelta).

Para todo punto de parada en seguridad, el sistema CBTC determinará siempre el punto de parada real mediante el punto a proteger y una distancia de seguridad calculada. Esta distancia se computará en base al escenario de peor caso, teniendo en cuenta la tasa de frenado por las condiciones de adherencia de la vía en la zona así como escenarios de deslizamiento.

Nominalmente, para que un tren automático pueda aproximarse al punto de parada (generalmente un punto de parada en una estación) cuando el punto protegido (por ej. aguja) se encuentra a una distancia corta del mismo punto de parada se utiliza la función de overlay (superposición de condiciones de enclavamiento) para no degradar el intervalo y el tiempo de viaje.

El ZC envía una solicitud de superposición al subsistema de enclavamiento cuando un tren automático se aproxima al punto de parada y la retira cuando el CC declara que el tren se ha detenido.

1.2.4 Respeto de las velocidades vitales y no vitales

El rol de la función de respeto de las velocidades vitales es monitorear la velocidad del tren, es decir, garantizar que la velocidad del tren respete constantemente todas las restricciones de seguridad y solicitar inmediatamente el mando de frenado cuando sea necesario.

La supervisión continua de la velocidad con respeto a las restricciones vitales (puntos de parada vitales, velocidades máximas, etc.) consiste en:

- calcular la velocidad vital máxima que garantiza el respeto de todas las restricciones vitales aplicables al tren,
- aplicar el freno de emergencia si el tren se aproxima al perfil de velocidad vital máxima (sobrevelocidad inminente).

Las restricciones vitales que el tren debe respetar son las de los perfiles de puntos de parada vitales o velocidad con pasos vitales:

- Puntos de parada vitales (VSP): Puntos que el tren debe respetar, es decir, puntos que el tren no debe rebasar en ningún caso. Los puntos de parada vitales son entregados para la supervisión de la velocidad vital.

Los VSP son los siguientes:

- VSP deducidos de ZC_V_MAL proporcionados por el ZC
- VSP en salida de territorio CBTC en modo automático
- Puntos de entrada de MAZ (zonas protegidas) restrictivas
- Perfiles de velocidad con pasos vitales: Perfiles de velocidad compuestos por una serie de pasos que el tren no debe exceder en ningún caso. Cuando el paso siguiente es inferior al actual, la restricción se llama "reducción de paso de velocidad".

Los perfiles de velocidad con pasos vitales entregados para la supervisión de la velocidad vitales son los siguientes:

- Restricciones permanentes de velocidad (PSR) definidas en la base de datos para la configuración de cada tren;

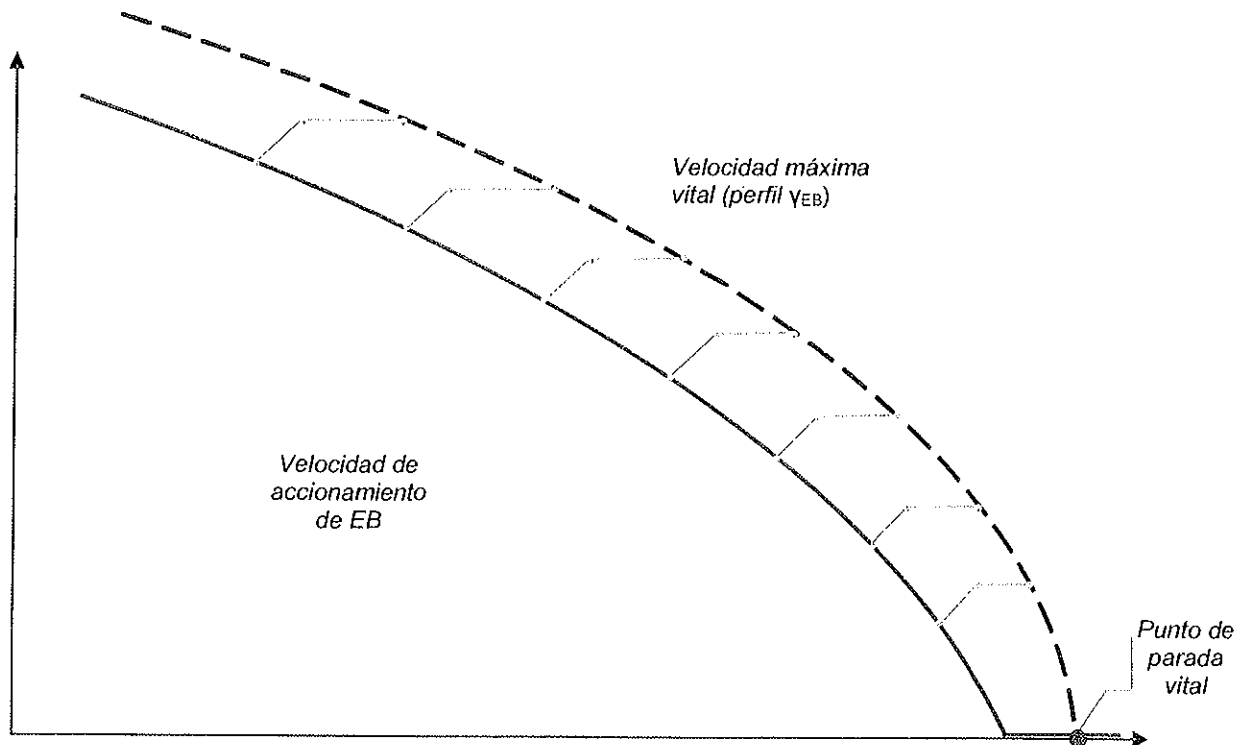
- Restricciones temporales de velocidad (TSR) recibidas por parte del ZC;
- Velocidad máxima de la línea (Line_max_speed) fija para la línea entera;
- Velocidad máxima del material rodante fijada para el material rodante;

Para respetar todas las restricciones vitales se utiliza un modelo de distancia de frenado de seguridad (SBD). El modelo SBD es la representación analítica del desempeño del tren cuando desacelera para detenerse por completo empleando una combinación de factores en el peor caso que influyen y escenarios de fallo. Un tren equipado con CBTC se detendrá a una distancia igual o menor que la garantizada por el modelo de frenado en seguridad.

Este modelo emplea las siguientes definiciones:

- Velocidad máxima vital: Velocidad garantizada que asegura que el tren no la pasará en ningún caso. El CC la calcula en base a las restricciones vitales que el tren debe respetar.
- Velocidad para el accionamiento del EB: Velocidad mencionada por la cual el CC acciona una parada de emergencia. Esta velocidad es inferior a la velocidad máxima vital para garantizar que el tren nunca exceda esta velocidad máxima.

Aquí se presenta un modelo típico de frenado para el sistema.



El CC gestiona los parámetros de grado, las restricciones permanentes de velocidad, las restricciones temporales de velocidad, el largo del tren, las restricciones civiles de la velocidad y las características del desempeño del tren.

En este modelo se incorporan factores de seguridad como incertidumbres de posición del tren, período inicial de aterrizaje de propulsión hasta que se deshabilita la propulsión y otras tolerancias adicionales de medición, y no hay necesidad de agregar otros márgenes de seguridad.

El índice de freno de emergencia utilizado para calcular la velocidad de accionamiento del EB consta de un conjunto de parámetros asociado con cada segmento de la vía y con la operación actual del tren.

Estos parámetros definen los índices a utilizar en relación con los segmentos de vía actuales de la autorización de movimiento del tren.

El rol de la función de respeto de las velocidades no vitales es reforzar la solidez del sistema CBTC (en términos de disponibilidad) en caso de errores de conducción en modos manuales o en caso de fallos de conducción automática en modos automáticos.

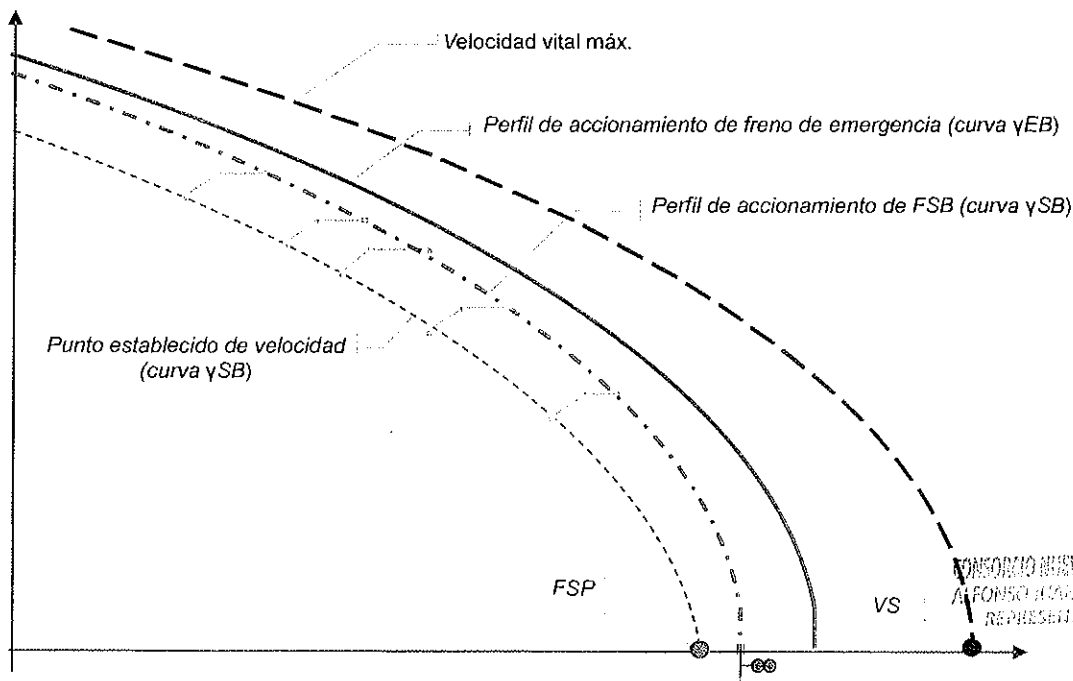
Esta función define los puntos de parada no vitales (NVSP) y los pasos de la velocidad

- Para evitar que un tren se aproxime a un paso de velocidad vital o a un punto de parada vital;
- Para evitar que un tren ingrese a una sección de bloque virtual o a un circuito de vía ocupado por otro tren;
- Para evitar que un tren supere un paso de velocidad no vital (la velocidad máxima al abandonar una estación o la velocidad máxima del tren solicitada por el despachador a través de un mando ATS).

La supervisión continua de la velocidad con respecto a estas restricciones no vitales consiste en:

- calcular la velocidad de accionamiento de FSB no vital teniendo en cuenta las restricciones no vitales que se aplican al tren
- aplicar el freno de servicio total si la velocidad del tren sobrepasa la velocidad de accionamiento de FSB.

El índice de freno de servicio utilizado para calcular la velocidad de accionamiento de FSB no vital depende de los parámetros dinámicos transmitidos por el subsistema ATS. Estos parámetros definen los índices a utilizarse en relación con cada segmento de vía.



1.2.4.1 Determinar la velocidad máxima autorizada

El sistema CBTC, mediante el equipo embarcado, determinará en tiempo real los perfiles de velocidad que se aplicarán al tren en función del trazado de la vía (horizontal y vertical) así como de las características del tren y del límite de autorización de movimiento enviada por el equipo CBTC de vía.

Además, el sistema CBTC permitirá establecer y el ATO de a bordo ejecutará los límites de velocidad temporales que pueda establecer el operador del PCO. Dichas restricciones

temporales de velocidad se podrán establecer en todas las zonas UTO mediante los puestos ATS del operador.

1.2.4.2 *Calcular el límite de velocidad del tren*

Para los trenes en modo de conducción UTO (y AMA e ATPM) y una vez que el equipo CBTC embarcado ha calculado el perfil de velocidad a seguir en el tramo autorizado por el equipo de vía CBTC, el propio sistema ATO del equipo embarcado comandará al Material Rodante las órdenes de tracción y tasas de frenado adecuadas para el seguimiento de las velocidades calculadas y de acuerdo a cumplir el rendimiento requerido.

Para los trenes en modo de conducción manual a la vista con velocidad máxima supervisada por el Material Rodante, será éste directamente el que limite la velocidad máxima, estando aislado el equipo CBTC embarcado.

1.2.4.3 *Protección de sobre velocidad*

A la vez que el ATO del equipo CBTC embarcado ordena al tren los esfuerzos de tracción y frenado necesarios para el control de la velocidad y el cumplimiento del perfil de velocidad calculado, la parte ATP se encargará de la supervisión continua de la velocidad real del tren, de manera que ésta nunca supere el perfil límite calculado.

En los modos UTO, AMA, ATPM y RM, en caso de que la velocidad límite sea sobrepasada en un punto del perfil calculado, el ATP del equipo CBTC embarcado desencadenará la aplicación del Frenado de Urgencia hacia el Material Rodante.

1.2.5 *Protección de movimiento no intencional (retroceso del tren)*

El movimiento de retroceso (rollback) se detecta cuando el tren se desplaza en sentido opuesto a la dirección de desplazamiento.

Si el movimiento de retroceso excede un umbral determinado (rollback distance) se activará un EB.

Esta función debe tener en cuenta la posibilidad que el tren recupere su posición de parada a lo largo del andén en caso de ajuste de parada (si el ajuste es permitido no afectando el tren siguiente).

Las tolerancias de los movimientos de retroceso pueden ser diferentes según el tren se encuentre en un área de andén o no.

En caso de que el sistema CBTC detecte el movimiento no autorizado de un tren en andén y con puertas abiertas, comandará inmediatamente un Frenado de Urgencia.

En el caso general y cuando un tren en UTO (y AMA e ATPM) detecte movimiento en una dirección diferente de la autorizada y mayor que una distancia de seguridad predefinida (*rollback distance*), el sistema CBTC comandará inmediatamente el Frenado de Urgencia para ese tren.

Una situación típica en la que puede darse el caso anterior es en el caso de parada de un tren en una zona de rampa. En estos casos, en el momento del re arranque del movimiento y debido a la tracción progresiva del tren (por efecto del motor, tiempo de reacción y de las condiciones de adherencia) se puede dar el caso de que se produzca un desplazamiento hacia atrás.

Por ello, el sistema CBTC predefine una distancia aceptable de desplazamiento hacia atrás o *rollback*. De nuevo, en el caso de que el movimiento supere esta distancia, el equipo embarcado comandará inmediatamente un Frenado de Urgencia.

1.2.6 *Aplicación de freno de urgencia*

El rol de esta función es aplicar el freno de urgencia (FU) cuando las condiciones vitales lo requieren y mantenerlo el tiempo que sea necesario. La aplicación del FU se debe a la



005783

necesidad de detener el tren inmediatamente de manera segura. Incluso si la necesidad es transitoria, se debe aplicar el FU al material rodante hasta que éste se detiene.

Esta función sintetiza todas las solicitudes de parada de urgencia del tren. Acciona el FU como que aparece una solicitud y lo mantiene accionado hasta que el tren se detiene y no se reconoce el FU mismo.

Ejemplos de razones vitales:

- Tren en movimiento fuera de la estación y puertas abiertas
- Tren inmóvil o en movimiento dentro de la estación y puertas no bloqueadas
- Sobrevelocidad de curva FU
- Alarma del pasajero
- Localización del tren fuera del territorio CBTC

Una vez que el Freno de Urgencia se ha activado, el sistema CBTC y el Material Rodante, aplicarán dicho freno ininterrumpidamente hasta la parada completa del tren, incluso si el motivo de su activación desapareciera. Es decir, el Frenado de Urgencia es un proceso irrevocable hasta la detención completa del tren.

Por razones no vitales el sistema CBTC puede escoger de aplicar el mando de freno de servicio total (FST).

Se aplica inmediatamente el FST cuando las condiciones no vitales lo requieren y se mantiene el tiempo que sea necesario. La aplicación del FST se debe a la necesidad de detener el tren inmediatamente.

Dos configuraciones están disponibles:

- FST reversible: El FST desaparece una vez que no ocurren más las solicitudes de FST sin requerir la detención del tren.
- FST no reversible: El FST se mantiene accionado hasta que desaparecen todas las solicitudes de FST, el tren se detiene y se recibe el reconocimiento del FST (modo UTO y ATPM).

1.2.6.1 Anulación del Frenado de Urgencia

Una vez haya sido aplicado un Frenado de Urgencia y el tren se encuentra detenido, el sistema CBTC permitirá su liberación por parte de dos posibles agentes:

- Personal autorizado

En caso de que el Frenado de Urgencia haya sido provocado por un fallo técnico o que haya requerido revisión de las condiciones de operación o cuando haya sido aplicado por el Material Rodante debido a detección positiva de obstáculo, personal autorizado podrá liberar el Freno de Urgencia localmente en el tren.

En algunas situaciones la liberación puede realizarse también mediante un comando del operador en el PCO.

- El propio sistema CBTC

Si el Frenado de Urgencia ha sido provocado por sobrevelocidad o por pérdida del límite de autorización de movimiento enviado por el equipo CBTC de vía, el propio equipo CBTC embarcado revocará el freno automáticamente y reiniciará la marcha, siempre y cuando se vuelvan a dar las condiciones de seguridad y haya recibido las autorizaciones necesarias (p.ej. reestablecimiento de autorización de movimiento permisiva).

En cualquiera de los casos anteriores, el sistema CBTC siempre comprobará que el tren está completamente detenido antes de permitir la anulación del Frenado de Urgencia.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AUTORIZADO PARA CALLES LIMA Y
HOSPITAL DE LA ALFONSO
[61731]

1.2.7 Protección en caso de pérdida de integridad o descarrilamiento de un tren

La integridad de un tren vendrá garantizada en seguridad por el Material Rodante. En caso de que se detecte la pérdida de la integridad del tren por desacoplamiento de algún vagón, el sistema CBTC recibirá la correspondiente señal del MR y reaccionará inmediatamente deteniendo el tren afectado e imponiendo una zona de protección en ambas vías del área afectada.

El CBTC prohibirá el acceso a la zona a los trenes en modo UTO, AMA y ATPM, deteniendo (mediante Frenado de Urgencia si así se requiere) los trenes que se encuentren entrando a la zona afectada.

Adicionalmente si se detecta pérdida de integridad, el sistema CBTC generará una alarma que será mostrada en los puestos del operador ATS.

1.2.8 Protección en caso de socorro de tren

El sistema CBTC permitirá el acoplamiento automático entre vehículos en caso de emergencia para remolcar o empujar un tren averiado.

En caso de evacuación de pasajeros en curso, el sistema CBTC prohibirá la entrada a modo automático o los movimientos en automático de trenes que estén acoplados debido a una operación de rescate en caso de socorro de un tren. De este modo se impedirá la entrada de trenes en la zona de evacuación de pasajeros.

Al finalizar la operación de socorro y una vez los trenes hayan sido desacoplados y estén de nuevo localizados por el sistema CBTC, si se cumplen las condiciones de seguridad y operatividad de los equipos, el CBTC permitirá que recuperen la operación en automático tras haber seleccionado dicho modo mediante el conmutador de modo de abordó.

En cuanto se termine con éxito el acoplamiento del tren que deba ser remolcado, el conjunto tren que se crea ya no se considerará como un tren bajo CBTC y su posición será identificada mediante los circuitos de vía del enclavamiento hasta su llegada al Taller.

1.2.9 Zona de Protección

El sistema CBTC ofertado permitirá el establecimiento de zonas de protección definida en ambas vías de las zonas UTO, bien de manera automática como reacción a ciertos eventos o a voluntad del operador del PCO.

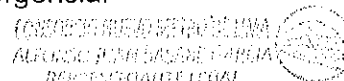
Si una zona está protegida, el CBTC prohíbe a los trenes (en UTO, AMA y ATPM) la entrada a esta zona o la circulación en ella.

Estas zonas son predefinidas o predeterminadas y se llaman "zona de autoridad de movimiento" (MAZ).

Cuando se activa una alarma relacionada con una zona predeterminada, se activa una protección.

El comportamiento, en general, del sistema a la activación de una zona de protección será el siguiente:

- Cualquier tren que se encuentre detenido dentro de la zona de protección tendrá prohibido su movimiento en UTO, AMA y ATPM.
- Cualquier tren en movimiento dentro de la ZP (en su totalidad o parcialmente), activará de forma inmediata un Frenado de Urgencia.
- Cualquier tren que se dirija a la ZP sin haber entrado en ella deberá ser detenido. Si las condiciones de seguridad lo permiten y la distancia es suficiente, el sistema CBTC priorizará el uso del Freno de Servicio. En caso de no impedirse la entrada mediante el Freno de Servicio, el sistema empleará el Frenado de Urgencia.


 MINISTERIO DE TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURA
 ALFONSO PORTALES CABALLA
 REPRESENTANTE LEGAL

Para las zonas de protección establecidas por el operador, por ejemplo por zona de obras, el sistema también aplicará el comportamiento anterior, en general prohibiendo la marcha en UTO, AMA y ATPM en la zona definida.

1.2.10 Protección en caso de activación de los botones de detención de emergencia

Existirán botones de detención de emergencia en cada andén.

Estos botones se conectarán al subsistema de enclavamiento para generar zonas de protección y detener la marcha de los trenes.

En caso de activación de los botones de detención de emergencia el sistema CBTC eliminará la autorización de la marcha de los trenes en la zona correspondiente y los trenes en modo UTO, AMA y ATPM se detendrán.

1.2.11 Protección en caso de activación de los dispositivos de emergencia a bordo del tren

Los pasajeros en un tren, en caso de emergencia, podrán:

- Realizar una llamada de emergencia mediante la activación de la palanca de frenado de urgencia
- Solicitar el desenclavamiento de la puerta utilizando la palanca de desbloqueo de puerta

1.2.11.1 Reacción a una activación de la palanca de parada de emergencia

La activación del dispositivo de palanca de parada de emergencia, conectado al equipo de a bordo CC, comportará una reacción del sistema CBTC diferente dependiendo de dónde se encuentre el tren:

Si el tren se encuentra detenido en estación, el sistema CBTC:

- Mantendrá detenido el tren en la estación hasta el rearme del dispositivo y la recepción de una nueva autorización de movimiento permisiva.

Si el tren se encuentra saliendo de estación o en interestación, el sistema CBTC:

- Permitirá al tren seguir con su movimiento hasta la próxima estación con parada programada.
- Mantendrá detenido el tren en la siguiente estación hasta el rearme del dispositivo y la recepción de una nueva autorización de movimiento permisiva.

La liberación del dispositivo de palanca de parada de emergencia será posible efectuarla localmente por el personal autorizado.

1.2.11.2 Reacción a una activación del desenclavador de puerta

En el caso de que un pasajero active el desenclavador de puerta, el sistema CBTC reaccionará de manera diferente dependiendo de dónde se encuentre el tren:

Si el tren se encuentra detenido en estación, el sistema CBTC:

- Mantendrá detenido el tren en la estación hasta el rearme del desenclavador localmente por parte de personal autorizado y reciba un comando de autorización de la marcha por parte del operador del PCO.
- Indicará al Material Rodante el lado correcto para el desbloqueo de la puerta. Si la puerta es del lado del andén, el MR desbloqueará la puerta, si es del lado de entrevía la mantendrá cerrada.

Si el tren se encuentra saliendo de estación o en movimiento en interestación, el sistema CBTC:



005786

- Dejará continuar al tren su movimiento hasta la próxima estación con servicio programado donde realizará una parada normal.
- Indicará al Material Rodante el lado correcto para el desbloqueo de la puerta. Si la puerta es del lado del andén, el MR desbloqueará la puerta, si es del lado de entrevía la mantendrá cerrada.
- Mantendrá detenido el tren en la estación con puertas abiertas hasta el rearme del desenclavador localmente por parte de personal autorizado y reciba un comando de autorización de la marcha por parte del operador del PCO.

Si el tren se encuentra detenido en interestación, el sistema CBTC:

- Indicará al Material Rodante el lado correcto para el desbloqueo de la puerta.
- Generará una zona de protección alrededor de manera que se Frenarán en Urgencia los trenes en la zona afectada y se impedirá la entrada en UTO, AMA y ATPM a trenes sucesivos.
- Mantendrá detenido el tren hasta el rearme del desenclavador localmente por parte de personal autorizado y reciba un comando de autorización de la marcha por parte del operador del PCO.

Si el tren se encuentra en un retorno automático en terminal o en servicio parcial, el CBTC simplemente indicará al MR el lado correcto de la puerta a desbloquear una vez llegado al andén.

1.2.12 Protección de la transferencia de pasajeros

El sistema CBTC, por medio del ATO a bordo del tren, controlará las funciones relacionadas con el intercambio de pasajeros que principalmente son:

- La gestión del comando de apertura de las puertas de tren y andén.
- La gestión de la salida del tren de estación (después del cierre de las puertas de tren y andén)
-


1.2.12.1 Control del punto de parada en estación y gestión de la apertura/cierre de las puertas

Control del punto de parada en estación.

La función de alineación del tren en el andén determina si el tren está correctamente posicionado en el andén para poder autorizar el intercambio de pasajeros.

El CC genera la información "tren en el andén", cuyo estado indica que el tren se ha detenido y está ubicado en una zona en donde todas las puertas están correctamente posicionadas en el andén. Esta zona se identifica por la posición del punto de parada del andén relacionada con una tolerancia de \pm cierta distancia del punto de detención en la estación (\pm Station_stopping_point_distance).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BALBUENA GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL



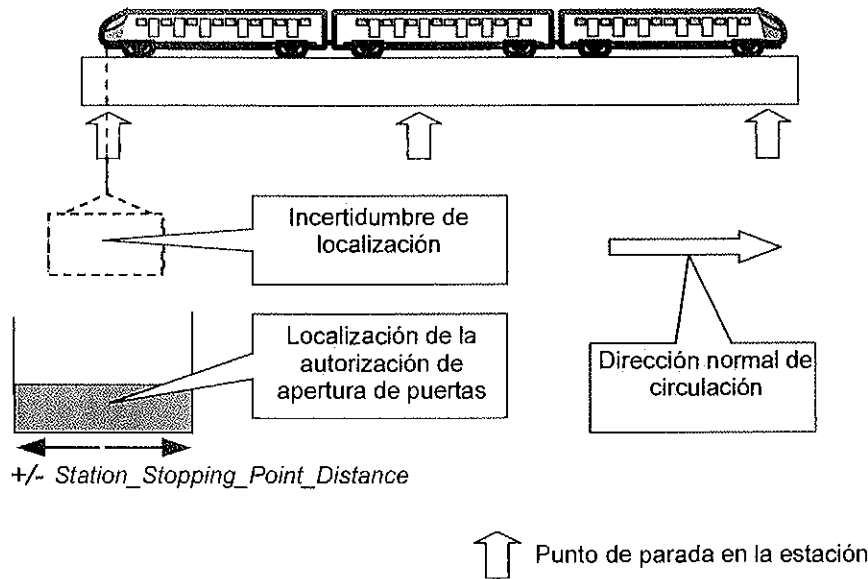


Figura 12: Tren detenido en zona de apertura de puertas (ejemplo del tren detenido en el extremo del andén equipado con PSD y parada precisa)

Cada estación tendrá un punto de parada operacional que el tren obedecerá en caso de tener servicio en dicha estación.

El CBTC, por medio del ATO embarcado, ajustará el perfil de velocidad para la detención del tren en el punto de parada especificado para cada estación en los rangos de precisión requeridos.

En los casos en que el tren finalmente se detenga fuera del rango aceptable, el CBTC automáticamente supervisará los movimientos de ajuste para realinear su posición con el punto de parada normal, de manera que se cumpla la precisión nominal.

La función de la supervisión para la recuperación de la alineación controlará la operación y proporcionará protección (accionando el EB) en los siguientes casos:

- La velocidad del desplazamiento en marcha atrás es mayor que un umbral determinado.
- La distancia del desplazamiento en marcha atrás es mayor que un umbral determinado.
- La distancia acumulada del desplazamiento en marcha atrás (caso de más ajustes) en la estación es mayor que un umbral determinado.

La función de recuperación de la alineación tiene en cuenta la dirección de desplazamiento y la localización del tren para determinar si se permite dicha recuperación.

En caso de necesidad de los movimientos de ajuste descritos, el sistema CBTC los realizará sólo si las condiciones de seguridad lo permiten y sólo si dicho proceso no afecta a la marcha del tren siguiente obligándole a aplicar Freno de Urgencia.

En caso de que el proceso de ajuste no se pueda realizar por motivos de seguridad o no se realice satisfactoriamente tras un número predeterminado de intentos, el sistema CBTC enviará una alarma al puesto ATS del PCO y enviará al tren a la próxima estación.

Control de inmovilización.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO DE LA ROSA GARCÍA
INGENIERO EN SISTEMAS DE TRANSPORTES
13/03/2014

Durante el tiempo de estacionamiento en el andén el sistema CBTC supervisará y controlará la inmovilización del tren y autorizará en seguridad la apertura de puertas del lado del andén.

Si se detecta que el tren está en movimiento, el freno de emergencia se acciona inmediatamente.

La supervisión de inmovilización del tren se solicita en estos casos:

- En la fase de regreso cuando la dirección del ZC_MAL aún no es consistente con la nueva dirección de desplazamiento del tren. Esta situación se mantiene hasta que el ZC envía un ZC_MAL en la nueva dirección de desplazamiento;
- Cuando las puertas están abiertas durante el intercambio de pasajeros;
- Cuando una alarma del pasajero está activa (palanca de parada de emergencia o desenclavador de puerta).

Determinación del lado de apertura de las puertas

El sistema CBTC determina el lado de apertura de las puertas (puertas del tren y puertas de andén).

La base de datos de la vía define la dirección convencional de la línea. Esta dirección convencional se utiliza para definir el lado "derecho" e "izquierdo" de apertura de una PSD (en caso de que el controlador de PSD gestione ambos lados de un andén central).

El lado "derecho" e "izquierdo" de apertura de la puerta de un tren se relaciona con la dirección convencional del tren (por ejemplo de cabina#1 a cabina#2).

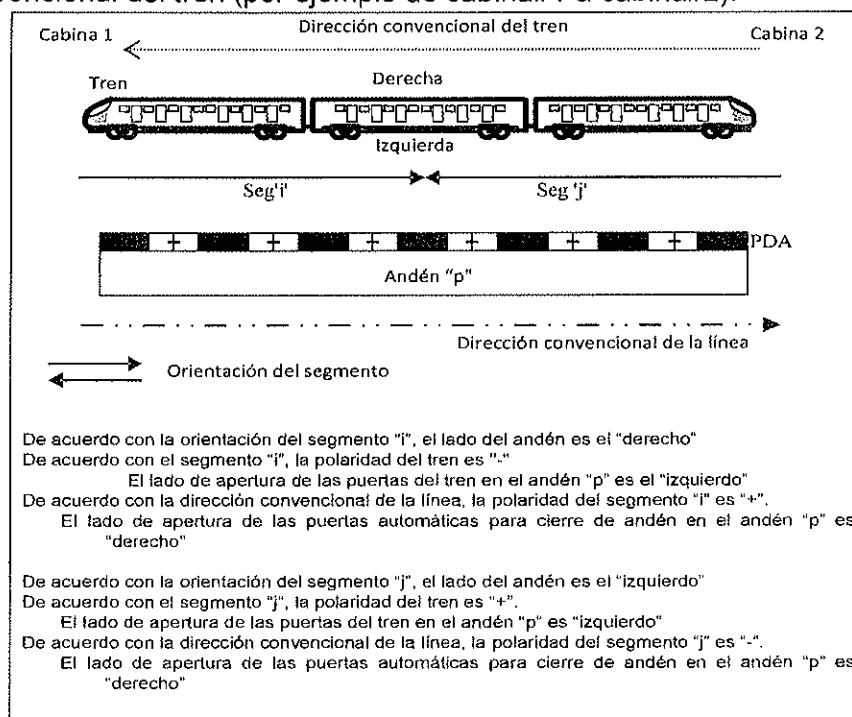


Figura 13: Determinación del lado de apertura de las puertas en el andén

En caso de andén doble (par de andenes separados por sólo una vía) el CC determina:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO RUBEN DE VIAL GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



- el primer lado de apertura de la puerta del tren y luego el segundo lado de apertura de la puerta del tren como lo define la base de datos de la vía y la polaridad del tren del segmento actual del andén,
- el primer lado de apertura de la puerta de andén y luego el segundo lado de apertura de la puerta de andén como lo define la base de datos de la vía y la orientación de la línea del segmento actual del andén.

Gestión de la apertura y cierre de las puertas

La función de autorización de la apertura de puertas:

- Autoriza la apertura de las puertas de un lado determinado cuando se verifican todas las condiciones vitales para el intercambio de pasajeros:
 - el tren está alineado correctamente en el andén,
 - hay detección de velocidad cero,
 - está garantizada la inmovilización del tren,
 - el CC no está "aislado" y no hay alarmas que generen frenado de urgencia,
 - el estado de la síntesis de la salud del controlador de puertas es OK (TD),
 - El lado autorizado lo determina la función "determinar el lado de apertura de las puertas".
- Autoriza la partida del tren cuando:
 - El CC ha controlado que las puertas andén estén cerradas y bloqueadas,
 - El CC ha controlado que las puertas del tren estén cerradas y bloqueadas.

Además:

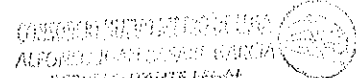
- Se declara al tren como "parado" si:
 - El tren no está declarado como "esperando para partir" y
 - el tren está correctamente alineado en el andén y
 - la velocidad es cero.
- Se declara al tren como "listo para partir" si:
 - El tren fue declarado "esperando para partir" (ver función "ordenar movimiento de puerta") y,
 - Está autorizada la partida del tren.

Las solicitudes de apertura y cierre de las puertas pueden ser generada por:

- La función automática de gestión de las puertas del sistema CBTC,
- El material rodante (a través del accionamiento que realiza el pasajero en el mecanismo de apertura/cierre de la puerta),
- El despachador de trenes (a través de ATS).

La función automática:

- Gestiona la solicitud de apertura o cierre de las puertas y la solicitud de partida,
- Solicita la inmovilización del tren para el intercambio de pasajeros,
- Sincroniza el movimiento de las puertas.


 CONCESIONARIO DEL PROYECTO
 ALFONSO H. ALVAREZ GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

a) Gestión de apertura:

Si se cumplen las siguientes condiciones:

- al tren lo se declara como "parado" (correctamente alineado en el andén y con velocidad cero),
- no hay una orden de partida solicitada,
- el CC no está "aislado/excluido",
- no se recibió por parte del despachador una orden de cierre de puerta,

ATS solicita para este andén el modo de apertura por el pasajero (sólo en modo automático) y

- el tren solicita una orden de apertura o
- se recibe una alarma de incendio desde el tren.

Entonces esta función realiza las siguientes acciones:

- Solicita la inmovilización del tren,
- Si ATS la solicitó, ordena la inhibición del modo de apertura para una o todas las puertas (sólo en modo automático); esta orden invalidará las siguientes órdenes de apertura de las puertas individuales inhibidas,
- Solicita la apertura de las puertas del tren y PSD (ver la siguiente descripción de la sincronización de las puertas) del lado determinado por la función "determinación de lado de apertura de las puertas",
- Para el tren en modo automático, si no está disponible el estado "apertura de puertas del tren" o "apertura de puertas PSD" después de una duración predefinida (excepto para puertas inhibidas), el CC informa al despachador del tren por medio del ATS.

b) Gestión de cierre de puertas del tren:

Si se cumplen las siguientes condiciones:

- ATS solicita una orden de cierre de las puertas del tren.

Esta función lleva a cabo las siguientes acciones:

- solicita el cierre de las puertas del lado determinado por la función "determinación del lado de apertura de las puertas",
- si no está disponible el estado "puertas del tren cerradas" después de una duración predefinida, el CC informa al despachador de trenes por medio del ATS.

c) Gestión de cierre PDA:

Si se cumplen las siguientes condiciones:

- ATS solicita una orden de cierre de las puertas PDA

Esta función lleva a cabo las siguientes acciones:

- solicita el cierre de las puertas PDA,
- si no está disponible el estado "puertas PDA cerradas" después de una duración predefinida, el ZC recibe información de ACC e informa al despachador de trenes por medio del ATS.

d) Sincronización de puertas:

El CC proporciona solicitudes de sincronización para la apertura y el cierre de las puertas de andén (PDA) y solicitudes para la apertura y el cierre de las puertas del tren (TD).

El mecanismo de sincronización de la apertura de las TD y PDA cumple el objetivo de abrir las PDA antes que las TD. Para dar lugar a esta sincronización, el CC puede demorar la solicitud de apertura de las TD.

005791

El mecanismo de sincronización del cierre de las puertas TD y PDA cumple el objetivo de cerrar las TD antes que las PDA. Para dar lugar a esta sincronización, el CC puede demorar la solicitud de cierre de las puertas PDA.

El interruptor de derivación de puertas le permite al conductor derivar esta función. El controlador de puertas del vehículo tiene en cuenta las órdenes de apertura/cierre provenientes del CC excepto cuando el interruptor de derivación de puertas está en posición de derivación (bypass). En este caso

- las entradas las realiza directamente el material rodante (RS),
- esta función emite la solicitud de inmovilización del tren (ver "control de inmovilización del tren") si se ha solicitado alguna para la gestión de apertura,
- No está disponible la sincronización de las puertas. Cuando el conductor solicita una orden de apertura/cierre, esta solicitud se envía a las puertas PSD.

En breve:

Durante la parada en estación, el sistema CBTC no autorizará la apertura de puertas de tren que se correspondan con puertas de andén en fuera de servicio o condenadas. Esta indicación deberá ser enviada al MR con antelación suficiente para el aviso a pasajeros de que esa puerta de tren no se abrirá.

De igual forma, el sistema CBTC no autorizará la apertura de puertas de andén que se correspondan con puertas de tren en fuera de servicio o condenadas. Esta indicación deberá ser enviada al sistema de PDA con antelación suficiente para el aviso a pasajeros de que esa puerta de andén no se abrirá.

En el caso de que el comportamiento en el proceso de apertura de las puertas de tren o de andén sea anómalo, el sistema enviará una alarma a los puestos ATS del PCO.

El sistema CBTC gestionará el aviso del anuncio de cierre de puertas para informar a los pasajeros del mismo con la antelación adecuada.

1.2.12.2 Protección en caso de falla de puertas del tren

El sistema CBTC monitorizará el correcto estado de las puertas del tren mediante la información suministrada por el Material Rodante de "Puerta cerrada y enclavada".

En caso de que el equipo embarcado no reciba el estado "Puertas cerradas y enclavadas" del Material Rodante, la reacción del sistema CBTC dependerá de dónde se encuentre el tren con el problema:

Si el tren se encuentra entre estaciones, en movimiento o detenido o

Si el tren se encuentra detenido en el andén y el fallo de puertas se da del lado de la vía, el sistema CBTC:

- Establecerá una zona de protección en el área afectada
- Los trenes que estén parados en las estaciones de ambas vías pero programados para salir en la dirección de la zona afectada serán detenidos en las estaciones y dichas salidas serán canceladas.

Si el tren se encuentra detenido en el andén y el fallo de puertas se da del lado del andén, el sistema CBTC:

- Inmovilizará el tren afectado mediante Frenado de Urgencia.
- El tren precedente circulando por la misma vía y en estación, programado para salir en dirección al tren afectado se mantendrá en la estación
- Los otros trenes circulando en la misma vía y en la adyacente seguirán su operación de forma normal.

1.2.12.3 Protección en caso de falla de las Puertas de Andén

El sistema CBTC monitorizará el correcto estado de las puertas de andén mediante la información suministrada por el sistema de PDA de "Puertas cerradas y enclavadas".

En caso de que el CBTC pierda el estado "Puertas cerradas y enclavadas" de las puertas de andén o de las puertas de fin de andén:

- Establecerá una zona de protección en el área afectada
- Activará la detención automática en las estaciones de la zona afectada y adyacentes, si bien sólo en la vía correspondiente a la zona afectada.
- Mantendrá detenidos con puertas abiertas a los trenes ya detenidos en la estación afectada.

Una vez se restablezca la información "Puertas cerradas y enclavadas", el operador del PCO dispondrá de un comando para levantar la protección de movimiento impuesta automáticamente por el sistema.

1.2.13 Protección en casos particulares

1.2.13.1 Principios generales

En general, el sistema CBTC proporcionará la información necesaria de los siguientes eventos de riesgo al operador del PCO y además, cuando no exista reacción automática, el operador en el PCO mediante los puestos ATS podrá:

- Activar los pulsadores de Emergencia
- Prohibir el establecimiento de rutas en la zona requerida
- Establecer limitaciones temporales de velocidad.

En caso de que el sistema CBTC detecte la pérdida de energía de tracción debido a un fallo del sistema eléctrico o a la activación de un disyuntor de emergencia, la reacción será:

- Enviar la alarma con la información de corte de energía para su visualización en los puestos ATS
- Se activará la detención automática de los trenes en las estaciones de la zona afectada y estaciones adyacentes en la dirección de la zona afectada.
- Se activará la detención automática de los trenes en movimiento en la zona afectada.
- Cualquier tren detenido antes de la zona afectada, se mantendrá detenido.
- Se enviará una orden para inhibir el frenado regenerativo a los trenes en la zona afectada
- Los trenes detenidos en estación mantendrán sus puertas abiertas.

En caso de que el sistema CBTC detecte la pérdida de energía de tracción debido a la activación del botón de Emergencia de la línea, la reacción será:

- Se detendrán mediante Frenado de Urgencia todos los trenes en movimiento en modo automático en la línea.
- Se activará la detención automática en todas las estaciones
- Se mantendrán detenidos y con puertas abiertas los trenes ya detenidos en estaciones.

En caso de que el sistema CBTC detecte la pérdida de energía de tracción debido a la activación del botón de Emergencia de los talleres, la reacción será:

- Se detendrán mediante Frenado de Urgencia todos los trenes en movimiento y en modo automático al interior de las zonas bajo CBTC de los talleres.

1.2.13.2 Protección en caso de incendio

Cuando el sistema CBTC detecte la situación de humo o fuego dentro del tren mediante los sensores externos de detección, su reacción será, dependiendo de la situación del tren:

Si el tren con la alarma de detección de humo/fuego está en movimiento, el sistema:

CONSORCIO METRO DE LIMA
 ALFONSO JIMÉNEZ GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL

- Mandará una alarma a los puestos ATS del operador del PCO
- Detendrá el tren con alarma en su punto de parada normal y mantendrá el tren detenido y con las puertas abiertas
- Detendrá los otros trenes en las estaciones adyacentes a la estación donde se detendrá el tren con humo/fuego
- En caso de que el tren siguiente se encuentre entre estaciones, será detenido con Frenado de Urgencia

Si el tren con alarma de fuego/humo está detenido entre estaciones por fallo, el sistema CBTC:

- Mandará una alarma a los puestos ATS del operador del PCO
- Detendrá los trenes en las estaciones adyacentes al punto de intersección donde se encuentra detenido el tren con alarma
- Dejará al tren que circule en vía opuesta pasar con normalidad
- En caso de que el tren siguiente al afectado se encuentre ya en intersecciones, este tren será detenido con Frenado de Urgencia.

En caso de detección de alarma de incendio en la propia estación, el sistema CBTC:

- Mandará una alarma a los puestos ATS del operador del PCO.
- Comandaré el salto de la estación afectada a todos los trenes que tengan programada parada en la misma.
- Comandaré la salida del tren (o trenes) si ya estuvieran presentes en la estación.

1.2.13.3 Protección en caso de detección de obstáculos en la vía

En caso de que el sistema CBTC reciba de parte del Material Rodante una alarma con motivo de detección de obstáculo en vía, el CBTC enviará una alarma al PCO para su visualización en los puestos ATS.

1.2.14 Protección de las rutas en las zonas de maniobra

Como se ha mencionado anteriormente, el sistema CBTC proveerá de un sistema de detección secundaria que será gestionada por un subsistema de enclavamiento electrónico computarizado, cuya funcionalidad, junto con la gestión de los motores de agujas, permitirá la protección de los movimientos de trenes en modo manual así como de los vehículos de mantenimiento.

1.2.14.1 Garantizar en seguridad los itinerarios o rutas

El subsistema de enclavamiento del sistema CBTC gestionará en seguridad las rutas o itinerarios de los movimientos para las líneas principales, los Talleres y la vía de transferencia.

1.2.14.2 Enclavamiento de Rutas

Para ello, y de acuerdo a las misiones de los trenes en automático comandadas automáticamente desde el ATS o bien de acuerdo a los comandos básicos y manuales de enclavamiento del operador del ATS para trenes en modo manual, el enclavamiento establecerá y gestionará estos itinerarios comandados, habilitando las rutas establecidas o impidiendo su creación, dependiendo de, principalmente:

- Las condiciones de la vía (agujas afectadas en operación y no en mando local, bloqueo direccional de la línea...)
- Existencia de otras rutas incompatibles
- Ocupaciones existentes de los bloques que forman la ruta

005794

Si las condiciones chequeadas permiten el establecimiento de la ruta comandada, el enclavamiento ordenará también el movimiento de las agujas que conforman el itinerario, bloqueándolas finalmente para considerar el itinerario establecido de manera segura.

Específicamente, el enclavamiento chequeará en seguridad las condiciones siguientes y las identificará como itinerarios incompatibles, no permitiendo establecer la ruta que crearía dicha incompatibilidad, manteniendo la existente:

- Rutas opuestas
- Rutas en contra sentido
- Rutas convergentes con tramo común
- Rutas divergentes con tramo común
- Rutas "cajones"
- Rutas cruzadas o "secantes"

Para la gestión de los itinerarios para los trenes en modo de conducción manual, el sistema CBTC permitirá el envío de comandos directamente al enclavamiento por medio de los puestos ATS.

1.2.14.2.1.1 Comando de los itinerarios

Así pues, desde los puestos del ATS del PCO se podrán establecer los comandos individuales para crear las rutas necesarias en las zonas de maniobras, si fueran necesarias.

1.2.14.2.1.1.2 Asegurar el recorrido de un itinerario

Una vez una ruta ha sido establecida, otra de las funciones del subsistema enclavamiento es garantizar el recorrido en seguridad de un tren o vehículo de mantenimiento por el itinerario. Para ello, el enclavamiento monitoriza la secuencia de ocupaciones consecutivas (la progresión de ocupaciones que realizará un tren en su movimiento normal) y elevará una alarma cuando dicha secuencia en el tiempo no guarde la relación adecuada, por ejemplo salto de ocupación de un bloque o ocupación en sentido inverso en un momento dado.

Una vez el enclavamiento haya establecido un itinerario y se detecte que un tren está ocupando el bloque de la zona de aguja, ningún comando automático o manual permitirá mover la aguja afectada.

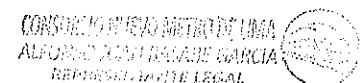
En caso de que, debido a fallo, se pierda la información de control de una aguja, el enclavamiento y el sistema CBTC anularán inmediatamente cualquier autorización de movimiento que permita el paso de trenes por la aguja afectada

Si bien el establecimiento de itinerarios debe garantizar las funciones y comprobaciones en seguridad anteriores, el enclavamiento también permitirá la liberación de un itinerario tan pronto el tren haya recorrido los bloques que constituyen el mismo (se detecta ocupación y posterior desocupación de todos los circuitos de vía de la ruta).

Es importante resaltar que, dado que la resolución del sistema de localización primaria del tren por parte del CBTC (basada en los informes de posición enviados a vía por parte del CC) es mayor que la que maneja el enclavamiento (basada en la ocupación de los bloques de vía), el sistema CBTC podría permitir la liberación de itinerarios una vez su sistema de localización primaria ya detecte en seguridad que el tren lo ha recorrido por completo. De este modo, se flexibiliza el posible establecimiento de otras rutas sin esperar un tiempo adicional a que el tren recorra el circuito de vía final del itinerario por completo.

1.2.14.2.1.1.3 Cancelación de itinerarios

En el caso de que se comande una cancelación anticipada de itinerario, el sistema CBTC considerará una zona de aproximación antes del punto de inicio del itinerario mediante temporizadores. Esta "zona de aproximación" se establece para garantizar la seguridad de los


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO CASTELLANOS GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



trenes que circulen ya dentro de ella, dado que se considera que no podrían frenar a tiempo si se destruyera el itinerario para ellos.

Para todo tren fuera de la zona de aproximación se cancelará efectivamente dicho itinerario, de manera que la autorización de movimiento se actualizará al punto inicial del mismo, impidiendo así su entrada. Particularmente, se protegerá siempre como punto de peligro la punta del primer desvío del itinerario, de modo que en ningún caso se rebase.

Cuando el operador solicita la cancelación inmediata de un itinerario para un tren ya dentro de la zona de aproximación, el enclavamiento mantendrá las condiciones de seguridad del itinerario mediante la cancelación diferida de itinerario, dando tiempo así al tren dentro de la zona a entrar en la ruta sin que se haya cancelado previamente.

La cancelación diferida de itinerario gestionada por el enclavamiento se completará después de un retraso cuyo orden de magnitud corresponde al tiempo que un tren necesita para detenerse una vez accionado el freno de emergencia. El equipo ZC del CBTC proporciona la función de "asistencia a la cancelación diferida de itinerario (asegurar la detención)". El objetivo de esta función es acelerar la cancelación diferida de itinerario cuando es posible, es decir, cuando el sistema CBTC puede garantizar que ningún tren se incorporará al tránsito del itinerario en cancelación (asegura la detención antes del punto a proteger) o cuando el sistema CBTC puede garantizar que el tren mismo ya se encuentra detenido y no se necesita esperar el vencimiento del tiempo de cancelación diferida proporcionado por el subsistema de enclavamiento.

1.2.14.2.1.4 Enclavamiento de las agujas

El subsistema enclavamiento, para establecer y cancelar los itinerarios, está diseñado para controlar y comandar el bloqueo y desbloqueo de todas las agujas mediante su interfaz con los motores de aguja.


Independientemente de que se enclaven y desenclaven las agujas como parte de un comando de establecimiento de itinerario, el operador del ATS dispondrá de un comando individual para solicitar el bloqueo de cualquier aguja.

En ningún caso el subsistema enclavamiento determinará al resto del sistema CBTC que la ruta ha sido establecida completamente hasta que todas las agujas que la componen se hayan movido, informen de que están en la posición requerida y se hayan enclavado.

Para las rutas que comprenden varios desvíos, el enclavamiento será capaz de moverlos a la posición adecuada para el itinerario mediante el simple comando del itinerario. No se requerirán múltiples comandos para el movimiento cada aguja.

Adicionalmente, el sistema CBTC permitirá el mando local manual de una aguja mediante palanca mecánica en la vía. En caso de que se accione y esté activado dicho mando local, el subsistema de enclavamiento detectará la aguja como en control local y el sistema CBTC impedirá el paso de cualquier tren automático por dicha aguja.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO J. BARRERA GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL



1.2.14.2.1.5 Consideraciones técnicas sobre la señalización de respaldo

El sistema de señalización de respaldo, como se ha descrito en la arquitectura general del sistema, está constituido por las funciones del subsistema enclavamiento (IXL) y por los circuitos de vía, tanto en las líneas principales como en los Patios y Talleres.

Para los vehículos de mantenimiento o los casos en que un tren (o trenes) se encuentren con el equipo CBTC de a bordo en fallo, o bien con las comunicaciones con los equipos CBTC de vía en fallo, de manera que no puedan reportar su posición a los Zone Controller, el sistema CBTC los monitoriza gracias a un sistema de detección secundaria basada en Circuitos de Vía de audiofrecuencia, proporcionado por el subsistema de enclavamiento.

Este sistema de detección secundaria será totalmente independiente del sistema nominal de detección de trenes (localización mediante balizas y envío del reporte de posición por parte del equipo embarcado a los equipos de vía).



Los Circuitos de Vía estarán conectados al enclavamiento electrónico y detectarán, en modo seguro y a prueba de fallos, la presencia de tren sobre ellos mediante el envío de esta información al enclavamiento.

La detección secundaria estará totalmente garantizada aún en el caso de fallo de algún equipo del ATC (equipo CBTC abordó, equipo CBTC de vía o ATS), que no afectarán a su operación segura.

La información recogida por el enclavamiento acerca de la ocupación o estado libre de cada circuito de vía individual desplegado en las dos líneas será integrada continuamente con la información de posición de los trenes localizados mediante CBTC. El enclavamiento electrónico envía continuamente estos datos de ocupación de circuitos de vía a los Zone Controllers, así como al ATS en tiempo real.

Así, mediante la gestión combinada de estas dos fuentes, el sistema CBTC en su conjunto garantizará una operación mixta segura de todos los movimientos, tanto de trenes en modo UTO como trenes no comunicantes o que hayan perdido la localización y vehículos de mantenimiento.

En el caso de que se detecte discrepancia entre los estados recibidos del sistema de detección primario y secundario (por ejemplo, reporte de posición para un tren UTO que indica que el tren se encuentra en una posición y en paralelo se recibe el estado del CdV correspondiente a esa posición como libre), el sistema CBTC generará una alarma en el ATS.

La gestión adecuada que el CBTC hace de la información de los dos sistemas de detección permite que un tren en conducción manual circulando por la línea no afecte al modo de conducción de los otros trenes en UTO. En cualquier caso, la detección secundaria por medio de circuitos de vía nunca impactará en detrimento de la detección nominal del sistema CBTC.

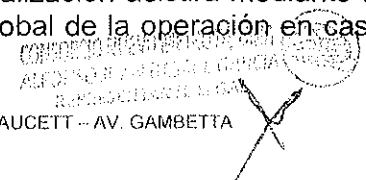
La gestión mixta que hace el sistema CBTC de las informaciones de los dos sistemas de detección garantiza la detección segura y posibilita el seguimiento de cualquier tipo de tren especificado para circular en las líneas 2 y 4: trenes de pasajeros en modo UTO, trenes de pasajeros en modo manual o con CBTC en fallo y vehículos de mantenimiento.

Como se ha descrito anteriormente, el sistema de detección secundaria se basará en la instalación de un número de circuitos de vía (o bloques de detección) limitado y que se determinará mediante un proceso de diseño optimizado, a realizar por completo en la etapa de diseño del proyecto.

En caso de un fallo general del sistema CBTC de vía o en modos voluntariamente degradados, la circulación de trenes será posible en modo Manual a la vista con velocidad máxima supervisada por el ATP (siempre y cuando el equipo CBTC de abordó esté disponible) o en modo Manual a la vista con velocidad máxima supervisada por el Material Rodante.

El sistema de señalización de respaldo, en los casos en los que el CBTC de vía esté indisponible, permitirá el seguimiento de trenes por medio de las ocupaciones de los circuitos de vía y contemplará las funcionalidades seguras de establecimiento de rutas por parte del enclavamiento. De manera típica a un sistema tradicional de señalización, el enclavamiento no establecerá rutas que contengan una ocupación detectada en un circuito de vía por encontrarse un tren encima y tampoco permitirá el establecimiento de rutas incompatibles a las ya existentes; cuando una ruta ya esté establecida cualquier intento de establecimiento de ruta incompatible por parte del operador del PCO será rechazada por el subsistema IXL.

Si bien el seguimiento de los trenes puede realizarse mediante las ocupaciones de los circuitos de vía desde el ATS (siempre y cuando este subsistema esté disponible), la separación segura entre trenes deberá ser garantizada por los conductores "a la vista", al no proveerse señalización lateral en correspondencia con las rutas o estado de los circuitos de vía. Por tanto la conducción segura de los trenes recaerá fundamentalmente en los propios conductores de cada vehículo, mientras que el sistema de señalización asistirá mediante las funciones antes mencionadas para contribuir a la seguridad global de la operación en casos degradados.



1.3 Conducción de los trenes

1.3.1 Determinar el perfil de velocidad ATO

El rol de esta función, proporcionada por el equipo CBTC de abordaje, es calcular los puntos de velocidad establecidos (velocidad a la que debe desplazarse el tren en el momento actual).

En modo UTO es la velocidad de entrada utilizada por los bucles de control para controlar la velocidad del tren y calcular los mandos de tracción/frenado resultantes.

Este perfil de velocidad se calcula teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Los datos permanentes de vía (límites de velocidad estructurales por gradientes y/o radios de curvatura)
- Características del Material Rodante (tiempos de reacción, parámetros de tracción y frenado, velocidad máxima del material rodante)
- Perfiles de velocidad requeridos por la explotación de la línea (velocidad máxima de la línea fijada para toda la línea)
- Restricciones adicionales a la velocidad por consideraciones de seguridad (limitaciones temporales de velocidad, condiciones de adhesión rueda/rail)
- Puntos de parada vitales impuestos por el ATP de vía (límite de movimiento autorizado, punto peligro a proteger)
- Puntos de parada funcionales (no vitales) relacionados con
 - El ZC_NV_MAL
 - La salida del territorio CBTC;
 - Entrada de zonas defectuosas;
 - Puntos de entrada a los andenes;
 - Punto de parada operativo (en el andén o fuera del andén) correspondiente a la descripción de la misión y a la capacidad del tren.
- Eventuales condiciones de operación y sus consecuencias (e.g. velocidad límite de tren al pasar por estación sin servicio programado)
- El sentido de la marcha

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



Desde un punto de vista global, el sistema CBTC elegirá la combinación óptima de aceleración, marcha a vela y frenado para cumplir con el rendimiento especificado de la línea, detener el tren en los puntos de parada especificados en su misión y a la vez optimizar el consumo de energía.

El resultado serán las curvas de velocidad que el ATO del equipo embarcado seguirá, comandando tracción, marcha a vela o frenado para tal fin. Estas curvas estarán calculadas para la aproximación óptima (gestionando el esfuerzo de tracción) al punto de parada final, bien sea por autorización de movimiento temporal o un punto de parada operacional (por ejemplo, parada por servicio en estación o fin de zona UTO).

1.3.2 Determinar y enviar órdenes de tracción y frenado al material rodante

Con el fin de que el movimiento del tren siga el perfil de velocidad calculado por el ATO, el equipo CBTC embarcado emitirá las órdenes de tracción y frenado pertinentes hacia el Material Rodante.

Esta función gestiona todas las operaciones relativas a la conducción automática.

Nota: Para los siguientes mandos, si el estado del sistema no cumple uno de los pasos descritos a continuación, los pasos siguientes no se llevará a cabo y todo el mando se realizará nuevamente en el siguiente ciclo de cálculo del procesador que computa esta función.

- Mando de freno

1. Velocidad/aceleración actual del tren y punto de velocidad establecido compatible con el mando de freno
2. Activación de freno de servicio RS
- Mando de tracción
3. Controlar todas las condiciones obligatorias
 - Compatibilidad entre la descripción del andén y la misión actual (sólo si el tren está en el andén)
 - Compatibilidad del itinerario entre el MAL y el siguiente andén de destino;
 - No hay zona protegida activada entre la localización actual del tren y el siguiente andén de destino;
 - Compatibilidad de la velocidad/localización actual del tren y el punto de velocidad establecido con mando de tracción;
 - El tren se declara "listo para partir" (ver función "autorización de apertura de puertas y partida del tren");
 - Compatibilidad entre partida inmediata y misión actual.
4. Tracción RS activa
 - Si se recibe la orden del despachador de trenes (y asociada al punto de velocidad establecida), aplicar sólo la mitad de la tracción de potencia en las localizaciones específicas.

En los casos de punto de parada operacional de servicio en estación, el sistema CBTC garantizará la parada precisa independientemente de la cantidad de pasajeros a bordo del tren, dentro de los rangos especificados.

La aceleración y desaceleración del tren resultante de los esfuerzos de tracción y frenado comandados por el sistema CBTC realizará una conducción suave y evitará aceleraciones y frenados repetitivos y evitables.

1.3.3 Respetar los puntos de paro

1.3.3.1 Principios Generales

En general, el sistema CBTC comandará y garantizará el paro preciso de un tren en los siguientes tipos de puntos de parada operacional:

- Punto de parada de tren por llegada a zona de maniobras
- Punto de parada de tren por zona de transferencia, vía de enlace, vía de prueba o cocheras

1.3.3.2 Punto de paro fuera el andén

El sistema CBTC permitirá al operador del ATS en el PCO comandar una parada inmediata con Freno de Servicio a cualquier tren.

1.3.3.3 Parada del tren en el andén

El sistema CBTC garantizará la detención de los trenes en los puntos operacionales de servicio para cada estación, excepto en los casos en que se haya programado un salto de estación.

Las detenciones de precisión serán en un rango de +/-0,5m.

En caso de que el sistema deba detener un tren en una estación programada como sin parada, el CBTC mantendrá las puertas de tren y andén cerradas.

1.3.4 Autorización de salida del tren

El sistema CBTC permitirá la salida de un tren de la estación cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- el CC no está "aislado/excluido"
- El tren no está inmovilizado por Freno de Urgencia
- el ATS solicita una orden de partida, o se llega el tiempo de partida y se vence el tiempo mínimo de duración
- ATS no ha enviado a los CC una "orden de retención en el andén" o de "inhibición de cierre automático de las puertas"
- El tren tiene una misión asignada que seguir
- El Material Rodante no ha realizado ningún aviso al sistema CBTC que prohíba la salida
- Las condiciones de seguridad de puertas de tren y andén son las adecuadas para permitir la salida (señal de puertas cerradas y bloqueadas)
- El sistema no conoce ninguna situación que impida la salida completa del tren de la estación (p.ej. zona de protección)

Esta función lleva a cabo las siguientes acciones:

- revoca la solicitud de inmovilización del tren (ver la función "control de inmovilización del tren"),
- solicita el cierre de las puertas del tren y la PDA del lado determinado por la función "determinación de lado de apertura de las puertas",
- Declara al tren en estado "esperando para partir"
- Para trenes en modo UTO, si no está disponible el estado "puertas del tren cerradas" o "puertas PSD cerradas" después de una duración predefinida, el CC informa al despachador del tren por medio del ATS.

Será el equipo embarcado el que, una vez disponga de la certeza del cumplimiento en seguridad de las condiciones anteriores, entre otras, comandará la salida del tren de la estación y proseguirá con su misión programada. Dicho seguimiento de la misión programada y la salida de la estación se darán igualmente aún en el caso de no existir la autorización de salida por parte del ATS.

1.3.5 Restricción de entrada a una estación

En caso de que el sistema CBTC sepa que el tren no podrá llegar enteramente a la estación (p.ej. por zona de protección existente en los alrededores), impedirá la entrada por completo.


1.3.6 Salto de estación

En los puestos ATS del operador el sistema CBTC proveerá la posibilidad, mediante un comando manual a través de la interfaz DCS, de permitir que un tren o grupo de trenes definido pasen por alto sin parar en la estación siguiente incluso aunque estuviera la parada programada.

El sistema permitirá también que un tren o grupo de trenes definido cancele el salto de la estación siguiente. Al ser recibido este mando, el tren realiza la parada normal en la estación si se puede alcanzar usando el servicio normal de frenos. Puede haber un punto en el recorrido de estación a estación donde el tren ya no pueda lograr detenerse adecuadamente en la estación y si esto es así, entonces el tren saltará esa estación como fue solicitado originalmente.

Además, el sistema permitirá que un tren o grupo de trenes definido se salte una estación específica o un andén de estación específico. Esta función es adicional a la del programa y se

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN CASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



utiliza para definir un lugar como una parada programada. El ATS también provee una función para retomar las paradas en una estación específica o andén de estación específico.

En el caso de tren pasando por estación sin detenerse por salto de estación programada o por estación sin servicio, el sistema CBTC limitará la velocidad a 40km/h.

1.3.7 Despertar y dormir los trenes

1.3.7.1 Despertar un tren

De acuerdo a las especificaciones de oferta, se puede considerar que para el sistema CBTC, un tren puede estar en uno de los tres estados siguientes (realmente el sistema considera muchos más estados pero los especificados están incluidos):

- Tren despierto: el equipo embarcado y los sistemas de comunicaciones están alimentados y operativos pero no se han realizado las pruebas de autodiagnóstico.
- Tren listo o preparado: el tren está despierto y se han pasado con éxito las pruebas de autodiagnóstico.
- Tren dormido: parte de los equipos y elementos del sistema CBTC de abordaje están sin alimentación por razones de ahorro de energía.

El sistema CBTC podrá pasar un tren del estado dormido a despierto remotamente, por medio de los puestos ATS en el PCO, o bien de forma local desde la consola de conducción del tren.

Cuando un tren pasa al estado despierto, el sistema CBTC:

- Realizará las pruebas estáticas de autodiagnóstico así como comandará las propias al Material Rodante.
- Se comprobará la correcta apertura y cierre de las puertas del tren.

En caso de que los tests se ejecuten con éxito, el sistema desbloqueará los frenos y el tren pasará a estado listo o preparado.

En caso de que algún test falle, el CBTC prohibirá el movimiento del tren y enviará una alarma.

Un tren en estado listo será capaz de salir en modo UTO sin intervención humana (si las condiciones para tal salida lo permiten) y luego aceptar una misión con viajeros

1.3.7.2 Hacer dormir un tren

El sistema CBTC pasará los trenes a estado dormido o bien de manera automática después de un final de servicio o bien de forma remota desde el PCO así como localmente desde la consola de conducción.

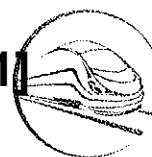
1.4 MANDO Y CONTROL DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN

Por razones de redundancia, ambas líneas estarán equipadas con dos sitios de Puesto Central de Operaciones cada una (referidos, a partir de aquí como PCO-N y PCO-E o simplemente como PCO).

En caso de falla completa del PCO-N, el funcionamiento del sistema será garantizado por medio del PCO-E.

Además, en las salas del PCO-E se suministrarán e instalarán los equipos de capacitación requeridos para la formación del personal de Metro. Los equipos de capacitación sólo se utilizarán siempre y cuando el PCO-E no esté siendo utilizado para la operación.

Los Puestos Centrales de Operaciones (PCO-N) del sistema CBTC propuestos por Ansaldo STS permitirán el control y supervisión de las líneas 2 y 4 del Metro de Lima y Callao así como de sus talleres y estarán ubicados, respectivamente, en el edificio del Patio de Santa Anita para la línea 2 y en el edificio del Patio de Bocanegra para la línea 4.



Los Puestos Centrales de Operaciones de respaldo (PCO-E) estarán ubicados en la estación de **Carmen de la Legua** para ambas líneas.

En las etapas 1A y 1B del proyecto, dado que la estación Carmen de la Legua todavía no estará disponible, se instalará un PCO-E temporal en la estación Colectora Industrial.

Desde cada PCO se podrá realizar el control y supervisión de las líneas y de sus talleres en sus modos de operación normal y degradada. La operación del sistema en modo degradado se podrá realizar tanto desde el PCO-N (cuando el fallo de sistema ocurrido no afecte a su correcta operación) o desde el PCO-E para los casos en que el fallo impida la operación desde el PCO-N.

Como parte del sistema de señalización CBTC, se proporcionarán en cada PCO los equipos de supervisión y gestión del tráfico de las líneas de tal manera que se instalarán:

- para la línea 2
 - 1 puesto de Operador Tráfico de Línea
 - 1 puesto de Operador tráfico de Talleres (Cocheras, Máquina de lavado y posición de transferencia)
 - 1 puesto de Supervisor
- para el ramal de la línea 4
 - 1 puesto de Operador Tráfico de Línea y Talleres
 - 1 puesto de Supervisor

Cada puesto de operación se estima que contendrá como mínimo 4 pantallas LCD de 24", el número definitivo se determinará en las etapas de proyecto de acuerdo con las resoluciones ergonómicas.

1.4.1 Supervisión de tráfico y equipos

1.4.1.1 Funciones de supervisión

Las funciones de supervisión asociadas al subsistema ATS permiten realizar la supervisión del transporte de pasajeros. Se activan automáticamente o mediante la intervención del operador.

1.4.1.1.1 LOS USUARIOS

El sistema ATS permitirá la creación y gestión de diferentes perfiles de usuario de acuerdo a los niveles de responsabilidades.

El administrador funcional de los sistemas, podrá crear, eliminar y gestionar los permisos de los diferentes usuarios y sus perfiles.

1.4.1.1.2 LOS PUESTOS DE TRABAJO

Todo el software necesario para gestionar el interfaz de usuario del control central del ATS (esquemáticos de la red de metro, formularios y gestión de alarmas y eventos) residirá en las estaciones de trabajo instaladas en los puestos de trabajo. Si bien, de acuerdo a los perfiles establecidos, un usuario podría tener restringida su área de control, en principio cada estación de trabajo es capaz de proporcionar un interfaz para la red completa. Las estaciones de trabajo se utilizarán para las operaciones comerciales.

Existirán dos tipos principales de estaciones de trabajo:

- Estaciones de trabajo de consola: las estaciones de trabajo de tipo consola se utilizarán para las operaciones en servicio comercial. Los usuarios de una estación de trabajo de tipo consola tendrán acceso a los controles de trenes configurados de acuerdo a su perfil y rol.
- Estaciones de trabajo de administración: las estaciones de trabajo de administración se usarán principalmente para la monitorización del sistema y su mantenimiento.

Todas las funcionalidades de control de trenes estarán disponibles en este teléfono 005802 estaciones de trabajo.

Cada estación de trabajo del operador de ATS está compuesta por múltiples monitores.

Las pantallas de presentación general son monitores fijos de visualización gráfica, estos monitores exhiben imágenes de alto nivel (a baja resolución) del sistema general junto con las ubicaciones relativas e información de los trenes con el fin de ayudar a todos los operadores del PCO en sus actividades relacionadas. Estas pantallas están en funcionamiento en todo momento mientras que el sistema del servidor gráfico de presentación general está activado.

1.4.1.1.3 PRINCIPIOS GENERALES

A continuación se proporcionan información sobre los principios generales para:

- el Interfaz Hombre Máquina (IHM);
- los comandos.

Principios generales para el Interfaz Hombre Máquina (IHM)

Al iniciar una sesión, el Operador deberá identificarse mediante un perfil de usuario autorizado y ingresar su contraseña que se valida mediante el sistema.

Este perfil de usuario define los datos que le serán visibles así como los comandos para los que tiene autorización.

El Operador ATS accede a todas las funciones del Terminal multifunción (Multi Function Terminal - MFT) a través de diversos menús, pulsadores y dispositivos que aparecen en los monitores de color.

Las principales ventanas que aparecen en las pantallas son:

- ◆ Alarmas en espera
- ◆ Menús de navegación con botones
- ◆ Ventanas de diagramas, según la selección, como: diagrama de localización, información de regulación, gráfico de trenes, entre otros


Los selectores de funciones en las Alarmas en espera y los menús de navegación son similares a unos pulsadores. Para seleccionar la acción deseada, el Operador ATS debe colocar el puntero del ratón en el botón y seleccionar el primer botón del mouse.

Las funciones en las Ventanas de diagramas se asocian con los diversos dispositivos visualizados en la pantalla. Por ejemplo los menús de cambiavías aparecen cuando el Operador ATS selecciona el cambiavía que desea mover; los menús de Localización y seguimiento se relacionan con sus respectivos dispositivos de visualización.

Para abrir el Menú de solicitudes diversas, el puntero del ratón debe colocarse en la parte de la Ventana de diagramas de localización en donde no haya dispositivos. Luego, debe pulsarse el tercer botón del ratón.

Las siguientes imágenes muestran ejemplos de las pantallas del Operador ATS, en este caso, de la aplicación anterior de Ansaldo STS, en el Metro de Copenhague.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO MATI GALAN, CARLA
 REPRESENTANTE LEGAL



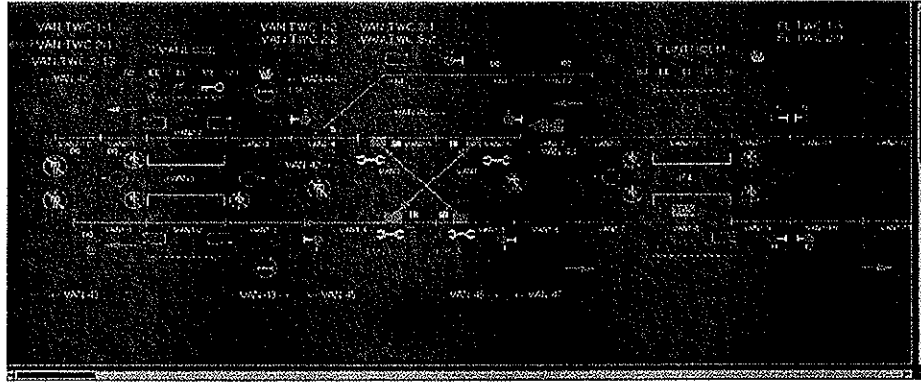


Figura 14: Ejemplo de pantalla de esquema de vías de ATS

ID	DESCRIPCION	FECHA	HORA	ESTADO	TIPO	SEVERIDAD	ACCIONES	COMENTARIOS
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Figura 15: Ejemplo de pantalla de control de rendimiento de ATS

ID	DESCRIPCION	FECHA	HORA	ESTADO	TIPO	SEVERIDAD	ACCIONES	COMENTARIOS
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Figura 16: Ejemplo de pantalla de gestión de alarmas de ATS

Quando el terminal multifunción se equipa con múltiples monitores, el Operador ATS simplemente mueve el ratón y el puntero de una pantalla a otra adyacente como si se tratara de un monitor. La información que se exhibe en cada monitor se configura durante el uso.

Los menús son listas de comandos o funciones que se pueden seleccionar con un dispositivo de entrada. Los elementos del menú que no están disponibles, se muestran no disponibles. El usuario no puede seleccionar los elementos del menú no disponibles.

La función de Interfaz del operador del menú principal (Main Menu Operator Interface - MOI) proporciona una interfaz del usuario en donde los Operadores pueden iniciar una variedad de funciones, entre ellas, las funciones de control de acceso, las funciones relacionadas con los trenes, las funciones de visualización, las funciones de información del sistema y las funciones de realización de informes. MOI proporciona una barra del menú con menús desplegables. Los menús desplegables contienen elementos que especifican las funciones que los Operadores de ATS central pueden comandar. Algunos de éstos se controlan

X

mediante la misma MOI, mientras que otros se controlan mediante las diversas funciones de interfaz del usuario.

El operador tendrá la funcionalidad de bloquear su pantalla siempre y cuando no tenga el control de ningún área. Al bloquear la pantalla todos los comandos estarán inhibidos pero se seguirán mostrando los esquemas de vía y se actualizará la información cuando se reciban eventos de vía o de tren. La única manera de desbloquear la sesión será por parte del operador que la bloqueó o por un administrador del sistema.

Principios generales para comandos

Las funciones de control del Operador ATS se clasifican según los tres tipos diferentes de interacciones que se distinguen entre sí por la gravedad o criticidad de la función solicitada. Estos métodos de interacción de solicitudes de control son el resultado de un análisis anterior de los peligros para atenuar los posibles peligros asociados con las solicitudes de control.

Las **Funciones de Control de clase 1** son las más seguras. Las funciones de Clase 1 requieren de dos transmisiones adecuadas hacia el dispositivo final, como el enclavamiento, el Controlador de zona o el Controlador de a bordo, en lugar de simplemente una transmisión. Esta clase está diseñada para todas las funciones que dejan al sistema en un estado más permisivo tal como la eliminación de un bloqueo o la eliminación de una restricción de velocidad temporal.

Con las funciones de vía previsualizadas gráficamente, la interfaz de Clase 1 está diseñada para evitar una acción simple e involuntaria por parte del Operador o un error ocasional de comunicación que comande un estado menos restrictivo. En consecuencia, la implementación se diseña para lograr una interfaz óptima entre la persona y la máquina con una confirmación preliminar del tipo "¿Está Ud. seguro...?".

En primer lugar, cuando el Operador ATS inicia una función de Clase 1, la solicitud se coloca en la ventana del grupo de solicitudes del operador. Una vez que la función de Clase 1 se haya colocado en la ventana del Grupo de solicitudes del operador, el Operador debe confirmarla (y así transmitirla) en 90 segundos o la solicitud se cancelará.

En segundo lugar, luego de que la función de Clase 1 se haya transmitido y el primer control (solicitud) enviado, el extremo final debe responder con una indicación de confirmación (acknowledgement) a los 15 segundos. Esta indicación de confirmación (acknowledgement) provoca que un símbolo gráfico "enable" intermitente (en general se lo identifica por la letra "E") aparezca en la pantalla de detalles, cerca del dispositivo que posee la función de clase 1, informando que se ha recibido la indicación de confirmación de la vía. Si el equipo de vía no responde a tiempo, se genera una alarma, se cancela la solicitud, el dispositivo asociado regresa a su estado previo y el símbolo "enable" desaparece de la pantalla de detalles.

En tercer lugar, el Operador ATS debe seleccionar el símbolo "enable" y elegir la opción del menú "enable class 1 function" ("habilitar función de clase 1"), que coloca la solicitud en la ventana del Grupo de solicitudes del operador. Luego de la transmisión, el dispositivo "enable" deja de ser intermitente. El color fijo del símbolo "enable" indica que se ha solicitado, confirmado y habilitado el comando de clase 1. Si esta acción no finaliza antes de que expire el temporizador de clase 1 del equipo final, este revoca la indicación de confirmación y el símbolo "enable" desaparece de la pantalla de detalles y el dispositivo asociado regresa a su estado anterior.

Si el equipo final recibe el control de activación antes de que expire el temporizador de clase 1, se ejecuta la función de clase 1, lo que provoca que el equipo final elimine la indicación de confirmación (que finaliza el control de activación y logra que el control y el símbolo "enable" desaparezcan de la pantalla de detalles), y eventualmente proporciona la indicación apropiada (por ejemplo, desactivación de la inhibición de la señal de salida).

Si el tiempo que se extiende de la solicitud a la indicación de confirmación y/o de la indicación de confirmación a la activación efectiva es mayor que el valor del temporizador de clase 1, se

genera una alarma, se cancela la función de clase 1, el dispositivo asociado regresa a su estado previo y el símbolo "enable" desaparece de la pantalla de detalles.

La eliminación de la restricción temporaria de velocidad, el reseteo de la detección de intrusiones y de paradas de emergencia son típicas funciones de Clase 1. En general, cualquier solicitud de parte de un Operador ATS que provoque un estado más permisivo de seguridad requiere de una solicitud, una respuesta y una confirmación para finalizar la operación solicitada.

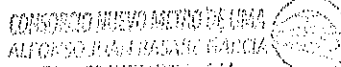
Las **Funciones de control de clase 2**, requieren que los equipos de vía proporcionen una indicación de éxito o fracaso en respuesta a las solicitudes del Operador ATS. Si se recibe una indicación de éxito, el dispositivo solicitado se muestra en correspondencia. Si se recibe una indicación de falla, el dispositivo solicitado se muestra fuera de correspondencia. Si no se recibe indicación dentro del período de tiempo de espera, el dispositivo solicitado se muestra fuera de correspondencia y también se genera un mensaje de alarma. Un ejemplo del control de clase 2 es el control de cambiavías: la animación del cambiavía destella en la pantalla ATS hasta que se detecta que se comprueba que el cambiavía ha llegado y se encuentra bloqueado en la posición solicitada. Si luego de un tiempo de espera configurable los estados del cambiavía no se encuentran en correspondencia, se genera una alarma "Cambiavía fuera de correspondencia".

Las **Funciones de control de clase 3** son las más simples y están diseñadas para un funcionamiento rápido. El Operador ATS espera recibir una indicación (que se interpreta como una operación exitosa), pero debido a que no es requerida por la clase de función, es posible que no se reciba una indicación (lo que se interpreta como una operación fracasada).

Es posible que las funciones de Clase 3 no reciban indicación o reciban la indicación esperada. Si se recibe la indicación esperada, el dispositivo solicitado se muestra en correspondencia. Si no se recibe ninguna indicación, el dispositivo solicitado se muestra fuera de correspondencia. Es responsabilidad del Operador ATS resolver dicho estado de ausencia de correspondencia.

Cualquier comando que se ejecute manualmente por parte del operador tendrá prioridad sobre cualquiera de los ejecutados automáticamente por el ATS, p.ej como consecuencia de la regulación automática.

Para los comandos que involucren diferentes equipos CBTC debido al alcance geográfico de los mismos, el operador no tendrá que realizar operaciones adicionales. Una vez que el operador envíe un comando, el ATS y el resto del sistema CBTC gestionarán el comando a la localización adecuada para su ejecución.


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO PORTUACARRE BACCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

1.4.1.2 Seguimiento de los trenes

La Identificación y localización de trenes se gestiona dentro de ATS mediante la función de seguimiento de los trenes (Train Tracking - TTT). Ésta lleva a cabo las creaciones, eliminaciones y operaciones de movimiento de trenes a través del uso de informes de posición emitidos por los trenes, solicitudes del Operador de ATS y solicitudes de la función de regulación automática (VR - Vehicle Regulation), otro subsistema de ATS. El ATS mantiene la localización de cada tren actualizada por medio de la Identificación de posición del tren (PTI - Positive Train Identification) y del identificador de seguimiento (TID - Tracking Identifier) para la representación gráfica y generación de informes.

A medida que se inyectan o retiran nuevos vehículos, la Herramienta de configuración del sistema (System Configuration Tool - SCT) se utiliza para actualizar el número del tren, del vehículo y del ATC del vehículo que se utilizan en los informes de la PTI. Cualquier dato de la PTI que se recibe por la ATS y no está en la base de datos se ignora.

El TID se asocia con un conjunto de vehículos para el seguimiento de los trenes. Los TID se crean por el sistema en una de estas dos maneras: dinámicamente mediante el subsistema de VR o mediante una solicitud del Operador de ATS. Si el TID se asigna mediante VR, se

asocia a un recorrido programado en el cronograma actual. Si el TID se asigna mediante un Operador de ATS, puede que se asocie o no con un recorrido programado.

La ATS proporciona visualizaciones de localización que muestran a todos los trenes del sistema junto con el símbolo asociado del tren. El símbolo del tren visualizado generalmente incluye el TID que se asocia a un recorrido programado. Si no hay ningún TID asociado con el tren, entonces, en el símbolo del tren, se muestra la PTI. La función de TTT controla continuamente los informes de posición del tren, las solicitudes del Operador de ATS y las de la VR a fin de crear el TID para cada tren y actualizar la posición de estos TID y PTI dentro del sistema.

La VR interactúa con la función de TTT para modificar los datos de seguimiento según los requisitos del cronograma. Cuando un tren equipado con CBTC está listo para ponerse en servicio, la VR requiere que se ingrese un TID para el conjunto de vehículos. Cuando un tren ha finalizado su servicio, la VR le solicita a la función de TTT que elimine el TID, logrando que la visualización del símbolo del tren vuelva a ser la PTI solo del tren.

Cuando se inicia un tren equipado con CBTC, el tren informa su posición a la ATS que visualiza un símbolo que a su vez indica la PTI, a menos que ya se haya asignado un TID a este vehículo mediante la VR o un Operador de ATS. En consecuencia, durante las condiciones normales de funcionamiento, los vehículos ingresan a la línea principal con un TID y PTI que ya se han asociado, y el símbolo del tren exhibe el TID. El Operador de ATS también puede colocar un TID en una vía en preparación para un tren que informa de su posición como coincidente con esta localización de TID.

Se puede acceder a toda la información del tren (número de identificación del tren, números de coches físicos, número de destino, número de servicio, número de recorrido, número de ATC) desde el menú del tren que se exhibe al hacer clic en el símbolo del tren en cualquier momento.

Para los trenes que no están equipados con CBTC, la Localización de trenes mantiene y exhibe las posiciones de los trenes según los datos de ocupación que se reciben de los estados de circuitos de vía a través del enclavamiento.

La función TTT admite las solicitudes del Operador ATS para ingresar, cambiar, eliminar o mover un TID. TTT también acepta las solicitudes iniciadas manualmente para cambiar los parámetros como una ID de destino, tiempo de parada predeterminado, nivel de rendimiento y entre otros.

Ingresar TID

Cuando un Operador ATS intenta ingresar un TID en una posición de vía, la función de TTT primero se asegurará de que ya no haya un símbolo de tren con la misma PTI. En caso de que lo haya, el Operador ATS recibe un error en respuesta a la solicitud. Si todavía no hay un símbolo de tren con la misma PTI, el símbolo se creará en la posición de vía especificada. Si ya no existe un tren que informe que se encuentra en esta posición, el TID "esperará" en esa posición hasta que lo haya. En ese momento, el TID que "queda en espera" se asociará con el tren. Esto también le permite al Operador ATS "pre-asignar" un TID, por ejemplo, a un vehículo no equipado que saldrá de áreas no señalizadas en dirección de la línea.

Mover TID

Cuando un Operador ATS intenta mover un TID de una posición de vía a otra, la función de TTT primero se asegurará de que el TID dado y la posición de vía especificada sean válidos. Si es así y ya no hay otra operación pendiente para este TID (tal como otro movimiento o una eliminación), el TID se moverá a la posición de vía de destino.

Ingresar ID de vehículos no equipados

Los vehículos que no estén equipados con CBTC pueden ingresarse mediante la Función de ingreso de ID de mantenimiento. Los Vehículos no equipados CBTC no envían informes de posición. No obstante, éstos se detectarán y se localizarán mediante los circuitos de vía y una vez que se hayan identificado con el Sistema de ATS, se los localizará consecuentemente.

1.4.1.2.1 IDENTIFICAR LOS TRENES

El subsistema ATS realizará el seguimiento y mostrará la posición de todos los trenes equipados con CBTC, basándose en su identificador de seguimiento TID (número CBTC).

El seguimiento de un tren no comunicante (no equipado o con transmisión defectuosa) depende de su presencia en la programación.

Cuando un tren no comunicante pero bajo programa entra en una zona automática, el ATS le asignará un identificador de seguimiento basado en el programa.

Cuando un tren no programado y no comunicante entra en una zona automática, el ATS mostrará una alarma para alertar al operador de que se ha detectado una ocupación no esperada. Se permitirá asignar un identificador de seguimiento a dicho tren (ocupación para el ATS). El operador tendrá también la posibilidad de cambiar este número de identificador.

1.4.1.2.2 SEGUIR Y PRESENTAR LA POSICIÓN DE LOS TRENES

El subsistema ATS mostrará una vista generalizada de alto nivel del esquema de vías. El operador podrá hacer zoom en áreas específicas para obtener una vista más detallada.

El subsistema ATS mostrará la posición de los trenes de forma gráfica a lo largo del esquema de vía. Adicionalmente, el operador podrá posicionar el puntero sobre el icono del tren para mostrar así el "tooltip" del tren, que proporcionará la posición precisa del tren.

El subsistema ATS mostrará también, junto con la posición del tren, el límite de Autorización de Movimiento que reciba del equipo de vía y a bordo, para cada tren. La representación del límite de Autorización de Movimiento determinará claramente los puntos a proteger.

El subsistema ATS utilizará la información recibida del resto del sistema CBTC para mostrar la localización del tren. En caso de que las comunicaciones ATS-ZC-CC se interrumpan, el ATS empezará a mostrar la información de posición del tren basada en circuitos de vía, cuyo estado recibirá del enclavamiento. El diferente camino de las comunicaciones ATS-ZC y ATS-IXL permiten dicha robustez.

El subsistema ATS recibirá indicaciones de la composición de un tren de parte del resto del sistema CBTC. Una vez que el ATS determine un cambio en dicha composición debido a una operación de acoplamiento o desacoplamiento, notificará al operador de este cambio y mostrará la nueva configuración de tren.


El subsistema ATS "creará" los trenes basándose en la información recibida directamente del equipo embarcado del tren. Sin embargo, si se recibe una ocupación de circuito de vía que coincidiera con un tren programado, el ATS creará dicho tren incluso si no recibiera información CBTC directamente de este tren. En estos casos, el ATS los mostrará como trenes no comunicantes.

1.4.1.2.3 SEGUIR Y PRESENTAR EL SENTIDO DEL MOVIMIENTO DE LOS TRENES

El subsistema ATS mostrará el sentido de movimiento del tren basándose en los criterios siguientes:

- Información de sentido de marcha recibida del equipo embarcado
- Información de bloqueo direccional recibida del enclavamiento
- Ocupaciones de los circuitos de vía recibidas del enclavamiento

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



1.4.1.3 *Realizar la operación nominal de pasajeros*

1.4.1.3.1 GENERAR LOS PROGRAMAS DE OPERACIÓN TEÓRICOS

El ATS basará su regulación en un programa teórico que será creado por una herramienta externa parte del suministro e importado en el sistema.



005808

En forma diaria, el control de programas seleccionará el programa que se utilizará para ese día. El programa estará integrado por una lista completa de todos los trenes que se operarán con servicio comercial e incluirá el número de vehículos de cada tren, los horarios específicos necesarios para controlar automáticamente el movimiento de los trenes, y la asignación de rutas de cada tren.

El ATS podrá almacenar los siguientes tipos de programa:

1. Programa de días laborables;
2. Programa de los sábados;
3. Programa de los domingos;
4. Programas de los días feriados;
5. Programa de eventos especiales.

Cada programa estará compuesto por misiones que a su vez contendrán:

- Sentido de la marcha
- Tipo de marcha (nivel de desempeño/perfil de velocidad)
- Hora de llegada programada
- Hora de salida programada
- Tiempo de estacionamiento en andén
- Inyección de trenes
- Retirada de trenes
- Tipo de servicio (expreso o parada en todos los andenes)
- Posición de trenes en el depósito

El operador del ATS tendrá la posibilidad de cambiar cualquiera de estos datos una vez que se hayan importado al subsistema ATS, utilizando una interfaz operador dedicada para visualizar y modificar los programas en línea y los parámetros de regulación vehicular (VR) a nivel del sistema.

El Programa en línea y la Interfaz operador de regulación vehicular solamente serán accesibles desde el Puesto de Operador del PCO.

El Operador utiliza el formulario "Programa y VR" para modificar los datos del programa (con este término se refiere a cualquier dato del programa de vehículos en línea y a los parámetros de control de regulación vehicular).

Mientras los cambios en el programa de un día particular se protegen al emitir pantallas de confirmación para el Operador, los cambios en el programa permanente sólo se pueden realizar a través de la herramienta de configuración del programa permanente. El Operador no puede realizar cambios en el programa permanente a través del formulario de Programa y control de VR. La opción de configuración del programa permanente debería configurarse para modificar los programas y los archivos de calendario correspondientes para los días próximos.

El formulario de Programa y control de VR (que se muestra en la siguiente imagen) está integrado por menús desplegables en la parte superior y parámetros configurables de regulación de vehículos en la parte inferior. Los menús desplegables permiten selecciones adicionales del menú y formularios que se utilizan para exhibir y modificar los datos del programa en línea.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO B. MORALES GARCIA
PRESIDENTE EJECUTIVO



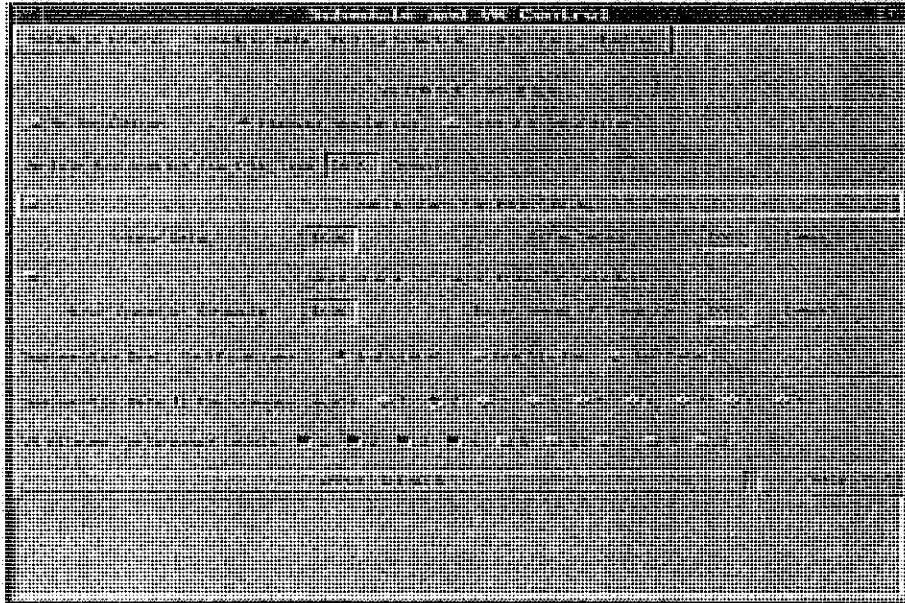


Figura 17: Ejemplo de formulario de programa y control de VR

La ventana está integrada por cinco secciones: modos de regulación, tiempo de aclimatación del tren, parámetros de retraso, parámetros en todo el sistema y niveles de rendimiento. Una vez que se ingresan los cambios en la ventana, activando el botón "Apply Changes" ("Aplicar cambios"), los cambios se ingresan en forma permanente.

El ATS proporcionará hasta 9 diferentes niveles de desempeño y perfiles de velocidad.

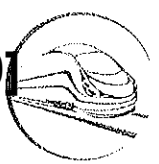
El operador tendrá la posibilidad de cambiar manualmente el nivel de desempeño o perfil de velocidad de un tren a uno diferente del que esté programado.

Como se ha mencionado, el ATS utilizará programas teóricos provistos por una herramienta externa, que será parte del sistema suministrado. La herramienta de programación, fuera del tiempo real, gestiona la red y elabora el programa, desde la planificación estratégica hasta los cambios realizados para el corto plazo. La herramienta utiliza algoritmos inteligentes para mejorar la circulación de vehículos y servicios de manera automática y optimizada, de manera que permite servir de fiable apoyo a todas las decisiones, desde la planificación hasta la operación diaria. La herramienta de programación toma en cuenta todas las disposiciones operativas y las especificaciones del planificador y apoya las necesidades operativas más complejas, como servicios parciales, expresos y bucles así como también gestiona la secuencia de ocupaciones de las cocheras y estacionamientos.

El software también ofrece interfaces con sistemas intermedios y permite una variedad de estadísticas y listados a ser preparados, tales como horarios de salida, planes de visualización, programas, listas y copias impresas de la programación, así como informes completos. ASTS proporcionará módulos integrados en el ATS que, importando estos programas teóricos, gestionarían todas las operaciones diarias y podrán generar horarios precisos de operación, permitiendo así al Operador, cuando lo estime necesario, modificar las tablas y efectuar las optimizaciones adecuadas.

El ATS será capaz de recuperar los retrasos en el programa mediante el incremento o decremento de la perfil de velocidad de los trenes así como modificando el tiempo de estacionamiento en andén, según la situación lo requiera.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO B. ESTEBAN GARCIA
COORDINADOR GENERAL



005810

1.4.1.3.2 ESTABLECER LA TABLA DE HORARIO PRÁCTICA

El Menú principal del control del programa le proporciona al Operador la posibilidad de seleccionar, modificar y validar los programas. Al seleccionar los pulsadores del Menú principal, aparecen submenús que le permiten al Operador visualizar y modificar los datos del programa en línea y los parámetros de control, cuando sea necesario, para realizar la tabla de horario práctica.

Los elementos de selección del Menú principal se muestran en la imagen siguiente.

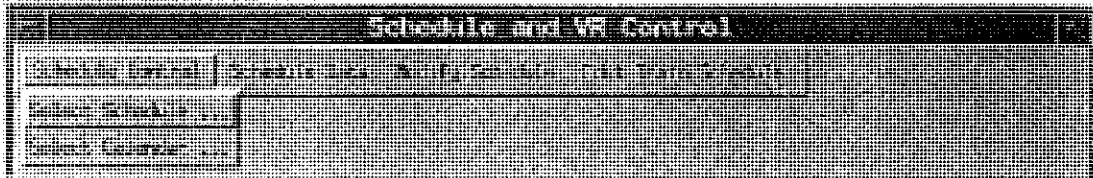


Figura 18 : Menú principal del programa y control de VR.

Las funciones del **“Control de Programa”** permiten a los Operadores de cargar un programa o un calendario de su elección. Normalmente, el servidor del programa selecciona automáticamente un programa para el día actual y próximo según los datos del calendario. El servidor del programa selecciona automáticamente el próximo calendario al final del calendario actual.

Seleccionar programa

Esta función le permite al Operador anular manualmente la selección automática del programa y seleccionar otros datos del programa en forma inmediata. Al cargar un nuevo programa, al Operador se le permite realizar selecciones en los programas válidos, que se predeterminan fuera de línea.

Seleccionar calendario

Esta función le permite al Operador anular manualmente la selección automática del calendario y seleccionar el archivo de calendario. Al cargar un nuevo calendario, al Operador se le permite seleccionar de entre los calendarios válidos, que se predeterminan fuera de línea. Cuando se carga un nuevo calendario, no se cambia el calendario actual. El cambio adquiere efectividad al final del período comercial actual.

Las funciones **“Programar datos”** se describen a continuación. Las entradas del menú son para que los diferentes informes contribuyan a brindarles datos a los operadores acerca del programa actual, el calendario y los planes desarrollados por el subsistema de la Regulación vehicular.

Programa del tren

Esta función le permite al Operador visualizar el programa actual para un tren seleccionado.

Programa del andén

Esta función le permite al Operador visualizar la sucesión de trenes que pararán en un andén seleccionado.

Programa de inicio

Esta función le permite al Operador visualizar un informe de trenes que se pondrán en marcha desde una posición de cochera/estacionamiento seleccionada.

Programa de cochera

Esta función le permite al Operador visualizar una lista de trenes que ocuparán una posición de cochera/estacionamiento. El informe no incluye los trenes que ingresan a la posición a realizar un movimiento de vuelta. Las vueltas son posibles en las posiciones de vías de cola pero no deben realizarse en tales vías cuando se utilicen como estacionamiento.

Datos de rendimiento



005811

Esta función le permite al Operador visualizar la ventana de Control de rendimiento. Esta ventana muestra datos de rendimiento y planes.

Informe de plan de andén

Esta función le permite al Operador visualizar las salidas y llegadas planificadas en un andén determinado. El plan se origina en la tarea de VR y lista los datos de los trenes que está planificado que lleguen al andén.

Informe de calendario

Esta función le permite al Operador visualizar el calendario actual utilizado para la selección automática del programa.

Informe de regulación de intervalos

Esta función le permite al Operador verificar rápidamente el cálculo de intervalos del sistema para todas las estaciones. Esta información puede ser útil cuando el Operador planifica habilitar/deshabilitar las secuencias automáticas, o al especificar manualmente el patrón de la secuencia.

El Informe de regulación de intervalos incluye el intervalo calculado en cada estación. El nivel de rendimiento que se utilizará para calcular el intervalo se basa en la opción de nivel de rendimiento predeterminado que se selecciona en el formulario de Programa y control de VR.

Si el tiempo de permanencia mínimo es mayor que el predeterminado, la VR utiliza el tiempo de permanencia mínimo al calcular los tiempos de ejecución de la DID (Destination ID). Si el nivel de rendimiento predeterminado que se selecciona en el formulario de Programa y control de VR no es un nivel de rendimiento permitido seleccionado en el mismo formulario, la VR utilizará el primer nivel de rendimiento permitido (el más rápido que se selecciona) al calcular los tiempos de ejecución de la DID

Las funciones "**Modificar programa**" se utilizan para modificar el programa activo. Al modificar el programa activo, se puede afectar la alarma de retraso menor y mayor de un vehículo. Si un tren posee una alarma de retraso mayor y el programa activo se modifica de manera que los trenes se operen en tiempo, entonces la alarma ya no estará activa.

Desplazar programa

Esta función le permite al Operador desplazar cada entrada del programa mediante una cantidad fija, positiva o negativa.

Habilitar/deshabilitar secuencia automática

Las alteraciones del sistema tales como vías bloqueadas, trenes averiados y estaciones fuera de servicio pueden provocar un patrón de fusión incorrecto. Esta función le permite al Operador habilitar/deshabilitar las secuencias automáticas, y especificar manualmente el patrón de las secuencias.

Secuencias automáticas:

Cuando se activa el Modo de secuencia automática, los trenes con una DID a ser secuenciada, intercambiarán su TID/DID (en caso de ser necesario) en forma automática con los TID/DID anteriores que también deban ser secuenciados.

El modo de secuencia ignora los trenes con DID de recorridos que no sean de ida/vuelta. La VR no planificará esta acción correctiva automatizada, en su lugar, continuará planificando los movimientos para evitar este conflicto, de ser posible. Si el Operador decide ejecutar el sistema en el modo de Regulación del programa con una brecha debido a que el tren ingresó en un período fuera de servicio (o se retuvo en la ubicación de la terminal), el modo de Secuencias automáticas debe apagarse.

Secuencias manuales

El Operador puede corregir la fusión de los trenes al especificar manualmente el patrón de fusión. Esto se logra al intercambiar los TID/DID existentes. Esta función es independiente de que el sistema se encuentre en el modo de Regulación de programas o de intervalos.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO HUAR VASQUEZ GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

Cuando el sistema se encuentra en el modo de Regulación de intervalos y el Operador desea formar la flota, el Operador debería agregar trenes en incrementos de dos o tres para alcanzar el intervalo deseado en cada rama.

Cuando el sistema se encuentra en el Modo de regulación de intervalos y el Operador desea reducir la flota, éste debe reemplazar una DID de recorrido de ida y vuelta para un tren que se dirige a la estación terminal con una DID que tenga la estación terminal como destino final. Una vez que el tren llegue a la estación terminal, se puede establecer una nueva DID para conducir el tren hasta el taller y que éste ingrese para ponerse en fuera de servicio. La VR se iniciará inmediatamente para planificar la reducción de trenes y tener en cuenta el intervalo en el sistema.

Las funciones para "**Editar programa del tren**" se agrupan porque las funciones afectan en general a un sólo tren. Los trenes que no estaban en el programa original deben agregarse primero al programa. Los trenes del programa (los originales y los que se agregaron posteriormente) se pueden eliminar y/o renombrar. Los recorridos se pueden agregar y eliminarse del programa del tren. Finalmente, las entradas de un recorrido para los horarios de llegada y partida se pueden modificar. Los recorridos constituyen el programa del tren. Los cambios en el programa no son permanentes. Se aplican solamente al programa actualmente cargado y no se pondrán en vigencia una vez que se modifique el programa (ya sea al final del período comercial actual o a través de un cambio manual en el programa).

Agregar tren al programa

Esta función le permite al Operador agregar un tren al programa. A menos que el tren ya esté en el programa, éste debe agregarse al programa antes de que se puedan realizar cambios en el programa para el tren. Una vez que se agrega el tren, el Operador puede agregar, eliminar y modificar los recorridos del tren. (Debe tenerse en cuenta que por lo menos se deberá agregar un recorrido para el tren recientemente agregado a fin de satisfacer el requisito de VR de establecer un horario de salida.)

Eliminar tren del programa

Esta opción le permite al Operador eliminar todas las entradas para un tren del programa. Los programas para los trenes que permanecen en el mismo no se modifican. Si el tren se encuentra actualmente en servicio cuando se elimina, permanecerá en funcionamiento utilizando la última DID que se asocia con éste, respetando las normas predeterminadas de movimiento.

Renombrar tren

Esta función le permite al Operador renombrar un tren en el programa proporcionándole una nueva ID de localización.

Agregar recorrido para el tren en el programa

Esta función le permite al Operador agregar un recorrido en un programa específico de un tren.

Eliminar recorrido para el tren en el programa

Esta función le permite al Operador eliminar un recorrido en un programa específico de un tren. Debe tenerse en cuenta que esta solicitud también eliminará todos los recorridos a continuación del recorrido seleccionado para la eliminación.

Modificar programa del tren

Esta función le permite al Operador modificar los horarios de partida y llegada en un programa específico de un tren.

Al comienzo de cada día de servicio, el operador ATS seleccionará un programa teórico ya cargado en el ATS y procederá a su validación. Una vez que un programa teórico sea validado por el operador, estará disponible para su aplicación por parte del ATS.

El operador ATS tendrá la posibilidad de cambiar cualquier dato del programa antes de proceder a su validación por medio de las funciones previamente explicadas.

Durante la operación, el operador ATS podrá hacer los siguientes cambios en el programa práctico en aplicación. Cuando se realicen estos cambios, no habrá de nuevo un proceso de validación offline: 005813

- Retirar o añadir un tren desde o hacia la estación terminal o vía de intercambio.
- Modificar la terminal de salida
- Descartar las salidas programadas de las terminales
- Cambiar el perfil de velocidad de un tren
- Cambiar los tiempos de estacionamiento en andén.
- Retirar un grupo de trenes
- Cambiar el intervalo entre trenes
- Cambiar el tipo de servicio (Express/Normal)

1.4.1.3.3 DESPERTAR Y HACER DORMIR LOS TRENES

Para automatizar el sistema, la VR solicita que se activen nuevos vehículos para el servicio desde las vías de cochera o no comerciales según lo especifica el programa. Sin importar el modo de operación de la línea principal, si el horario indica que hay vehículos a ser activados en la vía de cochera o no-comercial para proceder a la línea principal, entonces se esperará que los mismos estén disponibles y listos en una de dichas vías e ingresar a la línea principal según la hora en el programa.

El proceso de puesta en marcha preparará los trenes para ser incluidos en el servicio comercial. Antes que el tren esté programado para entrar en servicio comercial, éste es automáticamente preparado para ser puesto en marcha y para llevarse desde las vías de cocheras o vías no-comerciales a su primer andén programado.

El ATS automáticamente despertará a los trenes en su posición de estacionamiento de acuerdo al programa práctico activo.

Similarmente el ATS automáticamente hará dormir los trenes en las posiciones de estacionamiento del depósito o en las designadas en las vías.

1.4.1.3.4 INYECCAR Y RETIRAR LOS TRENES

El proceso de inserción al servicio activo iniciará al tren en el servicio comercial desde una vía de cochera o vía no comercial. Este proceso asignará una identificación al tren e iniciará la transmisión de dicha identificación al tren a través de la red de comunicaciones de datos.

Entonces, el tren verificará la recepción de la identificación. Durante la inserción al servicio, el tren recibirá un recorrido que será retenido a bordo hasta que se cambie desde la central o localmente desde el propio vehículo.

Entre los ejemplos de recorridos de trenes se incluyen los siguientes:

- ◆ De terminal a terminal (viajes de ida y vuelta continuos),
- ◆ De terminal a puntos de vuelta intermedios,
- ◆ De la línea principal a la vía de cochera o vía no comercial.

El proceso de retirada iniciará la baja del tren del servicio comercial y lo envía a una vía de cochera o no comercial. La función principal del proceso de retirada será detener el tren en el último andén de la estación de pasajeros. Después que el tren fue verificado, el ATS lo mueve al destino programado. El operador ATS puede modificar el destino programado o solicitar que un tren sea inmediatamente retirado, y este pedido consecuentemente cancelará los futuros viajes programados.

Mediante el subsistema de regulación vehicular, ATS gestionará automáticamente los procesos de inyección y retirada de trenes cuando sea necesario.

El sistema ATS determinará si un tren que se dirige a una estación terminal conlleva retraso de manera que no podrá completar su siguiente misión en el tiempo asignado en el programa. En este caso, el ATS inyectará en la terminal un tren que no esté en servicio y disponible para

completar la siguiente misión. En caso de que el tren en cuestión lleve un retraso tal que no le impida comenzar la siguiente misión, el ATS no inyectará un nuevo tren. Para inyectar un nuevo tren, deberá existir un tren disponible en las posiciones de estacionamiento.

Para la retirada de un tren, deberá existir alguna posición de estacionamiento libre.

Las funciones de inyección y retirada de trenes en las estaciones terminales son automáticas; sin embargo, el operador del ATS tendrá también la posibilidad de cambiar estos puntos a modo operador. Cuando las terminales estén en modo operador, el ATS no inyectará o retirará trenes automáticamente debido a restricciones del programa.

1.4.1.3.5 ASEGURAR LOS MOVIMIENTOS DE LOS TRENES

El sistema de ATS monitorará y controlará las operaciones de trenes a fin de optimizar y estabilizar la explotación del sistema según el programa.

El ATS se ha diseñado con varios niveles de control (Central automático, Central manual) y con componentes redundantes para minimizar los efectos adversos en el programa operativo debido a condiciones anormales o fallas en el equipo.

Los trenes se mueven a lo largo de las líneas de acuerdo a sus Identificadores de Destino (DID). Un DID determina el destino donde el tren tiene que ir, los recorridos del tren y las estaciones donde el tren se detendrá hasta su destino final. Los destinos incluyen, pero no se limitan a, las estaciones, los talleres, las vías de cochera y estacionamiento, así como la máquina de lavado y los talleres de revisión.

El sistema ATS proporciona diferentes modos de asignación de rutas, cada modo describe el nivel de control que un Operador ATS puede asumir por sobre las operaciones del tren en una determinada área de enclavamiento donde ese control se encuentra. Se establecerá un protocolo entre los diferentes puestos de trabajo de ATS para garantizar que se imponga solamente un modo a la vez para una misma área de enclavamiento.

Cada posición del sistema posee su Modo de asignación de rutas pre-asociado. El Modo de asignación de rutas se establece posición por posición.

La siguiente lista describe los modos de asignación de rutas posibles:

- ◆ Modo automático de asignación de rutas: el sistema de Regulación de vehículos gestiona la asignación de rutas de los trenes en la posición actual y el tiempo de permanencia en las estaciones.

Todos los trenes reciben rutas de acuerdo al programa y al identificador de destino automático sin necesitar de alguna intervención del Operador, tomando en cuenta eventuales conflictos detectados y las prioridades de circulación.

El modo automático se utiliza en las condiciones nominales, el Operador ATS puede seleccionar el modo manual dependiendo de la necesidad.

- ◆ Asignación manual de rutas: el sistema de Regulación de vehículos no puede enviar controles de asignación de rutas y de tiempos de permanencia automáticos para cualquier tren en dicha posición. El Controlador de línea debe despejar las rutas en forma manual y cerrar las puertas del tren en la posición para finalizar el tiempo de permanencia.

El sistema CBTC proporcionará todos los movimientos necesarios para asegurar la explotación de los trenes desde y hasta las vías de cochera y los estacionamientos en la línea. El subsistema ATS nominalmente comandará estos movimientos automáticamente de acuerdo al programa, en cada momento el operador podrá solicitar el cambio al modo manual. Análogamente se podrá volver al modo automático.



Una vez que el programa activo se haya completado, el ATS aplicará una estrategia de estacionamiento predefinida para retirar los trenes de acuerdo con el programa de las cocheras.

El operador ATS podrá asignar más de una misión a un tren mediante el uso de la función "Add trip/Añadir servicio" ya previamente explicada. Una vez que dicho servicio es asignado a un determinado tren, el ATS verificará que dicho tren está en disposición de ejecutar la misión.

En operación normal de servicio, el ATS completará automáticamente todas las misiones de acuerdo con el programa activo. Sin embargo, en caso de condiciones degradadas o anormales, es posible que esto no ocurra, y el operador ATS tendrá disponible la funcionalidad de actuar sobre el programa, y específicamente de añadir, cambiar o borrar misiones programadas mediante los comandos ATS "añadir servicio a un tren", "eliminar servicio de un tren" o "añadir tren al programa".

1.4.1.3.6 REGULACIÓN

Todos los trenes operando en las líneas principales y en las zonas CBTC de los Talleres estarán bajo el sistema de supervisión ATS y la regulación vehicular. Los trenes se despacharán para servicios comerciales, harán su recorrido y se almacenarán según los tiempos provistos por los programas de trenes predeterminados. Todas las posiciones y movimientos de los trenes serán monitoreados automáticamente para determinar si están operando en tiempo y forma o dentro de límites aceptables.

La Regulación vehicular (Vehicle Regulation - VR) del ATS incluirá la función correspondiente a cada uno de sus algoritmos, pasando la información de manera interactiva de un algoritmo al otro para que las distintas prioridades puedan ser establecidas y el tren pueda ser adecuadamente controlado para mantener su operación dentro del horario con contratiempos mínimos a sus pasajeros.

La Regulación vehicular VR es responsable de ajustar los niveles de rendimiento y controlar el tiempo de permanencia de cualquier vehículo que tenga un identificador de destino asignado, a menos que dicho vehículo o posición no estén marcados como automáticos. Los horarios de partida del siguiente vehículo, que se muestran en el informe de plan de los andenes, se basan en los horarios de salida planeados y programados por la VR.

La función de la Regulación vehicular del sistema ATS busca asegurar que todos los trenes operados automáticamente (trenes con CBTC) cumplan con los horarios o el intervalo. Con tal fin se usan dos medios: primero, se modifican los perfiles de velocidad, y segundo, (si la modificación del perfil de velocidad del tren no es suficiente) se ajustan automáticamente los tiempos de permanencia en la estación.

La función de Regulación vehicular elige automáticamente entre un rango configurable de perfiles de velocidad de trenes predefinidos para encontrar el perfil que cumple con el programa o, de ser posible, recuperar cualquier retraso del tren en la conexión de estación-a-estación siguiente. Los perfiles de velocidad más altos incluyen tasas de aceleración o deceleración mayores e incrementos de velocidad de servicio normal durante el viaje a la siguiente estación.

Si el retraso de un tren es tal que requiere una modificación en los tiempos de permanencia en la estación, la función de Regulación vehicular automáticamente reduce el tiempo de permanencia en la siguiente estación para recuperar algo o todo el tiempo de retraso. En todos los casos, el tiempo de permanencia en la estación no se reduce por debajo del mínimo establecido para cada estación (se pueden establecer un rango mínimo/máximo de tiempos de permanencia o un período de permanencia exacto independientemente para cada andén de una estación).



[Handwritten signature]



El incremento en los niveles de rendimiento del tren y la reducción en los tiempos de permanencia en la estación se repiten en las subsiguientes estaciones hasta que se recupera completamente el retraso o el operador interviene para modificar el programa. 005816

Si un tren está adelantado a su horario programado, la función de Regulación vehicular reduce primero los perfiles de velocidad, y, en segundo lugar, extiende el tiempo de permanencia en la estación (hasta el máximo pre-establecido) hasta que el tren esté en horario.

El Operador ATS puede modificar de dos maneras el tiempo de permanencia que la VR usa para un andén. El primero es cambiar los rangos de tiempo de permanencia máximos y mínimos para ese andén. El segundo es que el Operador ATS asigne un período exacto de permanencia en el andén. Bajo condiciones normales, la VR nunca mantiene un tren en el andén por menos del tiempo de permanencia mínimo o exacto. Asimismo, la VR nunca mantiene un vehículo en el andén por más del período de permanencia máximo (sin importar el programa) o período exacto especificado, a menos que existan condiciones anormales más adelante, lo cual podría provocar que el tren no llegue a su próxima parada. Estas condiciones incluyen:

- ◆ Un bloqueo más adelante en la vía entre el tren y su próxima parada.
- ◆ Una alarma de tren que indica "falla en salida" de otro tren en la siguiente parada o una alarma que indica "parada no programada" de un tren.
- ◆ Ausencia de tracción eléctrica en o antes de la siguiente parada.
- ◆ El despachador de trenes ha detenido o comandado el modo manual en un tren más adelante o en la siguiente parada.
- ◆ El tiempo de permanencia ha sido extendido por la VR en un tren detenido en la siguiente parada.
- ◆ El sistema de parada de emergencia ha sido activado en o antes de la parada a continuación.
- ◆ Intrusión detectada en o antes de la siguiente parada.
- ◆ Puertas de andén abiertas sin autorización en la presente estación y en la siguiente.
- ◆ Fuego en vehículo más adelante o en una ubicación en o antes de la siguiente parada.
- ◆ Condiciones anormales para vehículos en vías paralelas.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



La función de Regulación vehicular impide que un tren salga del andén de la estación por una condición anormal más adelante sólo si el tren está detenido en el andén de la estación.

Si el tren ya comenzó el proceso de salida desde dicho andén, cuando dicha condición anormal ocurre, el tren no se hace detener por la Regulación vehicular salvo en los casos en que aún sea necesario parar el tren en emergencia. Este frenado de urgencia se realizará por medio del sistema CBTC.

Cualquier tren que la función de Regulación vehicular detenga en la estación debido a condiciones anormales, permanecerá en el andén de la estación con sus puertas abiertas. Esto se logra al extender indefinidamente el tiempo de permanencia en la estación y no mediante la función de detención del tren. Siempre que las condiciones anormales persistan, el tren no saldrá del andén de la estación hasta que el Operador ATS ejecute manualmente un comando que cierre las puertas del tren. Cuando las puertas están cerradas, la Regulación vehicular da por terminada la permanencia en la estación y el tren parte desde la misma.

Si en cualquier momento, la condición anormal que previene la salida del tren se soluciona, la función de Regulación vehicular automáticamente termina la permanencia en la estación.

Cuando se está en Regulación de horario, la VR constantemente intenta determinar la aproximación más cercana (en tiempo) entre la posición real del identificador de seguimiento del tren y el lugar donde debería estar, según indica el programa. Si el identificador de seguimiento del tren no se encuentra en el programa, entonces la VR dirige el vehículo

solamente de acuerdo al identificador de destino y controla el tiempo de permanencia y los niveles de rendimiento para evitar conflictos entre los vehículos programados.

Para optimizar la recuperación de tiempo, la VR actúa en los trenes delante y detrás del tren que causa el problema.

El algoritmo de la línea iniciará el control de anuncios de la estación y del sistema de informe de pasajeros antes que el tren llegue a las estaciones.

El Operador ATS podrá finalizar la operación automática del algoritmo de la línea. La finalización de la operación del algoritmo de la línea no afectará el correcto funcionamiento de los otros algoritmos excepto para las estrategias asociadas con las modificaciones del programa.

El algoritmo de terminal será un subconjunto del algoritmo de control de ruta. El algoritmo de terminal se utilizará para controlar trenes ya en las estaciones terminales o acercándose a las mismas. Este algoritmo funcionará para mantener los trenes que llegan y parten de la terminal dentro del horario programado y para poner en servicio trenes desde las vías de salida según el programa.

El algoritmo de terminal considerará, como mínimo, la desviación del horario de los trenes afectados, los tiempos asociados con liberación o cancelación de rutas, tiempos de permanencia, tiempos de retorno, y los tiempos asociados a la puesta en marcha por la entrada en servicio. El usuario de ATS podrá terminar la operación automática de este algoritmo. Esto no afectará la correcta operación de otros algoritmos.

El usuario de ATS tendrá la capacidad de activar estrategias correctivas a través del programa de selección de estrategia cuando lo requiera. La filosofía empleada por este control será que el usuario ATS es el mejor juez para determinar cuál es la acción correctiva que mejor aplica a cualquier situación y la computadora es muy útil como una herramienta para visualizar las opciones disponibles así como para implementar la opción seleccionada. Las estrategias serán rutinas predefinidas que, una vez elegidas, se implementarán automáticamente.

Los programas de selección de estrategias serán: desplazar el programa por una cantidad fija de tiempo, desviar el horario, eliminar el tren, agregar trenes, eliminar espacio entre trenes, crear espacio entre trenes, pasar por alto paradas, y localización individual.


Otro algoritmo específico automáticamente controlará el movimiento del tren bajo condiciones anormales. Este algoritmo responderá automáticamente a las condiciones causadas por las alarmas de fallas de CBTC que puedan perturbar el servicio normal. Los trenes que estén entre estaciones cuando una emergencia ocurre podrán proceder a la estación siguiente y aguardar. Los trenes que se acercan a la estación donde se activó la alarma se detendrán antes de ingresar a la misma. Este algoritmo monitoreará cada tren en las vías secundarias, vías de salida única y vías principales en estas situaciones. El control automático se limitará a aquellas funciones que puedan ser implementadas en las estaciones, vías secundarias y de salida única. Todas las condiciones anormales serán automáticamente alertadas y visualizadas.

Resumiendo, el subsistema ATS realizará la regulación automática en uno de los siguientes modos:

- Regulación por programa

En la regulación por programa, el ATS controlará automáticamente la operación de trenes con el objetivo de minimizar las desviaciones con respecto al programa activo predefinido. En este modo, el ATS modificará los identificadores de destino y los identificadores de seguimiento de los trenes a medida que sea necesario para el cumplimiento del programa. En caso de que se detecte retraso en algún tren con respecto al programa, el ATS generará la alarma correspondiente.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JIMMY BASALI GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



En este modo, el ATS es el responsable de ajustar los niveles de desempeño y controlar los tiempos de estacionamiento en andén de todos los vehículos que dispongan de un Destination ID asignado, excepto de los declarados en modo no automático. Los tiempos de salida del siguiente vehículo, que serán mostrados en los paneles de información de los andenes, estarán basados en los tiempos de salida calculados y programados por el ATS.

- Regulación por intervalo

En el modo de regulación por intervalo, el sistema ATS controlará automáticamente la operación del tren con el objetivo de distribuir uniformemente los intervalos entre trenes que llegan a los andenes de vías principales. En el modo de regulación por intervalo el ATS no asignará nuevos identificadores de destino (DID) a los trenes y se deberán usar identificadores de destino de ida y vuelta para lograr un movimiento continuo de trenes.

Este modo se usa típicamente como modo de operación de respaldo en caso de algún fallo o perturbación en la línea. El operador ATS tendrá la posibilidad de configurar el intervalo deseado.

El operador ATS dispondrá de la posibilidad de cambiar el modo de regulación en cualquier instante. Como parte de la regulación, el operador también tendrá oportunidad de definir los tiempos globales de estacionamiento en andén, así como los niveles de desempeño.

Adicionalmente, el operador ATS tendrá a su disposición la posibilidad de generar Gráficos de Trenes (Train Graph). El gráfico de trenes mostrará las operaciones recientes del tren y dará una estimación predictiva de las llegadas y salidas futuras. El Gráfico de Tren ATS es una herramienta gráfica que proporciona una representación visual de los movimientos reales y planificados de todos los trenes (actuales y futuros) en una area de la red ferroviaria.

Los Operadores ATS pueden ver todos los trenes o filtrar aquellos trenes que satisfacen criterios particulares. El Operador ATS puede utilizar esta pantalla como referencia para realizar cambios manuales en el plan de asignación de rutas. El Gráfico de trenes también muestra bloqueos de vías activos y planificados y restricciones de velocidad e indica cómo éstos impactarán en el rendimiento del tren.

Los trenes se representan como gráficas en dos dimensiones, con la posición de puntos representativos de la línea en el eje vertical y tiempo en el eje horizontal. Los ejes se pueden invertir a petición del operador, de manera que el eje de ordenadas se utilice para representar tiempo y el eje de abscisas para las posiciones. El usuario podrá seleccionar los puntos representativos de la línea y los intervalos de tiempo a representar, si bien los puntos siempre deberán aparecer en orden geográfico.

En los Gráficos de Tren se podrán apreciar dos líneas para cada tren. Una de ellas muestra la trayectoria programada del tren mientras que la otra mostrará el movimiento (posición vs tiempo) real del tren. La línea que representa el movimiento real del tren mostrará los puntos en los que el tren ha estado, el punto donde se encuentra actualmente así como su futura ruta, de acuerdo al sistema de planificación del ATS. De este modo, el operador podrá comparar el movimiento real del tren hasta el momento actual y el que seguirá según la planificación y compararlos con el inicialmente programado.

El operador recibirá una alarma de baja prioridad cuando un tren se encuentre ligeramente por detrás del programa. De igual forma, se recibirá una alarma de mayor prioridad cuando un tren tenga un retraso significativo con respecto al programa.

El gráfico de trenes muestra información histórica, actual y planificada para los trenes dentro de una ventana de tiempo configurable. Los trenes actualmente en funcionamiento e históricos se representan en el gráfico de trenes y una ocupación asociada. Los TID poseen las mismas características (por ej., color, destellos y video inverso) de la forma que se

exhiben en el diagrama de vías. Para la información planificada, el gráfico de trenes muestra un TID para cada tren que actualmente se encuentra en funcionamiento o cuyo funcionamiento se programa dentro de la ventana de tiempo configurada. Además, el color de fondo del gráfico de los trenes es el mismo que el color de fondo del diagrama de vías.

El Operador ATS puede configurar su gráfico, imprimirlo y ver la leyenda.

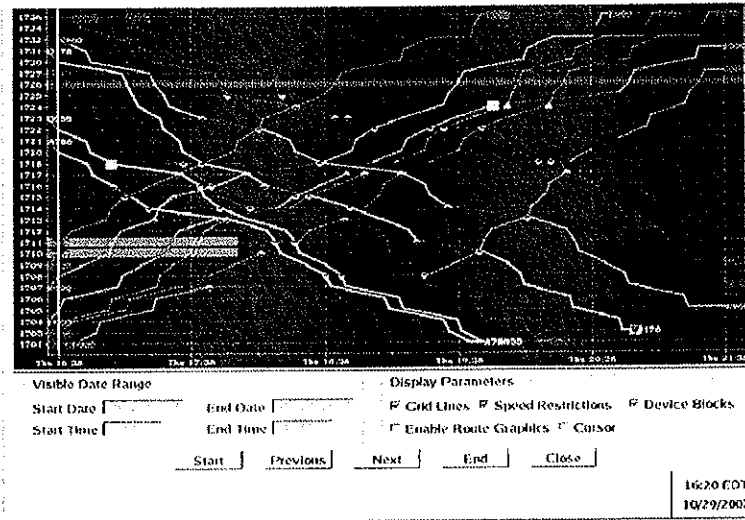


Figura 19 : Pantalla de gráfico de trenes del Operador ATS

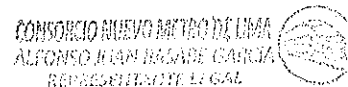
1.4.1.4 Ayuda en la operación

1.4.1.4.1 INFORMAR AL OPERADOR

El ATS gestionará las Alarmas mediante de una Cola de Alarmas. Todas las indicaciones recibidas de los subsistemas CBTC y de los subsistemas externos bajo supervisión del CBTC son registradas y son potencialmente configurables para generar una alarma.

Las alarmas se podrán clasificar también mediante niveles de prioridad, que a su vez definen categorías de fallo (Crítico, Mayor, Menor). Los niveles de prioridad de las alarmas determinarán el color del texto en el MMI así como el sonido que generan. Tanto la ubicación en el MMI como el texto a mostrar por cada alarma son configurables.

Son numerosos los subsistemas con los que tiene interfaz el ATS y existen diferentes funciones y controles hacia ellos (enclavamiento, equipo de abordaje, puertas de andén, máquina de lavado) así como diversa información recogida de cada uno de ellos. Por este motivo, se producirán documentos de diseño y control de los interfaces (ICDDs) para cada uno de ellos donde se definirán los controles y las informaciones de estado para cada dispositivo que utilice cada interfaz.



1.4.1.4.2 RETENER UN TREN EN EL ANDÉN

La función Train Hold (Retener Tren en andén) permitirá al operador enviar un comando para retener todos los trenes en el andén seleccionado. De este modo, la función Train Hold afectará a un andén indicado por el operador. Esta función también puede ser utilizada automáticamente por el propio sistema CBTC, en cuyo caso el tren afectado será retenido en el andén hasta nuevo aviso.

Una vez que se detiene, el o los trenes abren sus puertas y permanecen en la estación hasta que el operador ATS introduce una solicitud para liberar la retención, entonces el tren o trenes parten de la estación y es regulado según programa. Esta función es normalmente usada en situaciones anormales, ya que provocará la llegada tarde de al menos el tren retenido si no se hacen ajustes a sus horarios.

El operador ATS tendrá también disponible una función de Salida Inmediata, que puede ser aplicada a cualquier tren que se encuentre en un andén. En caso de comandarse y si las condiciones de seguridad lo permiten, el tren afectado esperará el tiempo de estacionamiento mínimo y a continuación comenzará la salida.

1.4.1.4.3 PROHIBIR LA DETENCIÓN EN UN ANDÉN

Además de permitir seleccionar las estaciones donde no se requiere que el tren efectúe parada al definir una misión, el operador ATS dispondrá de un comando para ordenar a un tren saltarse la parada en un andén aunque la tuviera programada en su misión. Adicionalmente, el ATS permitirá al operador designar un andén como fuera de servicio. El ATS, en caso de que cualquiera de estas dos órdenes estén en aplicación, no permitirá al tren especificado (o a ningún tren) detenerse en el andén en cuestión para realizar el intercambio de pasajeros.

Además, el ATS también indicará este hecho al sistema de información de pasajeros, para que se informen los pasajeros abordo y se muestren las indicaciones oportunas en el andén afectado.

1.4.1.4.4 ACTUAR SOBRE EL PERFIL DE VELOCIDAD


Las Limitaciones Temporales de Velocidad (LTVs o Temporary Speed Restrictions, TSRs, en inglés) podrán ser definidas por parte del operador en las secciones de vía entre estaciones requeridas. El operador podrá establecer el inicio y final así como el valor de velocidad en pasos de 5km/h.

Dado que la retirada de LTVs conlleva riesgos de seguridad en caso de no ser la apropiada se usará una función de alta integridad.

1.4.1.4.5 ANUNCIO E INFORMACIÓN A LOS PASAJEROS

El subsistema ATS proporcionará la información necesaria al Sistema de Información de Pasajeros (Passenger Information System) para la realización de ciertas funciones tales como mostrar indicaciones de próximas llegadas de tren a andén, salida de tren del andén y/o cambios de horario en caso de que los hubiera.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BARRERA GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL



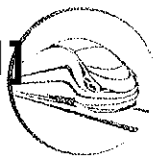
1.4.1.5 **Comandar los equipamientos de señalización**

El subsistema ATS está capacitado, tanto automática como manualmente por el operador, para comandar el establecimiento de una ruta. El subsistema CBTC finalmente encargado tanto del establecimiento como de la liberación de una ruta en seguridad es el enclavamiento.

Cuando un punto de la línea se encuentre en modo de gestión automática, el ATS se encargará, también de forma automática, de enviar las peticiones de establecimiento de ruta necesarias al enclavamiento, basando las necesidades en el programa activo o el DIDs asignado en ese momento.

En caso de que el operador desee aplicar un servicio parcial, podrá aplicar nuevos Destination IDs (DIDs) a los trenes afectados. A partir de este momento, el ATS automáticamente cancelará las rutas actualmente en curso y realizará automáticamente las peticiones de ruta necesarias para cumplir con los nuevos DIDs.

Cuando la operación se realice en modo degradado o existan condiciones anormales de operación, el operador ATS podrá en todo momento cambiar el modo de enrutamiento a modo manual. En este modo, el ATS no comandará ninguna operación de rutas y será el operador el responsable. El operador podrá solicitar los establecimientos y destrucciones de itinerarios que considere necesarios para la operación, dadas las condiciones.



1.4.1.6 Acciones de operador relativas al comando de las puertas del tren y andén 005821

El operador ATS tendrá la posibilidad de solicitar la apertura de puertas de tren y el cierre de puertas de tren y andén. Una vez que tanto las puertas de tren y andén hayan sido cerradas y bloqueadas, el tren podrá salir del andén.

1.4.1.7 Asistencia al mantenimiento

1.4.1.7.1 AYUDA EN EL MANTENIMIENTO DEL CBTC

Como se ha mencionado anteriormente, el ATS recibirá alarmas de todos los subsistemas del CBTC que serán mostradas en las estaciones de trabajo ATS. Las alarmas estarán clasificadas por prioridad y el nivel de prioridad se mostrará también en el IHM mediante el uso de colores diferentes para cada nivel.

Las funciones de gestión de alarmas del ATS proporcionarán un entorno integrado para el tratamiento de las condiciones que se puedan dar en los diferentes componentes del sistema CBTC, incluyendo:

- Alarmas de equipos de vía
- Alarmas de equipos centrales
- Alarmas de equipo de a bordo

1.4.1.7.2 SISTEMA DE AYUDA AL MANTENIMIENTO

El ATS recogerá informaciones de la operación del sistema, alarmas e informaciones de mantenimiento del sistema CBTC y tendrá un interfaz con el Sistema DWH de Ayuda al Mantenimiento.

1.4.1.8 Herramientas de análisis

1.4.1.8.1 RECOLECTAR LOS DATOS

El subsistema ATS dispondrá de un completo sistema de registro de eventos. El ATS marcará el tiempo actual cuando ocurre (o se recibe) un evento y lo guardará en el disco para su registro. El operador ATS tendrá entonces la posibilidad de recuperar este registro guardado a través de comandos a tal efecto.

A modo de referencia, algunos de los eventos que serán guardados en el log:

Eventos de petición de comandos de operador

La descripción de estos eventos contendrá al menos:

- Marcado de tiempo (time-stamp)
- Nombre de usuario del operador
- Descripción del comando

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BARRAL TABERA
INGENIERO CIVIL

Resultados de los comandos de peticiones de operador

La descripción de este tipo de eventos contendrá:

- Marcado de tiempo (time-stamp)
- Descripción del resultado del comando

Controles enviados a campo

Los eventos relacionados con los comandos que se envíen a campo contendrán:

- Marcado de tiempo (time-stamp)
- Nombre de usuario del operador que envía el comando*
- Localización del dispositivo al que va dirigido el comando
- Identificador del dispositivo final
- Descripción del control

[Handwritten signature]

*Para los comandos generados automáticamente por el sistema, el nombre de usuario será reemplazado por un identificador del subsistema que origina el comando

Eventos relativos a indicaciones recibidas de campo

Los eventos registrados en esta categoría incluirán al menos:

- Marcado de tiempo (time-stamp)
- Localización del dispositivo en cuestión
- Identificador del dispositivo que genera el evento
- Descripción de la indicación

Alarmas

El registro de Alarmas contendrá la misma información que la presentada para cada alarma en la cola de alarmas del IHM del sistema.

Eventos de Movimiento de Trenes

Las descripciones de los movimientos de los trenes incluirán, al menos:

- Marcado de tiempo (time-stamp)
- Identificador de seguimiento del tren; Tracking ID
- Punto de partida del movimiento del tren
- Punto de llegada del movimiento del tren

Para los eventos relacionados con los movimientos de llegada y salida de un andén, se registrarán como mínimo:

- Marcado de tiempo de ocurrencia (time-stamp)
- Identificador de seguimiento del tren; Tracking ID
- Identificador de andén de llegada o de salida del tren

Eventos del canal de comunicaciones

La descripción de los eventos relacionados con el canal de comunicaciones incluirán, al menos:

- Marcado de tiempo (time-stamp)
- Identificadores de canal y puerto de comunicaciones
- Descripción del evento ocurrido: canal abierto, canal cerrado o failover de canal

Eventos del Sistema

Los eventos del sistema que se registrarán podrán ser, como mínimo:

- Fallos de procesos software, que identificarán el nombre del proceso y el host en el que corren
- Log on y log off de usuarios, incluyendo el nombre, perfil y consola
- Cambios en asignación de territorios, incluyendo el nombre y perfil de usuario así como el nombre del territorio
- Operaciones manuales de trenes como entrada en seguimiento, movimiento, salida de seguimiento ATS, cambio de ID...
- La descripción de los eventos de cambios en el programa (que serán una subcategoría de los Eventos del Sistema) incluirán, como mínimo:
- Log on y log off, incluyendo perfil de usuario y consola desde la que se realiza
- Cambios en el programa incluyendo el usuario y los cambios realizados

Eventos de Regulación de vehículos

Los eventos de Regulación de Vehículos contendrán información de ciertas acciones ejecutadas por la regulación virtual del ATS y, en los casos relevantes, también los resultados de dichas acciones.

1.4.1.8.2 CONSULTAR LOS DATOS ARCHIVADOS

Será posible la consulta de los datos almacenados además de la creación de informes.

Para las consultas, el operador podrá filtrar, como mínimo, mediante los criterios especificados y el ATS mostrará los datos asociados, al menos junto con la siguiente información:

- Fecha y Hora
- Operador (nombre de usuario) implicado en la generación del comando
- Tipo de dato y valores precedente y actual

Las consultas realizadas o el archivado de datos no perturbarán en ningún caso a las tareas en tiempo real de operación del sistema y podrán ser canceladas en cualquier momento.

1.4.1.8.3 REPETICIÓN (PLAYBACK)

La función de Reproducción recreará los cambios en el display gráfico durante el rango de tiempo especificado y mostrará los mensajes del registro asociados en la ventana de Texto de Reproducción.

El display Pista de Playback será utilizado para, dinámicamente, mostrar los controles e indicaciones relativos a la sesión reproducción, que permitirán gestionarla.

Todos los equipos, controles e indicaciones representados en la sesión de reproducción serán mostrados con los mismos atributos que para el display gráfico en tiempo real.

La reproducción del escenario mediante la función Playback también estará disponible el sistema de Capacitación, incluido en el suministro.

1.4.1.8.4 CREAR Y EDITAR UN INFORME

La selección de la opción informe desde el menú principal del ATS permitirá al operador acceder a la información de eventos almacenada en el sistema.

El operador tendrá la posibilidad de filtrar los mensajes de eventos de sistema de diferentes maneras y de acuerdo a diversos criterios para la generación del informe. El informe así generado podrá ser mostrado en pantalla o enviado para su impresión en papel.

El subsistema ATS permitirá la selección de la ventana de tiempo para la cual se generará el informe, posibilitando informes diarios, semanales o mensuales.

1.4.1.9 Modos Degradados

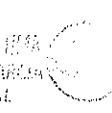
1.4.1.9.1 CONMUTACIÓN DE SERVIDOR

El software del sistema ATS está constituido por múltiples procesos corriendo en diferentes servidores. Estos procesos tienen asociado un proceso análogo pero en estado latente, listos para ser activados en cualquier momento en caso de que se detecte un fallo en alguno de los procesos activos.

El despliegue del sistema ATS instalará cada pareja de procesos activo/latente en servidores redundantes de manera que el proceso activo y el inactivo estarán corriendo en servidores físicamente distintos. De este modo, en caso de pérdida completa de un servidor, se minimiza el impacto en el sistema.

Para permitir la basculación entre procesos activos y latentes, cada servidor ATS ejecutará un software especial que monitorizará la salud de los procesos ejecutándose en dicho servidor. En caso de que este proceso software detecte un fallo en alguno de los otros procesos, el proceso en fallo será reiniciado automáticamente en estado latente y el proceso latente corriendo en el otro servidor será inmediatamente activado. Este proceso ocurre transparentemente para el operador y las funciones ATS y sin pérdida de datos o comandos,

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO RUIZ CASABO CARERA
REPRESENTANTE LEGAL



congelamiento de imágenes, afección a la operación ni intervención del operador, permitiendo a los usuarios del sistema continuar normalmente con sus operaciones.

1.4.1.10 Herramientas de capacitación

El ATS dispondrá de un entorno de Simulación y Capacitación que permitirá al sistema simular las indicaciones de campo en respuesta a los comandos enviados por un operador en formación y a los eventos del sistema. Los movimientos de vehículos y las indicaciones de los equipos mostradas serán simuladas e idénticas a las de las operaciones on line creando de este modo un entorno de capacitación. Además, el entorno así formado permitirá también probar programas previamente a su importación en el sistema ATS de operación, y ensayos de enrutamiento o operaciones generales.

En el entorno de Simulación y Capacitación, el operador podrá interactuar con el sistema de la misma forma que con el sistema real ATS de operación. La única diferencia residirá en que los equipos de campo, externos al subsistema ATS, estarán simulados. De cara al alumno o operador realizando pruebas, los menús, displays gráficos y datos y ventanas serán idénticos a los del sistema online.

De cara al instructor, el sistema presentará algunos elementos de menú adicionales para permitir la inyección de indicaciones simuladas. Mediante estos elementos, el instructor podrá crear escenarios e introducir los eventos que desee con el propósito de formar a los alumnos, mostrando las consecuencias e indicando las reacciones necesarias a dichos escenarios.

La funcionalidad de Reproducción o Playback del ATS permitirá a un operador recrear y reproducir la secuencia de eventos del sistema durante un periodo de tiempo especificado. Esta característica regenerará la dinámica del display gráfico durante este periodo y mostrará en paralelo los mensajes de texto del log correspondientes a los eventos, a medida que se reproduzcan.

El display gráfico principal presentado por la función Reproducción corresponderá al esquema de vías y será utilizado para representar sobre él los equipos, controles e indicaciones que ocurran durante la sesión de reproducción. Como se ha mencionado más arriba, todos los símbolos, controles e indicaciones se mostrarán de manera idéntica a los mostrados en el sistema real de operación.

La función Reproducción estará disponible en un entorno ATS offline, completamente separado del sistema ATS de operación online.

El operador también podrá usar la ventana de controles para detener momentáneamente la reproducción (pausa), avanzar un paso en una unidad de tiempo, avanzar a un tiempo futuro o resetear la sesión de reproducción para comenzar desde el principio.


El entorno de Simulación y Capacitación estará basado en el mismo software del ATS de operación pero utilizará una copia de los ficheros de datos de tiempo real. El software intercambiará informaciones mediante un bus de mensajes específico y localizado en el entorno de manera que se evitará cualquier interferencia con el sistema ATS online. Ninguna operación llevada a cabo en el entorno de Simulación y Capacitación tendrá efecto alguno en el sistema ATS de operación.

C.1.2	C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.2) PUERTAS DE ANDÉN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFARERÍA S.A. S. R. L.
 RUC: 2010111011




Índice

005826

1. CRITERIOS DE DISEÑO3

2. CONCEPTO DE SEGURIDAD..... 4

2.1.1 SEGURIDAD..... 4

2.1.2 ESTADO CERRADO Y BLOQUEADO 5

2.1.3 OBSTRUCCIONES DE ENTRADA..... 6

2.1.4 CONTROL LOCAL 6

2.1.5 RESISTENCIA MECÁNICA 6

2.1.6 ELECTROCUCIÓN 7

2.1.7 SALIDA DE EMERGENCIA..... 7


2.1.8 CAPACIDAD DE EVACUACIÓN 7

2.2 DISPONIBILIDAD Y MANTENIMIENTO 8

2.2.1 DISPONIBILIDAD 8

2.2.2 MANTENIMIENTO..... 8

2.3 INSTALACIÓN 8

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALGORITMO Y SISTEMAS S.A.S.
RESPONSABLE LEGAL 



1. CRITERIOS DE DISEÑO


005827

La siguiente tabla sintetiza los criterios principales de diseño del sistema de la puerta de andén

Característica del diseño	Detalle	Comentario o suposiciones
Longitud de la barrera cubierta por el PSDS, incluso PED	135 m	
N.º de PSD	28 por plataforma	
N.º de paneles de vidrio fijos de fin andén	2 por plataforma	
N.º de extremos	2 por plataforma	
Altura de la estructura de PSD	2100 mm	
Tamaño típico de PSCC	800x800x2000	Dos cabinas por estación (es decir, una por plataforma)
Disponibilidad actual del sistema PSD	99,70%	
Ambiente operativo del túnel (temperatura y humedad)	5°C a +55°C Hasta 95% RH	
Componentes fundamentales del sistema MTBF	10 años	
Ambiente de sala de equipos PSD (temperatura y humedad)	+10°C a +25°C Hasta 80% RH	Sala de equipos supuestamente con aire acondicionado
Carga de pasajeros – Servicio normal	1500 N	Por metro lineal 1.0 m por encima de FFL
Carga de presión del tren – servicio normal	± 700 N/m ²	
Detección de obstrucciones	8 mm	Según EN 14752:2005 § 5.2.1.4 Se usa el método de detección de obstrucciones de sobrecarga
Fuerza de accionamiento	150 N	máx.
Fuerza de empuje manual	150 N	máx.
Límite KE a velocidad máxima	10 J	por hoja
Duración	30 años	
Circuitos eléctricos		En cumplimiento con IEC 60364 "Low Voltage electrical installations"

Tabla 1 Criterios de diseño

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALMACÉN DE DATOS Y PLANOS
 RAMA SANTIAGO DE LOS RIOS



El propósito de las puertas de la plataforma es:

005828

1. evitar la caída de las personas sobre los rieles;
2. evitar el acceso a la infraestructura del ferrocarril;
3. eliminar o reducir el movimiento de aire provocado por el efecto del pistón;
4. eliminar la necesidad de perforaciones para reducir el efecto del pistón dentro de la estación;
5. eliminar o evitar la propagación de polvo alrededor de la estación producida por los trenes;
6. eliminar o reducir el ruido provocado por los trenes que atraviesan la estación;
7. mejorar el control de la ventilación;
8. mejorar el control del microclima;
9. reducir el costo de los sistemas de aire acondicionado;
10. evitar tirar basura en la infraestructura del ferrocarril;
11. aumentar la velocidad de los trenes dentro de la estación;
12. mejorar el control de humo en el caso de un incendio;
13. evitar el contacto entre las personas en las plataformas y los trenes en movimiento;
14. aumentar el espacio útil de la plataforma eliminando la necesidad de la línea amarilla de longitud de la plataforma.

2. CONCEPTO DE SEGURIDAD

El propósito del PSDS es ofrecer una pantalla segura y confiable entre la plataforma de la estación y el área de las vías.

Según la experiencia de ASTS, se presta gran atención a las siguientes funciones (entre otras) para mejorar la seguridad.

2.1.1 SEGURIDAD

El sistema de pantalla de la plataforma se instala a lo largo del borde de la plataforma para proporcionar una pantalla segura y confiable entre el área de las vías y el área pública de la plataforma. Por lo tanto, la seguridad de los pasajeros es una consideración primordial en el diseño y la construcción del sistema. Las características de seguridad incluyen:

- En el caso de un fallo de energía no es posible abrir las puertas corredizas desde la plataforma a menos que un miembro autorizado del personal las desbloquee.
- En el caso de que las puertas corredizas no se abran con las puertas del vehículo, es posible que los pasajeros del tren abran manualmente las compuertas operando un Mecanismo de salida de emergencia (ERM) permitiendo así el acceso a la plataforma.
- En el caso de que las puertas del vehículo no estén alineadas con las puertas corredizas, será posible acceder a la plataforma operando el ERM presente en todas las puertas de salida de emergencia.
- Todas las puertas corredizas y de salida de emergencia deben estar totalmente cerradas y bloqueadas antes de permitir la partida de un tren.
- Cuando se comprueba que todas las puertas están cerradas, se envía una indicación vital (señal cableada) al sistema de señalización.
- El espacio detectable en la puerta corrediza cerrada es de acuerdo con las especificaciones (consulte la sección "criterios de diseño").
- En el caso de detectar una obstrucción, el diseño del borde delantero de la puerta corrediza evita el cierre y bloqueo completos de la puerta, evitando así quedar atrapado.

- Todos los materiales utilizados para la construcción son de acuerdo con las especificaciones de incendio/emisiones/toxicidad.

2.1.2 ESTADO CERRADO Y BLOQUEADO

El propósito de la indicación "Todas las puertas cerradas y bloqueadas" es permitir la llegada/salida del tren (por el ATC) cuando todas las ASD y las EED de una determinada plataforma estén cerradas y bloqueadas.

Este estado se monitorea a través de contactos de interruptores porque el uso de interruptores mecánicos lleva a la seguridad inherente contra fallos y la independencia del suministro de energía.

Tales interruptores están montados sobre cada panel de puerta único (ASD y EED) en lugares apropiados, de modo tal que las dos situaciones siguientes son positivamente monitoreadas en el mismo momento:

- se activa el mecanismo de bloqueo, es decir: el panel de la puerta no se puede abrir a través de una operación manual sin energía a menos que se use la manija de emergencia desde el lado de las vías o se use la llave del personal desde el lado de la plataforma
- se ha logrado la posición cerrada, es decir: no hay espacio libre para atravesar la entrada

Los interruptores son de varios tipos de contactos. Se usará al menos un contacto NO por entrada para monitorear el estado cerrado y al menos un contacto NO por entrada se usará para monitorear el estado bloqueado. Los interruptores también incluyen contactos NC para proporcionar las entradas al software (para verificaciones de consistencia o registro de estado). Sin embargo, el software no se incluye en la parte relacionada con la seguridad.

Todos los contactos NO mencionados arriba están conectados en serie para lograr un número conveniente de "bucles de seguridad" (ver Fig. 1).

Si el bucle no se interrumpe (y solo en ese caso), los contactos correspondientes de la interfaz cooperan para activar el estado "Todas las puertas cerradas y bloqueadas" para el ATC.

Cualquiera sea la disposición, el principio es que todo fallo única activará la indicación "puertas NO cerradas ni bloqueadas".

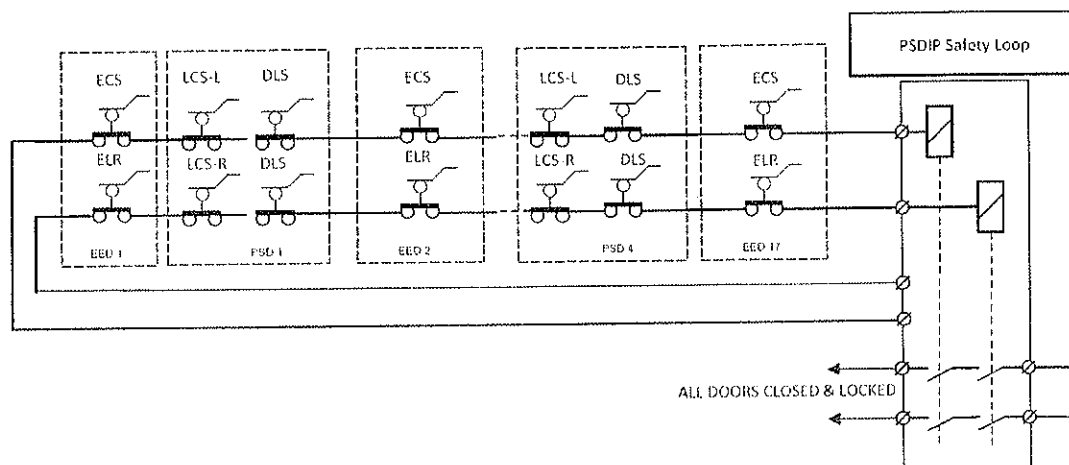
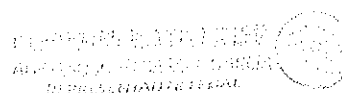


Fig. 1: Posibles disposiciones para C&LL



Y

005830

La interfaz eléctrica se basa en:

- doble contacto de los relés de SCP para resistencia al fallo individual de los contactos;
- circuito de relés de seguridad múltiple, o resistencia a un fallo individual de los relés;
- prevención de fallos de modo común;
- cableado múltiple para que sea resistente al fallo de un cortocircuito individual;
- suministro de energía independiente del Circuito de relé en SCP.

2.1.3 OBSTRUCCIONES DE ENTRADA

El propósito de la función de detección de obstrucciones es:

- proteger el mecanismo de la puerta siempre que haya una obstrucción mecánica que evite el cierre y el bloqueo de la puerta.
- detectar una anomalía durante el proceso de cierre.
- proteger a las personas y a los objetos de daños por un esfuerzo excesivo y continuo cuando se cierra la puerta.

Esto se monitorea por el software DCU que se basa en la detección de la velocidad del motor o corriente del motor.

Tan pronto como el parámetro monitoreado supera un límite preconfigurado, se ingresa una rutina específica. Mientras está en el modo de obstrucción, la puerta corredera repetirá el siguiente ciclo una cantidad preestablecida de veces: detener el cierre, reducir la fuerza de cierre, esperar de tiempo de espera, intentar volver al cierre a velocidad reducida. En caso de que se complete la cantidad de ciclos sin alcanzar el estado "cerrado y bloqueado", las hojas de la puerta se mantendrán libres para la operación manual o se abrirán completamente y esperará los comandos subsiguientes. El procedimiento de obstrucción se puede configurar.

La protección adicional en caso de fallo de software se representa por las siguientes disposiciones (alternativas unas con otras):

- La potencia máxima de accionamiento que se puede lograr por el motor lleva una energía cinética de la puerta que no puede representar una amenaza seria para las personas atrapadas entre las hojas de cierre
- El circuito adicional del equipo interrumpe el accionamiento del motor en caso de que se supere el límite de corriente/ velocidad y que no se haya ingresado la rutina de obstrucciones (debido al fallo del software)

Los bordes delanteros de los marcos de la ASD están cubiertos de todos modos por sellos de goma (o material similar) para mitigar el impacto.

2.1.4 CONTROL LOCAL

El control local de PSDS desde el LCP sólo puede obtenerse cuando:

- El ATC ha otorgado el control local emitiendo una señal adecuada hacia PSDS
- El enlace (donde se otorga el permiso mencionado) está desactivado

Esto evita el uso incorrecto de las órdenes locales y también evita la superposición de los comandos remotos y locales.

El LCP se instalará en vista de las puertas afectadas, de modo que el operario a cargo de las puertas desde el LCP puede ver qué sucede sobre la plataforma y realizar las acciones correctas en caso de peligro.

La función anulación de enclavamiento se logra mediante un interruptor de llave de reparación automática, de modo que no es posible dejarla en estado activo.

Las cabinas de LCP como las SCP se bloquean con una llave.

2.1.5 RESISTENCIA MECÁNICA

El diseño mecánico del PSDS garantiza que toda la estructura resiste cargas específicas para la duración del sistema.

2.1.6 ELECTROCUCIÓN

005831

Los circuitos eléctricos están debidamente protegidos por interruptores de circuito contra sobrecarga y por interruptores de fugas (sobre el panel de suministro de energía) contra fugas en tierra.

Las piezas metálicas accesibles para los pasajeros están conectadas eléctricamente para formar un cuerpo eléctrico único que se conectará a la tierra de la estación/ vías.


2.1.7 SALIDA DE EMERGENCIA

En toda emergencia, las ASD como también las EED se pueden abrir desde las vías a través de manijas o barras de empuje de emergencia aprobadas. Las fuerzas necesarias para desbloquear los mecanismos de emergencia y empujar los paneles de la puerta se evaluarán para verificar que estén conformes a los límites específicos.

2.1.8 CAPACIDAD DE EVACUACIÓN

El ancho de la ASD es tal que se considera la precisión de parada del tren.

Las EED se proporcionan entre las ASD para permitir el flujo de pasajeros en caso de desalineación del tren. Las PED se proveen para permitir el flujo de pasajeros en caso de evacuación desde la vía a la plataforma.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ASOCIACIÓN CASAP DE CALLEJA
REPRESENTANTE LEGAL 

2.2 DISPONIBILIDAD Y MANTENIMIENTO

2.2.1 DISPONIBILIDAD

Los procedimientos de diseño, evaluación y validación del PSDS garantizan que la disponibilidad del sistema que se puede lograr está de acuerdo con los requisitos del sistema. La disponibilidad del PSDS es 99,70 %, al menos para el proyecto Metro Lima.

El PSDS hace uso de la redundancia en varios niveles dentro del equipo para maximizar la disponibilidad del sistema:

- El control manual de todas las entradas PSD a través de la unidad del LCP, en caso de fallo del sistema de señalización.
- Controles manuales en cada entrada PSD (modo llave de contacto) para permitir el control del personal local autorizado del funcionamiento de las entradas individuales.
- Conexiones de entrada LPSU de PDP a PSD configuradas de modo tal que la pérdida de una sola conexión de suministro no resultará en la pérdida del funcionamiento de todas las puertas PSD relacionadas con un vehículo de tren único.
- Las unidades de control están diseñadas para fallar de modo tal que las funciones de control redundante no son afectadas por el fallo.
- Los fallos fundamentales dentro de toda DCU resultarán en la extracción de energía del mecanismo de accionamiento de la puerta corrediza. Entonces, las puertas corredizas pueden cerrarse manualmente.
- El mecanismo de accionamiento de la puerta corrediza se puede aislar manualmente para liberar las puertas corredizas de modo tal que se puedan cerrar y bloquear manualmente.

2.2.2 MANTENIMIENTO

El PSDS está diseñado y construido para facilitar el mantenimiento. Todos los componentes, sub-ensamblajes o ensamblajes principales, que pueden requerir la extracción del sistema para fines de reemplazo de componentes gastados o la rectificación de fallos, son accesibles completamente desde la plataforma. Puede mantenerse o reemplazarse completamente y volver al servicio normal en el plazo de 2 horas o menos durante horas de poco tráfico. El sistema incluye una duración de diseño para elementos estructuras principales y todo el sistema de 30 años y no requiere reemplazo de piezas por "uso y desgaste" normal en menos de 4 años.

2.3 INSTALACIÓN

Antes de la instalación el emplazamiento se inspecciona para constatar que todas las interfaces físicas se encuentran de acuerdo con los documentos de diseño e interfaz acordados. Se controlarán las locaciones de ingeniería civil de respaldo en el caso del sistema PSD. La inspección incluirá las siguientes verificaciones:

- Posición vertical y horizontal de la plataforma de pasajeros civiles desde la posición de la vía y posición del diseño de las PSD.
- Posición vertical y horizontal de la estructura aérea civil en relación con la posición de la vía y la posición del diseño de las PSD.
- Largo de la plataforma civil y de la estructura aérea civil incluyendo el control de las provisiones civiles para las sujeciones de las PSD.

En cada estación una inspección proporcionará los puntos de referencia de inspección a lo largo de la plataforma incluyendo las posiciones central y final de la plataforma.

Los puntos de referencia de inspección mencionados anteriormente se usarán para individualizar la localización de cada punto de referencia de la instalación de las PSD que se

establecerán a lo largo del borde de la plataforma; tales puntos de referencia identificarán la posición vertical y horizontal de las PSD. 005833


Desde los puntos de referencia para la instalación de las PSD se ubicarán los elementos de apoyo como postes estructurales; en caso de necesidad, se llevará acabo luego la marcación de los sistemas de sujeción pertinentes mediante plantillas o sistemas similares.

Las etapas de instalación mecánica a lo largo de la plataforma se indican a continuación en orden cronológico:

- Preparación de la plataforma
- Perforación de plataforma para el sistema de sujeción de postes (si fuera necesario)
- Instalación de postes, ménsulas y revestimientos
- Instalación de umbrales
- Instalación del conjunto de vigas superiores
- Instalación de los equipos electromecánicos
- Instalación de las puertas deslizantes automáticas (ASD).
- Instalación de las puertas de salida de emergencia (EED y las PED) y de los paneles fijos.
- Montaje de la caja de suspensión
- Ajustes verticales y horizontales de las ASD, PED, FP y las EED.

Las etapas de instalación eléctrica se indican a continuación en orden cronológico:

- Instalación de cables dentro de la caja de suspensión.
- Instalación de paneles, caja de conexiones y tablero eléctrico en las salas técnicas.
- Tendido de cables.
- Conexión de paneles y del tablero.
- Conexión de cables.
- Trabajos de puesta a tierra.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALEJANDRO HUAN TASAYI GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 

Las pruebas mecánicas en el emplazamiento se realizarán sobre las puertas sin alimentación y en los paneles fijos dado que estos elementos se instalan a lo largo del borde de la plataforma e involucrarán la inspección visual y el control de las posiciones correctas de acuerdo a los diseños adecuados y a la libertad de movimiento de las hojas de las puertas. Todos los componentes que se instalarán en la caja de suspensión se deberán probar previamente en fábrica y por lo tanto no requerirán una prueba antes de la instalación en el emplazamiento.

Las pruebas eléctricas en el emplazamiento se realizarán durante la instalación del cableado dentro de la caja de suspensión y entre la pantalla de la plataforma y las diferentes consolas y tableros eléctricos. Las pruebas punto a punto y de aislamiento, donde se apliquen, se realizarán en el momento de la conexión y se realizará un registro de la prueba según los requisitos del plan de calidad.

Se realizará una entrega controlada y todos los registros de las pruebas de aceptación en fábrica y de instalación junto con una lista de las tareas más importantes se resumirán en un informe y se entregará al equipo de puesta en marcha para la puesta en marcha del nivel de sub-sistemas.

La puesta en marcha se realizará después de completar las pruebas en el emplazamiento y después de que el suministro de energía eléctrica esté disponible.

Los paneles eléctricos, las consolas y los suministros de energía se probarán por separado para su correcto funcionamiento.

Cada conjunto de puertas accionadas por motor se harán funcionar individualmente un par de ciclos mediante el uso de los controles locales, durante los cuales se observarán las puertas y cualquier movimiento o ruido anormal será motivo de acciones correctivas. Por 1 ciclo se monitoreará el tiempo de apertura y cierre y deberán estar dentro de las tolerancias especificadas.

También se controlará manualmente que las funciones de detección de obstáculos y de apertura manual operen tal como se especificó.

Funcionamiento del sistema de puertas pantallas de la plataforma en una plataforma completa.

Se simularán las interfaces con el sistema de señalización y (si hubiera) de monitorización, y se realizarán pruebas completas de funcionamiento.

Las pruebas de interfaz se realizarán después de las pruebas de rendimiento y después de que las partes responsables hayan completado la puesta en marcha del sistema de señalización y del sistema de monitorización.

Estas pruebas serán iguales a las realizadas para la puesta en marcha, excepto que las interfaces con los demás sub-sistemas no se simularán y se conectarán directamente con los sistemas de señalización y (si hubiera) de monitorización.

Se incluirán en las pruebas de interfaz cualquier otra prueba que implique operaciones del sistema de pantallas de la plataforma que sean requeridas por otros sub-sistemas que interactúan con las PSD para comprobar el funcionamiento correcto de las interfaces.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO CORTÉS GARCÍA
ABOGADO LEGAL

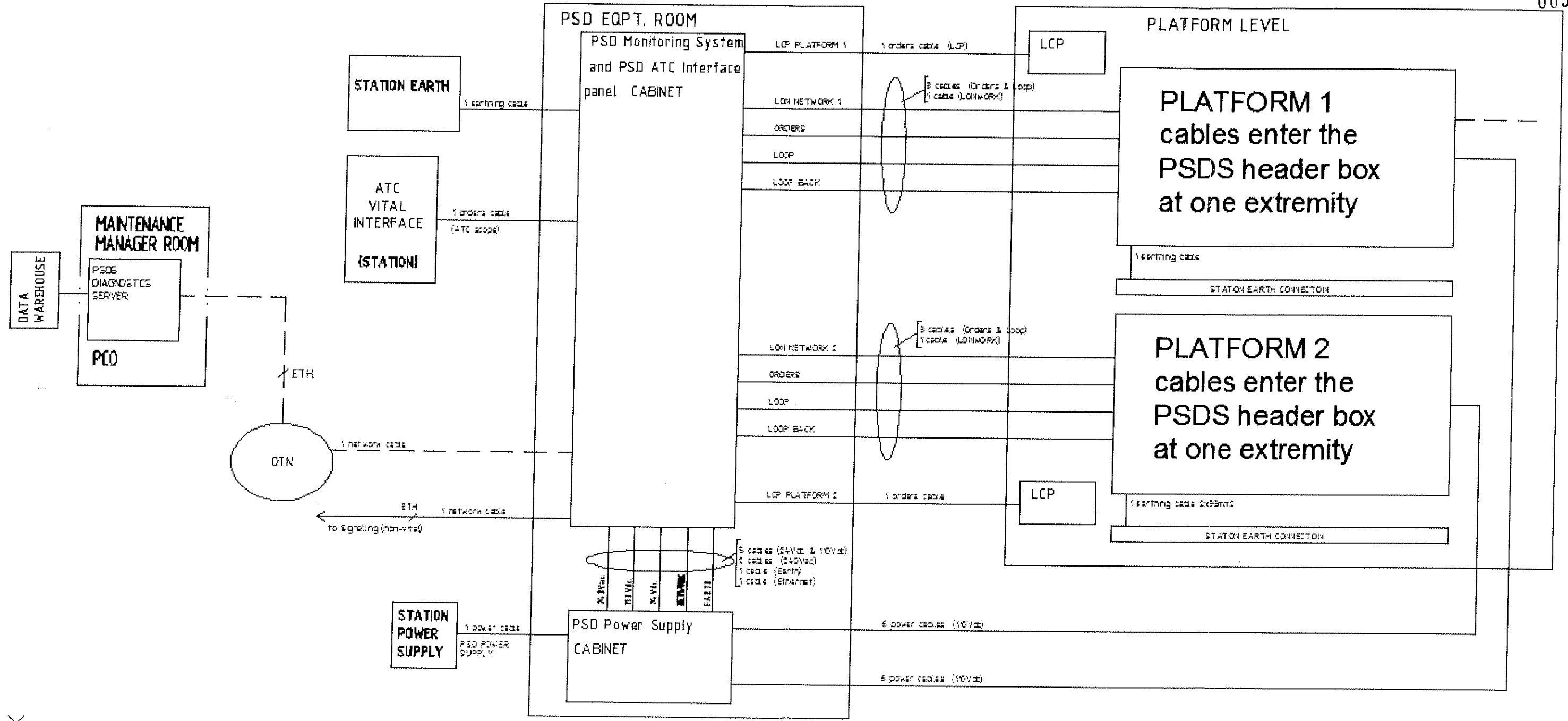


Fig. 2: Diagramas de bloques

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALICIA VILLALBA DE VILLALBA
 RESPONSABLE LOCAL


X

005836

<p>C.1.2</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
----------------------------------	--

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA
RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.3) MANDO Y CONTROL CENTRALIZADO

CONSORCIO PARA LA LÍNEA 2 Y
RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA
DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO 



Índice

005837

- C.1.2.3.1) → SCADA – DWH (DATA WARE HOUSE);
- C.1.2.3.2) → IWS (INTEGRATED WORKSTATION SYSTEM)
- C.1.2.3.3) → SERVICE AVAILABILITY

CONSORCIO INTERMUNICIPAL DE METRO
ALCALDIA DE LIMA Y CALLAO
REDA BÁSICA DEL METRO





<p>C.1.2</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
----------------------------------	---

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.3.1) SCADA – DWH (DATA WARE HOUSE)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AV. FAUCETT 1000, LIMA
REPRESENTANTE LEGAL



Índice

1. OBIETIVO	1
1.1 Uso.....	1
1.2 Aplicación	1
1.3 Documentos de Referencia.....	1
1.4 Registro de Trazabilidad de Cambios	1
1.5 Definición de términos, acrónimos y abreviaturas.....	1
2. REGULACIONES Y NORMAS	2
3. REFERENCIAS DE SCADA	3
4. DESCRIPCIÓN COMPLETA DE LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA	3
4.1 Arquitectura del Sistema.....	4
4.2 Centro de control.....	5
4.2.1 Sistema SCADA.....	5
4.2.2 Sistema SCADA de seguridad.....	6
4.3 Equipo de Procesamiento (PCO-N / PCO-E)	7
4.3.1 Servidores de DB.....	7
4.3.2 Estaciones de trabajo	7
4.4 WAN.....	7
4.5 Equipo auxiliar de SCADA	7
4.5.1 Subestaciones eléctricas (SEAT / SER / SSE).....	8
4.5.2 Estaciones	8
4.5.3 Depósito.....	9
5. DESCRIPCIÓN COMPLETA DE LAS FUNCIONES	9
5.1 Funcionalidades	9
5.2 Supervisión Y Control Del Suministro De Energía Y La Potencia De Tracción (Scada Eléctrico)	10
5.3 Supervisión y Control de Instalaciones	11
5.4 Control de Alarmas y Eventos	11
5.5 Supervisión y Devolución Interna	13
5.6 Control de Operaciones	14
6. PROCESAMIENTO	16
6.1 Funcionalidades Locales (Estación)	17
6.1.1 Sincronización local del sistema SCADA	17
7. PANTALLAS GUI	17
7.1.1 Plan de desarrollo de HMI.....	19
8. COMANDOS	19
8.1 Reconfiguración de MV.....	20
8.2 Encendido de tercer riel	20
8.3 Estrategias de ventilación de emergencia	20
8.4 Secuencias de control predefinidas.....	21
8.5 Instrucciones de la secuencia de control	21
9. INTERFACES DE SCADA	22
10. PRUEBA Y PUESTA EN SERVICIO	24
10.1 Prueba estándar.....	24

10.2	Prueba de aceptación.....	24
10.3	Instalación, arranque y puesta en servicio.....	25
10.4	Pruebas de funcionamiento.....	25
10.5	Pruebas de HW.....	26
11.	CONFIABILIDAD, DISPONIBILIDAD, MANTENIMIENTO, SEGURIDAD (RAM).....	26
11.1	Requisitos de RAM del sub-sistema de SCADA.....	27
11.2	Requisitos de seguridad del sub-sistema de SCADA.....	27
11.3	Programa de RAM y productos.....	28
12.	LISTA DE DOCUMENTOS.....	32
13.	REPUESTOS Y ELEMENTOS DE CONSUMO.....	34
14.	HERRAMIENTAS ESPECIALES.....	35
14.1	Herramientas de hardware de mantenimiento.....	36
14.2	Herramientas de Software de desarrollo y mantenimiento.....	39
14.2.1	Tiempo de ejecución.....	39
14.2.2	Entrenamiento.....	39
14.3	Herramientas de Software de diagnóstico remoto.....	40
15.	INSTALACIÓN DE ENTRENAMIENTO.....	41
15.1	Simulador de SCADA.....	41
15.2	Arquitectura de Hardware del simulador de SCADA.....	41
15.2.1	Niveles del sistema de entrenamiento.....	41
15.2.2	Posición del equipo.....	42
15.2.3	Arquitectura de entrenamiento.....	42
15.2.4	Recopilación de datos.....	43
15.3	Arquitectura de software del simulador de SCADA.....	43
15.3.1	Entorno de software.....	44
16.	ALMACENAMIENTO DE DATOS (DWH).....	44
16.1	Descripción general.....	44
16.2	Arquitectura del sistema.....	47
17.	ALCANCE DE LA PROVISIÓN.....	48
17.1	Centro de control y centro de control de emergencias (PCO-N & PCO-E).....	49
17.1.1	Cabina del servidor de SCADA.....	49
17.1.2	Cabina del servidor de SCADA de entrenamiento.....	49
17.2	Estaciones.....	49
17.3	Ejes de ventilación.....	49
18.	SUMINISTRO E INSTALACIÓN.....	49
18.1	Áreas de la estación y salas de equipos.....	49
18.2	Centro de control.....	50
18.3	Prueba y actividades de puesta en marcha.....	50

CONSORCIO PARA LA
 ADMINISTRACIÓN DEL
 METRO DE LIMA Y CALLAO



1. OBIETIVO

1.1 Uso

Esta propuesta describe las funciones, la arquitectura y las características principales del Sistema de Control de Supervisión y Adquisición de Datos (SCADA) propuesto para el control y la orden de estaciones, sub-estaciones eléctricas y depósito del metro de Lima y Callao (Línea 2 y Ramal 4).

El SCADA permite la adquisición, elaboración y presentación de datos que provienen de equipo auxiliar distribuido en las estaciones, la sub-estación eléctrica y las centrales tecnológicas de la estación. El sistema logra una función mejorada de los criterios de diseño que brinda rendimiento supremo y asegurar una alta probabilidad de operaciones sin problemas.

El sistema SCADA monitorea y controla el equipo BMS (Sistema de control de edificio), como así también el equipo PS&TP (suministro de energía de la red eléctrica de voltaje mediano y bajo para tracción) y los sistemas auxiliares.

Todos los datos recopilados de estos sistemas se centrarán en el nivel del centro de control (PCO-N / PCO-E) para implementar las funciones de presentación, orden e interfaz.

1.2 Aplicación

Este documento se aplica al metro de Lima y Callao, que se ubicará en Lima, Perú.

1.3 Documentos de Referencia

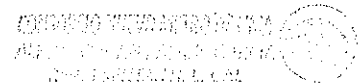
[R1] Anexo 6 - Especificaciones Técnicas

1.4 Registro de Trazabilidad de Cambios

Primera Emisión

1.5 Definición de términos, acrónimos y abreviaturas

BMS	Sistema de control de edificio
CC	Centro de control
DEPOT	Centro de control y mantenimiento
CCTV	Circuito cerrado de televisión
CW	Contratista de obras civiles
DB	Base de datos
DC	Corriente directa
DWH	Almacenamiento de datos
EMI	Interferencia electromagnética
FDS	Sistema de detección de incendios
GUI	Interfaz gráfica de usuario
HVAC	Calefacción, ventilación y aire acondicionado
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
I/O	Módulo de entrada/salida
ISO	Organización internacional de normalización



KVM	Teclado, video y monitor
LAN	Red de área local
LM	Voltaje bajo
MV	Voltaje mediano
O&M	Operación y mantenimiento
OPC	Ole para control de procesos
PC	Computadora personal
PCO	Puesto central de operaciones
PCO-N	Puesto central de operaciones normal
PCO-E	Puesto central de operaciones de emergencia
PSIS	Sistema de información para pasajeros
RAM	Confiabilidad, disponibilidad, mantenimiento
RIO	Entrada/salida remota
RDTB	Base de datos en tiempo real
RTU	Unidad remota de terminación
SCADA	Control supervisor y adquisición de datos
SIG	Señalización
TS	Sistema de transporte
UPS	Suministro de energía ininterrumpido
WAN	Red de área amplia
MSS	Sistema de soporte de mantenimiento

2. REGULACIONES Y NORMAS

- **EN 50126** Railway Applications – The Specifications and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS).
- **EN 50128** Railway Applications – Communication, Signalling and Processing Systems – Software for Railway Control and Protection Systems
- **EN 60721** Classification of Environmental Conditions.
- **EN 61000 -6-2** Electromagnetic Compatibility. Part 6-2: Generic Standards, Immunity for Industrial Environments
- **EN 61000 -6-4** Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards: Emission Standard for Industrial Environments.
- **IEC 60529** Degree of Protection Provided by Enclosures – IP Code
- **IEC 60870 -5-1** Tele control Equipment and Systems, Part 5: Transmission Protocols, Section 1: Transmission Frame Formats.
- **EN 61000 -4-5** Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and Measurement Techniques, Section 5: Surge Immunity Test.
- **ISO/IEC 11801** Information technology – Generic cabling for customer premises.
- **EN 50174 Part 1** Information Technology – Cabling Installation – Specification and Quality Assurance.
- **EN 50174 Part 2** Information Technology – Cabling Installation – Installation, Planning and Practices Inside Buildings

- **EN 50310** Application of Equip-potential Bonding and Earthing in Buildings with Information Technology Equipment.
- **UNI EN ISO 11064-1** Ergonomic design of Control Centres – Principals of Control Centre Design.
- **EN ISO 9000-3** Quality management and quality assurance standards- Part 3: Guidelines for the application of ISO 9001 to the development, supply, installation and maintenance of computer software.
- **ISO 10007** Quality management – Guidelines for configuration management.

3. REFERENCIAS DE SCADA

Las principales referencias de Ansaldo STS de los sistemas SCADA se describen brevemente en esta sección.

Línea roja - Dublin LRT (aproximadamente 20.7 km)

Línea T1 - Tramvia Firenze-Scandicci (7.4 km)

APM de Riyadh (metro sin conductor - 14 estaciones y 1 depósito)

Metro Milano Línea 5 (metro sin conductor)

El SCADA propuesto para el proyecto Metro de Lima y Callao seguirá el mismo diseño, arquitectura principal y componentes tecnológicos de los sistemas descritos en los párrafos a continuación.

4. DESCRIPCIÓN COMPLETA DE LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA

Todo el SCADA para los sistemas tecnológicos y eléctricos incluye:

El centro de control (CC) que aloja los servidores y las consolas del operador

Equipo en las estaciones, sub-estaciones eléctricas y depósito.

El diseño del SCADA cumple con las normas ISO 11064-5:2008.

Se han seguido los criterios para emplear el mismo SCADA y HMI para controlar el equipo eléctrico y el equipo tecnológico.


Todos los servidores en un par de configuraciones redundantes están interconectados por una Ethernet LAN redundante que finaliza en un par de enrutadores que, por turnos, están conectados a la red de servicios múltiples.

La redundancia hace referencia a:

Área eléctrica: es decir: equipo eléctrico relacionado con la red de tracción eléctrica (incluso cabinas de MV y LV en cada estación).

Área tecnológica: es decir: el equipo dentro de la estación (elevadores, iluminación, ascensores, acondicionamiento e interfaces a diversos sistemas como AFC, CCTV, sistemas de indicadores públicos, sistemas variables de mensajes, etc.).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
REPUBLICA DEL PERÚ



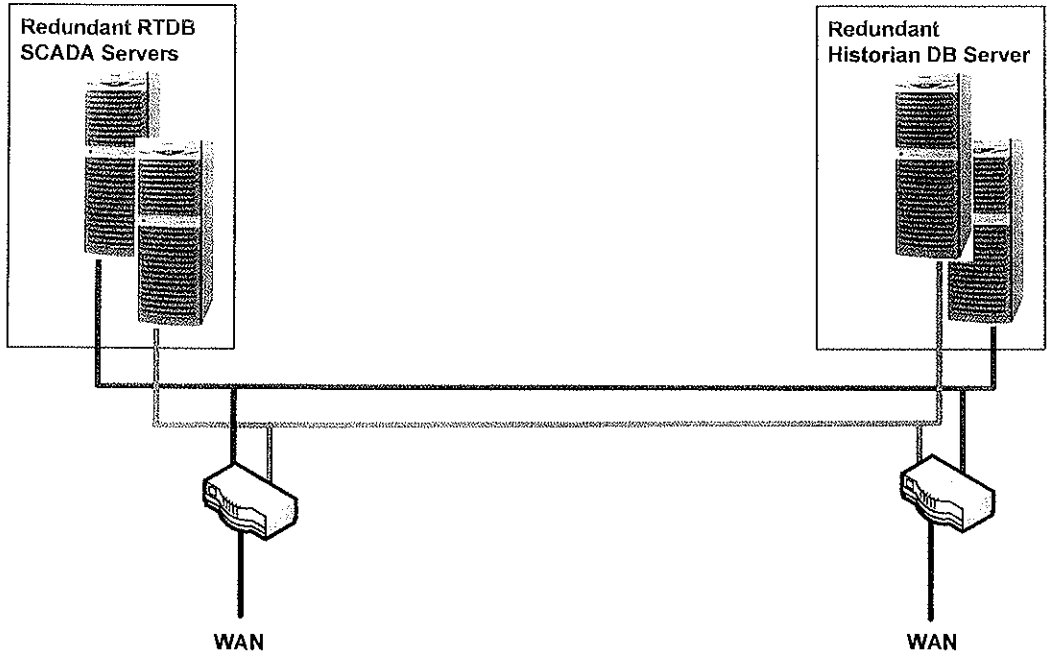
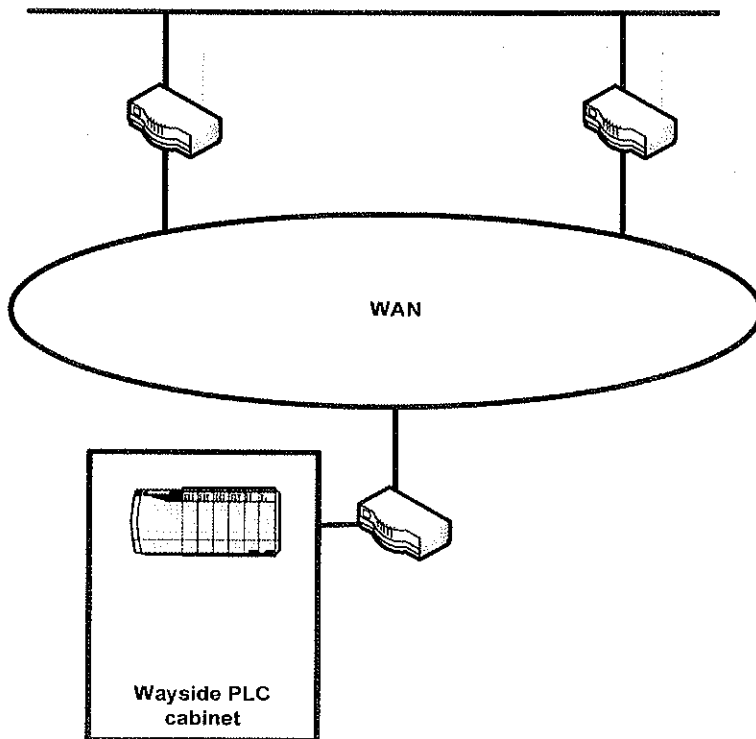


Figura 1 – Configuración general de PCO

La característica principal de esta configuración es que cada dispositivo auxiliar, es decir: PLC de estaciones, se puede dirigir directamente a través de la torre central de operaciones (PCO-N / PCO-E).



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO P. DIAZ VILLALBA
REPRESENTANTE LEGAL

Figura 2 – Configuración de estación

4.1 Arquitectura del Sistema

En la arquitectura propuesta, podemos abordar las siguientes tipologías de los sistemas del SCADA (configuración diseñada por cada una de las líneas del metro):

- SCADA Central (PCO-N)

005845

- Los operadores autorizados controlan y monitorean el sistema de suministro de energía, los sistemas auxiliares y el equipo a lo largo de las líneas.
- PCO-N se localiza en Santa Anita a lo largo de la línea 2 y en Bocanegra a lo largo del ramal de la línea 4.
- SCADA central de emergencia (PCO-E)
 - En caso de no disponibilidad del SCADA central en PCO-N, el control se transfiere a PCO-E, donde un operador autorizado controla y monitorea el sistema de suministro de energía, los sistemas auxiliares y el equipo a lo largo de la línea.
 - PCO-E se ubica en una estación a definir a lo largo de la línea 2 y en una estación a definir a lo largo del ramal de la línea 4.
- SCADA local en DEPOT (μ SCADA)
 - Cada depósito está equipado con una versión colapsada del SCADA central principal permitiendo el control y monitoreo local de los sistemas auxiliares y el equipo en el área TALLER (DEPOT).
 - Incluso en el caso de pérdida de comunicación con PCO, las funciones de depósito se mantienen en funcionamiento.
- SCADA local en estaciones (μ SCADA)
 - Cada estación está equipada con una versión colapsada del SCADA central principal, permitiendo el control y la supervisión locales de la estación dentro del límite de su propia área de responsabilidad.
 - Incluso en el caso de pérdida de comunicación con PCO, las funciones de la estación local se mantienen en funcionamiento.

4.2 CENTRO DE CONTROL

4.2.1 Sistema SCADA

El sistema SCADA forma la base de la estructura integrada para el control y el monitoreo del sistema complejo del ramal de la línea 2 y línea 4 en Lima, incluyendo ambas líneas del metro y las instalaciones PLANTA/TALLER (DEPOT).

Debido a su importancia, el SCADA cuenta con una completa redundancia para asegurar una disponibilidad alta para operaciones diarias del sistema y el monitoreo 24 horas, todos los días de la semana.

Se centralizarán todos los datos recopilados para controlar los centros localizados en dos ubicaciones:

- Centro del control principal (PCO-N)
- Centro de control de emergencias (PCO-E)

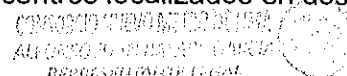
El propósito del centro de control de emergencias es utilizarse como respaldo del centro de control principal asumiendo el control en caso de un fallo catastrófico del centro principal.

Todos los dispositivos y sistemas ubicados en los sitios periféricos y en los dos centros de control se interconectarán por una infraestructura WAN.

El sistema SCADA en el centro de control se basa en una arquitectura Cliente-Servidor. Su configuración se basa en pares redundantes de servidores que incluyen:

- Un par de servidores de procesamiento, que ejecutan el SCADA y el SW de aplicación de base de datos en tiempo real
- Un par de servidores de DB del historial de SCADA.
- Servidores del extremo frontal para controlar la comunicación directa (vía PLC) e indirecta (vía Ethernet) con el equipo de campo

Cada par de servidores opera en configuración de respaldo rápido cuya conmutación se controla automáticamente por el SW de SCADA.


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO TORO GARCIA
 RESPONSABILIDAD LEGAL

Los servidores incluyen computadoras industriales montadas en bastidores con suministro de energía redundante y que destacan un RAID de nivel 5 que proporciona datos a nivel de byte y también marca la información de corrección de errores. Esto resulta en excelente rendimiento y alta disponibilidad.

Los servidores que pertenecen al mismo par se pueden ubicar en diferentes salas para lograr un nivel de seguridad mayor:

- Sala técnica PCO que aloja una cabina con los servidores principales
- Sala técnica PCO de respaldo que aloja una cabina con servidores de respaldo

Cada conjunto de servidores (para cada par redundante) es servido por un monitor común, teclado y ratón compartido a través de un dispositivo KVM.

Los escritorios del operador se ubicarán en la sala de operaciones PCO y recopilarán datos de las estaciones de trabajo del cliente de SCADA.

Se suministran impresoras en red para cada sala de control a fin de imprimir alarmas, informes e impresiones generales.

Se utiliza una LAN redundante para conectar todos los dispositivos y finalizan en un par de enrutadores, parte del sistema de telecomunicaciones, que se conectan por turnos a la WAN del sistema.


4.2.2 Sistema SCADA de seguridad

De acuerdo con los requisitos, los centros de control alojan también el equipo SCADA de seguridad para implementar las operaciones requeridas SIL-2 como:

- Sistema de control de suministro de energía y potencia de tracción:
 - Las funciones de vista en la torre del operador relativas a una red eléctrica
 - La función de control remoto, en la torre central y en la torre periférica
 - La operación automática de desconexión y encendido nuevo de las líneas de tracción
 - El control de modificaciones y configuraciones
- Protección contra incendios y ventilación:
 - Función de control remoto, en la torre central y en la torre periférica para la protección contra incendios y el equipo de ventilación;
 - La función de pantalla en la torre del operador relacionada con la protección contra incendios y el equipo de ventilación;
 - Operación automática relacionada con la protección contra incendios y el equipo de ventilación;

La propuesta incluye:

- PCO-N:
 - N° 1 HMI en cumplimiento con SIL-2;
 - N° 1 unidad de coordinación SIL-2
- PCO-E:
 - N° 1 HMI en cumplimiento con SIL-2 de emergencia;
 - N° 1 unidad de coordinación SIL-2 de emergencia
- En cada estación/Depósito:
 - La parte relacionada con la seguridad de la cabina BMS;
 - La parte relacionada con la seguridad de la cabina PS&TP;
 - N° 1 caja de bomberos para controlar manualmente [N-1], estaciones [N] y [N+1]


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO B. TORO GARCÍA
 Presidente

4.3 Equipo de Procesamiento (PCO-N / PCO-E)

El equipo de procesamiento principal se ubica en las salas técnicas cerca de las salas de control:

- Salas del servidor (sala técnica PCO y sala técnica de respaldo PCO):
 - Par de servidores de SCADA,
 - Par de servidores de DB,
 - Impresoras.
- Sala de operaciones PCO:
 - Escritorios del operador del SCADA
- Equipo en cumplimiento con SIL-2:
 - Procesadores en cumplimiento con SIL-2;
 - HMI en cumplimiento con SIL-2;
 - Unidad de coordinación en cumplimiento con SIL-2;

4.3.1 Servidores de DB

SCADA utiliza un par de SERVIDORES DE BASE DE DATOS para controlar su DB relacional que continuamente aloja todos los datos recopilados o generados por el SCADA mismo.

La capacidad de almacenamiento HDD será del tamaño para almacenar datos provenientes de PLC y SCADA, considerando ampliaciones previsibles futuras.

La capacidad HDD se definirá en la fase de diseño.

4.3.2 Estaciones de trabajo

Las funciones principales de cada estación de trabajo son:

- Pantalla de información,
- Orden del operador.

Cada estación de trabajo podrá controlar las imágenes gráficas de cada estación, manejando la complejidad requerida. Las consolas del operador estarán equipadas con monitores de pantalla plana y se completan con funciones de audio y multimedia integradas.

Se suministran las siguientes impresoras:

- Impresoras de registro de eventos para el registro de información y alarmas (impresoras de impacto).

4.4 WAN

La WAN, parte del sistema de telecomunicaciones, se usa a través de servidores PCO para comunicar el equipo con la estación y viceversa. Éste enruta los protocolo TCP/IP necesario para todas las comunicaciones.

4.5 Equipo auxiliar de SCADA

Cada sitio incluye una cabina PLC conectada a la WAN de telecomunicaciones a través de par de interruptores de Ethernet, parte del alcance de suministro del sistema de telecomunicaciones.

La WAN de telecomunicaciones conecta todas las estaciones, sub-estaciones eléctricas, ejes de ventilación, depósitos y salas del centro de control.

Desde el punto de vista del SCADA se puede distinguir:

- Subestaciones eléctricas equipadas con un interruptor de AC MV/HV, transformadores de suministro de energía, distribución de energía de voltaje bajo, tablero mímico y

auxiliar, UPS y sistema DC de 24V, y así sucesivamente relacionadas con funciones de energía de tracción. Se implementa la siguiente sub-estación:

- SEAT (sub-estaciones eléctricas de voltaje alto)
- SER (sub-estaciones de rectificación eléctrica)
- SSE (sub-estaciones eléctricas)
- La estación un área tecnológica (por instalaciones auxiliares)
- El depósito, que tiene un área tecnológica (instalaciones auxiliares) y un área de energía de tracción (sub-estación eléctrica)

4.5.1 Subestaciones eléctricas (SEAT / SER / SSE)

Las ESS equipadas con un interruptor de AC MV/HV, transformadores de suministro de energía, distribución de energía de voltaje bajo, tablero mímico y auxiliar, UPS y sistema DC de 24V, y así sucesivamente.

En cada sub-estación eléctrica se instalará una cabina con una unidad PS&TP del SCADA equipada con una cantidad de tableros de I/O necesarios para la supervisión del área eléctrica y con un tablero de Ethernet para conectar con el anillo de telecomunicaciones.

El bastidor se alimenta por el UPS.

La conexión con el equipo de campo se realizará por:

- conexión cableada al bastidor PLC por cables multinúcleo proporcionados por sub-sistemas controlados u ordenados
- Protocolo estándar (por ejemplo: TCP/Modbus).

El ESS PLC estará a cargo de controlar el equipo auxiliar dentro del mismo ESS.

Los concentradores del SCADA están conectados a la WAN para permitir el intercambio de datos con los servidores del SCADA en el local y en PCO-N / PCO-E.

La cabina aloja también tarjetas SIL especiales para controlar las señales de seguridad relacionadas

4.5.2 Estaciones

Una cabina con un concentrador de SCADA (BMS) para el equipo auxiliar se instalará en cada estación. Estará equipada con una cantidad de tableros de I/O necesarios para la supervisión y el control del área de la estación, así como un tablero Ethernet para la conexión con el anillo de telecomunicaciones.

La cabina será alimentada por el UPS. El equipo supervisado por el concentrador del SCADA en las estaciones será:

- Interruptor de LV
- Sistema de detección y extinción de incendios
- Detección de intrusión
- HVAC
- Ascensores/escaleras
- Torniquetes
- Equipo de ventilación
- Otros

La cabina aloja también tarjetas SIL especiales para controlar las señales de seguridad relacionadas

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
 Lima, Perú, 11 de Julio de 2014



4.5.3 Depósito

El DEPOT está equipado con una instalación de energía equipada con un interruptor de LV, unidad de rectificación y transformador, interruptores del circuito de alimentación de tracción, seccionadores de línea y dispositivos de desconexión de interruptor de derivación y así sucesivamente.

El control del área tecnológica en el DEPOT incluye el monitoreo y el control de:

- Máquina de lavado del tren;
- Alarmas contra incendios del edificio;
- Bombas de drenaje;
- Equipo HVAC;
- Iluminación;
- Sistema BMS implementado

En el DEPOT se instalarán dos cabinas, una para el control del área eléctrica, una para el control del área tecnológica, ambas conectadas con el anillo de telecomunicaciones.

La conexión con el equipo de campo se realizará por:

- conexión cableada al bastidor PLC por cables multinúcleo proporcionados por sub-sistemas controlados u ordenados
- Protocolo abierto como TCP/Modbus.


La cabina aloja también tarjetas SIL especiales para controlar las señales de seguridad relacionadas

5. DESCRIPCIÓN COMPLETA DE LAS FUNCIONES

El sistema del SCADA implementa las siguientes funciones principales:

- Adquisición y procesamiento de datos;
- Supervisión y control del suministro de energía y del equipo auxiliar;
- Control remoto del equipo de campo;
- Control de seguridad y derechos de acceso;
- Pantalla y selección de GUI;
- Administración del control de entrada de datos;
- Control de la base de datos de historial del sistema SCADA;
- Impresión de eventos del sistema del SCADA;
- Sincronización de tiempo de PLC;
- Cálculos;
- Manejo y procesamiento de alarmas;
- Manejo de eventos;
- Manejo de datos de historial;
- Manejo de tendencia;
- Informes;
- Control de condición anormal y control de fallo del equipo del SCADA;
- Instalaciones de diagnóstico.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO BEN CASARE CALLAO
 REPRESENTANTE LEGAL



5.1 Funcionalidades

El sistema del SCADA se divide funcionalmente en dos sub-sistemas lógicos:

- PS&TP del SCADA

Este sistema recopila y procesa datos provenientes del equipo en el área eléctrica ubicada en los sitios periféricos (estaciones, ejes y depósito) y proporciona la función de comandos remotos.

Las principales funciones son:

- Supervisión y control de la red de tracción eléctrica;
- Supervisión y control de suministro de energía eléctrica en las estaciones, los ejes y el depósito;
- Supervisión y control de todos los sub-sistemas electromecánicos en estaciones, ejes y depósito.
- BMS del SCADA

Este sistema proporciona control y supervisión de centrales tecnológicas ubicadas en estaciones, ejes y depósito.

BMS de SCADA proporciona la supervisión de las siguientes centrales tecnológicas ubicadas en las estaciones, los ejes y el depósito y establece una ruta para el intercambio de datos con otros **Sistemas Informativos**:

- Reloj maestro
- **ATC** Control automático de trenes
- **PSDS** Sistema de puerta de pantalla de la plataforma
- **PSIS** Sistema de información para pasajeros
- **ACS** Sistema de control de acceso
- **TRS** Sistema de transmisión
- **RCS** Sistema de comunicación de radio
- **CCTV** Circuito cerrado de televisión
- **TVM** Máquina expendedora de boletos
- **NMS** Sistema de control de red

5.2 Supervisión Y Control Del Suministro De Energía Y La Potencia De Tracción (Scada Eléctrico)

La línea se divide en secciones de tracción eléctrica separadas. Estas secciones están alimentadas independientemente por las sub-estaciones eléctricas de rectificación y transformador que se seccionan a través de interruptores de circuito. Cada sección de tracción está protegida por un sistema de protección local que brinda un funcionamiento seguro: en caso de fallo, el sistema activa la apertura de los transformadores principales.

El monitoreo del PS&TP está respaldado por el sistema del SCADA. Las estaciones de trabajo ubicadas en PCO, permite apagar la energía de tracción con la seguridad requerida.

El sistema SCADA proporciona una indicación visual en vivo del estado de la red del sistema de energía de tracción en todo el sistema (líneas y depósito). Se supervisan los siguientes dispositivos:

- Interruptores de energía de 10 kV;
- Transformadores;
- Interruptores de circuito;
- Aislantes;
- Valores de voltaje/ corriente/ energía;
- Voltaje en tierra
- otros

La lista anterior puede estar sujeta a cambios por lo requisitos que se pueden destacar en la fase de diseño.

005855

- El usuario con los privilegios de ADMINISTRADOR puede realizar:
 - Funciones del administrador de sistema;
 - Apagado de la estación de trabajo;
 - Apagado de la aplicación de cliente (GUI) del SCADA para acceder a las funciones del sistema operativo;
 - Apagado de la aplicación del servidor de SCADA;
 - Reinicio de la aplicación del servidor de SCADA;
 - Configuración de roles/perfiles, privilegios, usuarios y contraseñas;
 - Cambios de roles/perfiles, privilegios, usuarios y contraseñas configurados;
 - Definición de cambios de secuencias.

Como también controlar todas las funciones incluidas a continuación en las listas "**Funciones de configuración del sistema**", "**Funciones de control**", "**Funciones de monitoreo**".

- El usuario con privilegios sólo de control y monitoreo podrá controlar todas las funciones incluidas a continuación en la lista "**Funciones de control**", "**Funciones de monitoreo**".
- El usuario con privilegios sólo de monitoreo podrá controlar todas las funciones incluidas a continuación en la lista "**Funciones de monitoreo**".

Funciones GRS del sistema


Funciones de configuración del sistema:

- Definición y cambios de las configuraciones de las pantallas GUI (como incluir y eliminar objetos gráficos para control y monitoreo, asignar parámetros y símbolos a los objetos gráficos, definir los controles, conectar las pantallas GUI específicas);
- Definición y cambios de la configuración de alarmas (como definir o modificar las listas de alarmas, definir o modificar los parámetros de las alarmas, definir o modificar las prioridades de las alarmas, colores y sonidos, definir o modificar los modos de advertencias de alarmas);
- Definición y cambios de la configuración de eventos (como definir o modificar las listas de eventos, definir o modificar los eventos específicos que se mostrarán, impresos y archivados, definir o modificar filtros para la notificación de eventos);
- Definición y cambios de informes (como definir o modificar la entrada de los informes, definir o modificar la disposición de los informes);
- Definición y cambios de los parámetros que se usan para el Control de procesos estadísticos.

Funciones de control:

- Controlar y monitorear, en particular, el acceso por las pantallas GUI, monitorear y controlar la dirección al equipo de la central, durante operaciones normales y de emergencia;
- Advertencia de alarmas;
- Solicitudes de informes;
- Solicitudes de tendencias;

GEORGINA GARCÍA
ALBERTO B. Y. F. L. C. S. R. L.
REPRESENTANTE LEGAL



Funciones de monitoreo:



- Monitorear, en particular, el acceso por pantallas GUI, monitorear la dirección al 005856 equipo de la central, vista de resumen de alarmas, vista de resumen de eventos, vista de resumen de alarmas de historial y vista de resumen de eventos de historial.

Las funciones de monitoreo no permiten enviar comandos hacia el equipo de la central, establecer parámetros de configuración, advertir alarmas, etc.

6. PROCESAMIENTO

El sistema SCADA está diseñado para garantizar:

- un balance correcto entre las demandas de información exhaustiva y organizada, seguridad y simplicidad de uso, para permitir al operador una información rápida sobre el estado del sistema y una acción inmediata y segura;
- la posibilidad de ejecutar un mantenimiento predictivo útil para evitar fallos o funciones defectuosas debido a una degradación progresiva de rendimiento;
- expansión y configuración fuertes del sistema;
- Posibilidad de obtener un completo grupo de informes para la documentación correcta del estado de la central;
- Disposición de herramientas de análisis de fallos, permitiendo la reconfiguración fácil y segura del suministro de energía después de un evento de fallo.

La HMI (interfaz de máquina de usuario) del sistema se ha diseñado para ser simple, colocando así al operador en la mejor condición para realizar una intervención rápida y segura en la cadena de suministro de energía, en caso de fallo por eventos anómalos.


La filosofía HMI básica se fundamenta en una visualización gráfica de las centrales con símbolos dinámicos y codificación de color que inmediatamente destaca el estado del equipo.

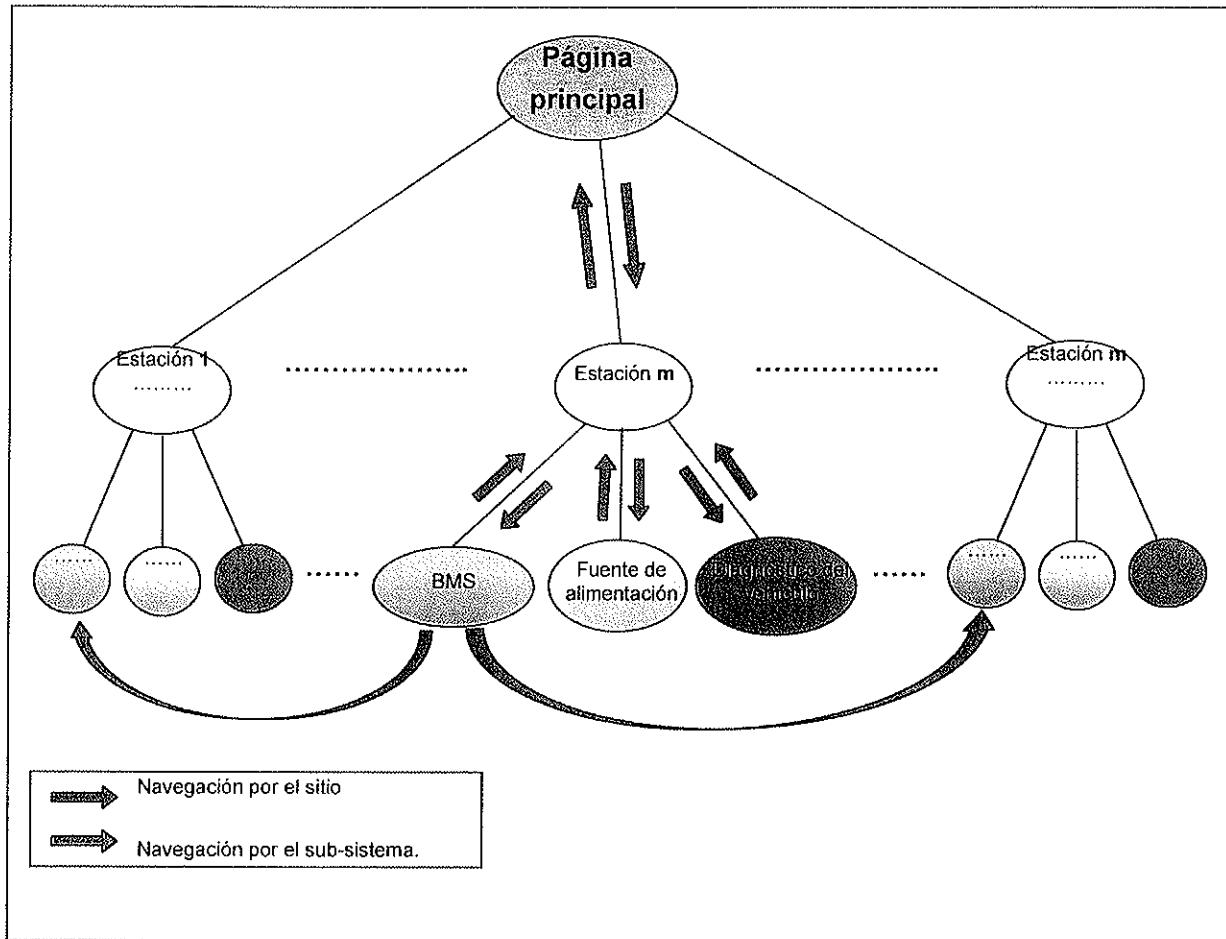
Todas las páginas de aplicación visualizadas se organizan en estructura de árbol, que permite una visualización clara y detallada de la información requerida. El operador puede procesar un elemento a la vez (orden única) o ejecutar muchos comandos (secuencias de comandos) preestablecidas y almacenadas en SCADA.

Las principales funciones de GRS en PCO-N / PCO-E se incluyen a continuación:

- Supervisión del sistema de energía:
 - Interruptores de energía de MV;
 - Transformador;
 - Interruptores de circuito;
 - Aislantes;
 - Valores de voltaje/corriente;
- Supervisión del equipo de la estación:
 - Drenaje externo;
 - Iluminación externa;
 - Iluminación de emergencia;
 - HVAC;
 - Detector de incendio y humo;
 - Sistema contra incendios;
 - Ascensores;
 - Planta de lavado;
 - Portales donde los trenes ingresan a los edificios en el DEPOT;
 - Equipo de ventilación;
 - Nivel de aceite para tanque generador de emergencia.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
Agencia de Promoción de la Inversión Privada
AV. GAMBETTA 1560






7.1.1 Plan de desarrollo de HMI

Se publicará un plan de desarrollo HMI como parte de todo el plan del proyecto del SCADA. Las fases principales del plan serán las siguientes:

- Desarrollo de un documento HMI estándar preliminar, comenzando desde el documento de ejemplos de HMI emitido en la fase de licitación y basado en las funciones del entorno de desarrollo del SCADA.
- Prueba de implementación y aceptación de fábrica de las páginas gráficas relevantes a cada estación, se programará una por una o agrupadas en secciones funcionales de acuerdo con el plan del proyecto SCADA desarrollado en la fase temprana del proyecto.


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALIADO PARA EL DESARROLLO DEL METRO DE LIMA Y CALLAO

8. COMANDOS

El operador de PCO-N / PCO-E SCADA está a cargo de la función de comando de todas las estaciones y sub-estaciones eléctricas.

En resumen, las reglas generales son:

- En funcionamiento normal, PCO-N / PCO-E está en el modo de control.
- En caso de fallo PCO-N / PCO-E, el equipo de campo se puede controlar localmente desde el cuadro de distribución o desde la vista del panel (la última opción se limita sólo a señales SILO).

El operador de PCO-N / PCO-E SCADA puede enviar comandos individuales como secuencias de comandos según se informa a continuación:

- Comando de reconfiguración del anillo de MV;
- Nuevo encendido de la catenaria.

[Handwritten signature]

005860

Además, el software de SCADA permite la implementación de toda clase de secuencia de comandos en base al estado actual del sistema, es decir: las secuencias de comandos no se pueden basar en la información de historial.

8.1 Reconfiguración de MV

Los criterios de la función de reconfiguración se basan en la información actual disponible en el sistema al momento de la solicitud.

- La página de reconfiguración le permitirá al operador:
 - Estar informado sobre el estado actual del anillo eléctrico;
 - Conocer qué interruptores se incluirán en la secuencia de reconfiguración.
 - Ver el efecto de la reconfiguración después del final del procedimiento de reconfiguración.

La determinación de un fallo deriva de la evaluación de alarmas relacionadas con el primer grupo de interruptores. Un botón intermitente informará al operador que la reconfiguración puede ser necesaria cuando surge la condición de fallo del interruptor del circuito. Una vez que el operador comienza la secuencia de reconfiguración, el sistema SCADA enviará una orden de "Cerrar" a todos los interruptores de HV de ambos grupos.

Cada anomalía encontrada durante la ejecución de la secuencia, prenderá una alarma que indica el interruptor de fallos sobre el anuncio de la alarma para dar al operador una indicación sobre cómo proceder manualmente para volver a encender el sistema.

8.2 Encendido de tercer riel

El sistema SCADA le brindará al operador la facilidad de cerrar toda la alimentación del 3° riel de una estación de tracción a la vez. Esta facilidad consiste en la presencia de un botón para cada página de energía de tracción. Este botón comenzará a parpadear cuando, al menos, una de las "alarmas de emergencia de línea" se genera mediante la activación de EPCH y cuando otras condiciones de alarma están activas. Es posible definir una lista de condiciones durante la fase de diseño.

8.3 Estrategias de ventilación de emergencia

El SCADA permitirá al operador iniciar las estrategias de ventilación de emergencia adecuadas para facilitar la evacuación de pasajeros en caso de un incendio o de un accidente del tren dentro del túnel. La información de detección de incendios se recopilará automáticamente a través de interfaces en tiempo real con ATC, según los incendios sobre los trenes, y con equipo auxiliar, según los incendios en las estaciones.

De hecho, en todas las ventanas gráficas, se presentará un botón de "emergencia de ventilación del túnel". En caso de un incendio, este botón comenzará a parpadear; una vez que se haga clic, se abrirá la página "sistema de ventilación de emergencia del túnel". El control de esta función se permitirá sólo para un operador de Scada a la vez para evitar comandos múltiples con el riesgo de anulaciones de comandos. Una vez que se abra la página "sistema de ventilación de emergencia del túnel", sugerirá la mejor estrategia de acuerdo con la siguiente información:

- Posición de tren (circuito de vías) obtenida desde el sistema de ATC;
- Dirección de tren obtenida desde el sistema ATC;
- Dirección sugerida de flujo de viento según la distancia de la estación más cercana para facilitar la evacuación de pasajeros.

Si una estación o eje no está disponible, se proporcionarán las "estrategias de respaldo" adecuadas, que incluyen otras estaciones o ejes cercanos, para garantizar un flujo de aire suficiente en el túnel sin impacto en la evacuación de pasajeros.

Esta estrategia es indicación del control de la ventilación, la cadena final de eventos para la secuencia se entregará del contratista de CW al contratista TS.

8.4 Secuencias de control predefinidas

La función de la secuencia de control permite la configuración de una secuencia de controles remotos y manuales, que más tarde se puede ejecutar a solicitud del operador.

Por lo tanto, pueden utilizarse los dos para definir las secuencias de control (obras en progreso), y secuencias de control libre de configuración o "control múltiple". La ejecución de una secuencia de control puede ocurrir automáticamente o paso por paso, según el control del operador.

Las secuencias de control también se pueden ejecutar en entornos de simulacros o capacitación. En dicho entorno, todos los controles remotos se manejan como si fueran comandos funcionales, es decir: comandos, que el operador ejecuta manualmente, mientras las operaciones en las medidas (como la entrada manual de los valores y los comandos del punto de ajuste) no tienen efecto.

Toda estación de operador está equipada con un editor gráfico para la configuración de las secuencias de control. Esta función sólo está disponible para operadores que poseen un perfil de usuario apropiado. Las secuencias de control se pueden activar explícitamente seleccionando desde una lista o directamente seleccionando los objetos en una página de video.

8.5 Instrucciones de la secuencia de control

Los tipos de "instrucciones" principales, que se pueden usar para definir las secuencias de control, son:

- Controles remotos o manuales: ofrecen la transferencia de controles remotos para el campo controlado o de ejecución de los controles manuales. El tipo de control depende del tipo de elemento seleccionado. La selección del elemento incluido puede ocurrir directamente, seleccionando un elemento de los diagramas o configurando manualmente los identificadores.
- Configuración manual de valores o estados de medición: los valores permitidos y los estados disponibles dependen el tipo de medición. Además, en este caso, la selección de las medidas incluidas puede ocurrir directamente, seleccionando un elemento de los diagramas o configurando manualmente los identificadores.
- Solicitud de ejecución de otras secuencias de control: permite definir las secuencias de control de nivel bajo como las secuencias de control de un orden jerárquico superior. Las secuencias de nivel superior pueden ejecutar secuencias de control de un orden jerárquico inferior.
- Verificación de condición: se usa para verificar el estado de condición lógico. El resultado de estas instrucciones es: verdadero o falso. El estado de una condición impacta en la ejecución de una instrucción de control (ver a continuación).
- Instrucciones de control: definen la prioridad de ejecución entre instrucciones y en la creación de secuencias de instrucción diferentes. Tienen la estructura de las instrucciones de selección lógicas ordinarias: If – then - else – end-if y Repeat until. La condición verificada por la instrucción "if and until" es el resultado de la evaluación de la última instrucción de verificación de condición.

Instrucciones de estado de espera: se inserta dentro de la secuencia de control y se usa para definir las sincronizaciones. Se proporcionan tres tipos de estado de espera diferentes: estado de espera para un período de tiempo establecido (expresado en segundos); tiempo de espera para la confirmación del operador; tiempo de espera hasta que ocurre una condición establecida (por ejemplo: espera para la ejecución de un control remoto).

Las secuencias de control se registran en los archivos del sistema. El sistema mantiene una lista actualizada de todas las secuencias de control definidas.

9. INTERFACES DE SCADA

Las interfaces del sistema de SCADA se describen a continuación:

- Suministro de energía de tracción
- Equipo de estación/eje
- Señalización y equipo de tráfico
- Depósito/ taller (DEPOT)
- Comunicación de pasajeros (intercomunicación), altavoces
- Teléfono y radio
- CCTV
- Control de acceso
- Detección de incendios
- Material rodante
- Reloj
- Red de servicios múltiples y LAN

Las interfaces entre estos sub-sistemas se controlarán por ICDD (diseño y documento de interfaz común). Un administrador de interfaz estará a cargo de supervisar el proceso de interfaz entre las partes implicadas.

SCADA – Suministro de energía de tracción

El sistema SCADA, por medio de PLC dedicado instalado en SSE, recopilará información sobre los estados, alarmas y medidas provenientes del equipo de suministro de energía de tracción. Mediante el PLC será posible controlar los conmutadores e interruptores (abiertos/ cerrados) del sistema de suministro de energía de tracción. La interfaz física serán contactos secos, conexiones Ethernet o en serie. El protocolo de intercambio será un protocolo abierto utilizado en este tipo de aplicaciones. En PCO-N / PCO/E, a través de la interfaz HMI, será posible supervisar, controlar el equipo de campo del suministro de energía.

El equipo controlado incluye:


- MV
- Transformadores
- LVS
- UPS
- Cargador de batería
- Alimentadores
- Transformadores de tracción y auxiliares
- Otros

Además, el mismo PLC recopilará la información (estados y alarmas) del equipo auxiliar instalado en refugios SSE utilizando interfaces de contactos secos.

El equipo controlado incluye:

- Sistema de control de acceso
- Sistema de detección de incendios
- HVAC
- Sistema anti-intrusiones.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AUTORIDAD DEL METRO DE LIMA
 PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN



005863

La información recopilada se enviará a PCO-N / PCO-E a través de MSN y será controlada por el SCADA central.

SCADA – DEPOT

El sistema SCADA monitoreará y controlará el equipo ubicado en DEPOT, como ascensores, escaleras, plomería y acondicionamiento de aire. Cada sub-sistema trabajará en forma independiente del sistema SCADA. SCADA podrá enviar una orden de anulación para forzar el inicio/ detención del sub-sistema, si es necesario,

Mediante un PLC dedicado local, SCADA recopilará información sobre los estados, las alarmas y las medidas provenientes del equipo de la estación. La interfaz física serán contactos secos.

El equipo supervisado/controlado incluye:

- Sistema de control de acceso
- Sistema de detección de incendios
- HVAC
- Sistema anti-intrusiones.
- BMS
- Lavado
- Iluminación

SCADA - Señalización y equipo de tráfico

SCADA recibirá estados y alarmas del equipo del sistema de señalización de SCADA para monitorear el equipo de señalización principal ubicado a lo largo de la línea y en el DEPOT. El protocolo de intercambio será un TCP/IP destinado.

Información típica intercambiada:

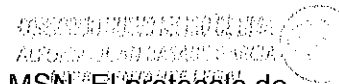
- Información de lavado (SCADA -> Señalización SCADA);
- Tren parado en la vía de lavado (Señalización SCADA -> SCADA);
- Información de encendido/apagado de energía de las secciones del tercer riel (SCADA -> Señalización SCADA);
- Estado de compuertas y puertas de planta (Señalización SCADA -> SCADA).
- Información de diagnóstico de equipo auxiliar/integrado (Señalización SCADA -> SCADA)

SCADA – Material rodante

SCADA recibirá mediante los servidores de señalización de SCADA, estados y alarmas de Rodante para monitorear el equipo principal de material rodante. El protocolo de intercambio será un TCP/IP destinado, uno entre los servidores de SCADA y otros de señalización del SCADA.

SCADA – MSN

SCADA recibirá los estados y las alarmas del equipo principal de MSN. El protocolo de intercambio será un TCP/IP destinado, uno entre los servidores de SCADA y otros de MSN.



SCADA – Reloj

SCADA tendrá una interfaz con el sistema de reloj maestro para permitir que el equipo de SCADA se sincronice con la fecha y la hora actuales.

SCADA – TVCC/Control de acceso/comunicación de pasajeros/altavoces

SCADA recibirá los estados y las alarmas del equipo principal de TVCC/control de acceso/ comunicación de pasajeros/altavoces. El protocolo de intercambio será un TCP/IP destinado.

La integración entre el sistema SCADA y TVCC/control de acceso se realizará en el nivel de escritorio del operador.

SCADA – Detección de incendios

SCADA recibirá estados y alarmas del equipo principal del sistema de detección de incendios del DEPOT y las subestaciones por los servidores de alarmas contra incendios en el DEPOT. El protocolo de intercambio será un TCP/IP destinado.

Localmente, a través de un PLC destinado local, SCADA recopilará información sobre estados, originada del equipo local. La interfaz física serán contactos secos.

SCADA – Almacenamiento de datos

Interfaz SCADA-DWH: la interfaz se implementará físicamente a través de la conexión Ethernet según un protocolo TCP/IP. La interfaz permitirá el intercambio bilateral de información. Tal interfaz permitirá, al menos, el intercambio de lo siguiente:

- Toda la información relevante para el mantenimiento y los diagnósticos operativos (SCADA -> DWH);
- Datos de historial para RAMS y generación de informe de rendimiento (SCADA -> DWH);
- Contadores, horas de ejecución, consumos de energía, mediciones y datos agregados (SCADA -> DWH).
- Todos los datos importantes para crear curvas de tendencia para el consumo de energía, temperatura, consumo de agua, drenaje, presión de manguera para incendios, nivel de agua del drenaje de la bomba, etc... (DWH -> SCADA) (en caso de ser necesario). En este caso, la recuperación de datos se realizará a través de una interfaz específica disponible a través del almacenamiento de información.

ASTS destaca que el sistema SCADA, la señalización de SCADA, TVCC, la detección de intrusiones, el control de acceso, la detección y la extinción de incendios son sistemas separados e independientes uno de otro. La integración se obtiene en el nivel del operador de escritorio a través del sistema integrado de estación de trabajo (IWS).

10. PRUEBA Y PUESTA EN SERVICIO

Los ensayos, pruebas e inspecciones durante la fabricación del equipo en la fábrica se realizarán en partes de SW y HW. Los ensayos en PLC se realizarán sobre el 30 % de las señales de I/O. Antes de declarar todo equipo listo para los ensayos al cliente, ASTS preparará la lista relacionada de ensayos y pruebas y la enviará para que el cliente la apruebe.

ASTS hará disponible la configuración de un entorno de prueba lo suficientemente completo para abarcar todos los requisitos relacionados con las actividades prueba.

10.1 Prueba estándar

Todos los materiales y componentes provistos serán tecnología de avanzada, ya evaluada y en ejecución en otras vías férreas similares o sistema SCADA del metro.

Los ensayos estándar se llevarán a cabo en laboratorios oficialmente reconocidos, estaciones de prueba, en ASTS o en talleres de proveedores tercerizados; manteniendo así la garantía del uso de herramientas y métodos estándar que reproducen condiciones de funcionamiento reales.


10.2 Prueba de aceptación

Las pruebas en los componentes asegurarán que:

- Los componentes cumplen los requisitos de las normas y la especificación de orden de referencia correspondientes.
- Los componentes son apropiados para su ejecución según los requisitos de funcionamiento al momento de la instalación.

ASTS asegurará el acceso a los talleres o laboratorio de pruebas a los representantes del cliente.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO P. GUTIERREZ CARRERA
 REPRESENTANTE LEGAL



La prueba de aceptación se relaciona con la fabricación y el montaje en el taller, comenzando desde la certificación de materiales hasta las pruebas de aceptación de componentes, que se llevará a cabo en los talleres del proveedor o del fabricante.

La etapa se completará con la documentación final de fabricación.

ASTS emitirá un plan detallado de la prueba de aceptación antes de la ejecución de las pruebas.

10.3 Instalación, arranque y puesta en servicio

Todas las pruebas se llevarán a cabo a través de ASTS con el respaldo de los representantes del cliente de acuerdo con un plan detallado.

Para verificar el logro de los requisitos, el equipo instalado estará sujeto a pruebas de integración del sistema que se llevarán a cabo durante la etapa de puesta en servicio. ASTS dispondrá todo el equipo y las herramientas necesarias para realizar todas las pruebas durante todas las fases de pruebas; el cliente podrá participar de la prueba con representantes según un plan detallado que se publicará durante las fases del proyecto.

Esta etapa abarca todas las pruebas de funcionamiento que se llevarán a cabo en todo el sistema SCADA, simulando las interfaces principales con los demás sistemas. La etapa se completará con las Pruebas finales de puesta en servicio.

La prueba se considerará finalizada exitosamente si los valores medidos estarán de acuerdo con las especificaciones de diseño.

ASTS proporcionará la asistencia técnica necesaria, la documentación técnica (es decir: instrucciones operativas y procedimientos de prueba) y las herramientas para realizar pruebas integradas del sistema SCADA con otros sistemas.

10.4 Pruebas de funcionamiento

El objetivo de las pruebas de funcionamiento es la verificación de la función correcta, la integración y el cumplimiento apropiados con los documentos técnicos y contractuales de un sistema con sub-sistemas externos.

1. Prueba I/O

Estas pruebas se realizan para verificar la configuración de I/O correcta (entrada digital, salida digital, entrada analógica y salida analógica).

2. Verificación de cálculo de medidas

Estas pruebas se realizan para verificar la exactitud de las lógicas de configuración para mediciones y procesamiento de datos.

3. Prueba en dispositivos de campo

Estas pruebas se realizan para verificar la configuración correcta de los dispositivos de campo.

4. Prueba en secuencias

Estas pruebas se realizan para verificar la configuración correcta de secuencias.

5. Prueba de lógica

Estas pruebas se realizan para verificar la lógica de interconexión entre los dispositivos de campo/secuencias, que aún no se verificaron durante los pasos previos.

6. Prueba de funcionamiento a través del simulador de Software

Un simulador de proceso cuyas señales de I/O se conectan al software de control por bus, en vez que canales de I/O del hardware, se puede usar para llevar a cabo las pruebas de funcionamiento.

7. Prueba de funcionamiento de la interfaz del operador

Estas pruebas se realizan para verificar la interfaz del operador.

005867

Los siguientes términos definen, de acuerdo con EN 50126, las relaciones entre los parámetros clave que se especificarán y controlarán en término de RAM para cada sistema SCADA. Estos parámetros no se podrán intercambiar y deben usarse en el contexto correcto en toda la documentación:

Las definiciones importantes son:

Confiabilidad: La probabilidad de que un elemento o sistema del equipo puede ejecutar una función requerida bajo condiciones determinadas por un intervalo de tiempo determinado.

Disponibilidad: La capacidad de un producto para estar en un estado para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante de tiempo determinado o sobre un intervalo de tiempo dado, suponiendo que se proporcionan los recursos externos requeridos.

Mantenimiento: La probabilidad de que una acción dada de mantenimiento activo, para un elemento del equipo o sistema bajo condiciones determinadas de uso, pueda llevarse a cabo dentro de un intervalo de tiempo especificado cuando el mantenimiento se realiza bajo condiciones especificadas y utilizando procedimientos y recursos especificados.

Seguridad: Ausencia de riesgo de daño inaceptable.

En términos más generales, la confiabilidad de un sistema es una medida de la frecuencia de fallos, la disponibilidad es una medida del tiempo real del sistema en comparación con el tiempo programado total para el funcionamiento, y el mantenimiento es una medida del tiempo que lleva volver a restablecer el sistema siguiendo el fallo.

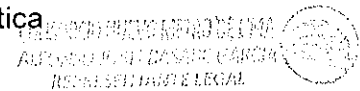
11.1 Requisitos de RAM del sub-sistema de SCADA

La siguiente tabla resume los objetivos de RAM para el sub-sistema SCADA que se han especificado en el requisito de [R.1].

Elemento	Confiabilidad	Disponibilidad	Mantenimiento ¹
	min. MTBF [h]	[%]	máx. MTTR [h]
Sistema SCADA central	TBD	99,995	MTTR<1
Escritorio del operador	TBD		

El concepto SCADA se concebirá de tal manera que la no disponibilidad del sub-sistema SCADA central no resultará en la no disponibilidad del sistema de operador de radio.

Los valores MTTR no incluyen tiempo de administración y logística



11.2 Requisitos de seguridad del sub-sistema de SCADA

De acuerdo con la documentación de licitación, la arquitectura propuesta puede cumplir con el nivel de seguridad requerido de las funciones de seguridad según se identifican por la tarea relacionada de seguridad según se especifica en la tabla siguiente.

Según se especifica en la documentación de licitación, el SCADA respalda la función SiL-2 como:

- Sistema de control de suministro de energía y potencia de tracción:
 - Las funciones de vista en la torre del operador relativas a una rejilla de potencia
 - La función de control remoto, en la torre central y en la torre periférica
 - La operación automática de desconexión y encendido nuevo de las líneas de tracción

- El control de modificaciones y configuraciones
- Protección contra incendios y ventilación:
 - Función de Control remoto, en la torre central y en la torre periférica para la protección contra incendios y el equipo de ventilación;
 - La función de pantalla en la torre del operador relacionada con la protección contra incendios y el equipo de ventilación;
 - Operación automática relacionada con la protección contra incendios y el equipo de ventilación;

Para la supervisión y el control locales, se proveerá un concentrador en cumplimiento con SIL2.

Para el control remoto, se proporciona el nivel alto de seguridad solicitado a través de:

- una redundancia muy alta de los servidores centrales utilizando una arquitectura de respaldo en caliente
- una redundancia de red de transmisión
- el uso de una unidad en cumplimiento con SIL-2 de coordinación, en PCO-x, para evaluación e implementación de estrategias;
- el uso de una HMI en cumplimiento con SIL-2, en PCO-x, para visualizar información relacionada con la seguridad;
- el uso de una HMI en cumplimiento con SIL-2, en PCO-x, para emitir una orden o confirmación relacionadas con la seguridad;
- el uso de cajas de bombero cableadas, en el nivel de la estación/ depósito, para el control manual local de la información relacionada con la seguridad;

11.3 Programa de RAM y productos


La siguiente tabla resume las principales actividades de RAM y seguridad y los productos que se requieren dentro de los documentos de licitación [R.1]

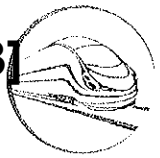
Duración del proyecto	FASE DE VIDA ÚTIL	TAREAS GENERALES RELACIONADAS DE FASE	TAREAS RAM RELACIONADAS DE FASE	TAREAS DE SEGURIDAD RELACIONADAS DE FASE	Productos
Base (a cargo del empleador)	1. Concepto	Establecer el alcance y el propósito del proyecto del ferrocarril Definir el concepto del proyecto del ferrocarril Estudios emprendidos de análisis y viabilidad financiera Establecer el control	Revisar el rendimiento RAM alcanzado previamente Considerar conclusiones de proyectos de RAM	Revisar el rendimiento alcanzado previamente Considerar conclusiones de proyectos Revisar la política y los objetivos de seguridad	No se aplica
	2. Condiciones de definición y aplicación del sistema	Establecer el perfil de misión del sistema Preparar la descripción del sistema Identificar estrategias de operación y mantenimiento Identificar condiciones de funcionamiento Identificar condiciones de	Evaluar información de experiencia anterior de RAM Realizar análisis preliminar de RAM Establecer política RAM Identificar condiciones de operación y mantenimiento a largo plazo Identificar influencia	Evaluar información de experiencia anterior de seguridad Realizar análisis preliminar de peligros Establecer plan de seguridad (total) Definir la tolerancia de criterios de riesgo Identificar influencia en seguridad de limitaciones de infraestructura	(A cargo del empleador) Plan de proceso de aprobación de la autoridad (AAPP). Plan de seguridad. Política de seguridad de operaciones y aceptación de riesgos. Plan RAM preliminar. Procedimiento de registro de peligros

005869

Duración del proyecto	FASE DE VIDA ÚTIL	TAREAS GENERALES RELACIONADAS DE FASE	TAREAS RAM RELACIONADAS DE FASE	TAREAS DE SEGURIDAD RELACIONADAS DE FASE	Productos
Requisitos de empleador	3. Análisis de riesgos	mantenimiento Identificar influencia de limitaciones de infraestructura actuales	en RAM de limitaciones de infraestructura actuales	actuales	(A cargo del empleador) Procedimiento preliminar de análisis de peligros Análisis preliminar conceptual de peligros Inicio de registro de peligros
	4. Requisitos del Sistema (a cargo del empleador)	Comenzar requisitos Sistema Específico de análisis (requisitos completos) Entorno específico Definir la demostración del sistema y los criterios de aceptación (requisitos completos) Establecer plan de validación Establecer requisitos de control, calidad y organización Implementar procedimiento de control de cambios	Requisito RAM específico del sistema (completo) Definir criterios de aceptación de RAM (completos) Definir estructura funcional del sistema Establecer programa RAM Establecer control RAM	Requisitos de seguridad específicos del sistema (completo) Definir criterios de aceptación de seguridad (completos) Definir requisitos funcionales relacionados con la seguridad Establecer el control de seguridad	(A cargo del empleador) Objetivos preliminares de RAM. Especificaciones técnicas para subcontratistas
	5. Distribución de requisitos del sistema	Distribuir requisitos del sistema Requisitos específicos de sub-sistema y componente Definir los criterios de aceptación del sub-sistema y el componente	Distribuir los requisitos RAM del sistema Requisitos RAM específicos de sub-sistema y componente Definir los criterios de aceptación de RAM del sub-sistema y el componente	Distribuir objetivo y requisitos de seguridad del sub-sistema Especificar requisitos de seguridad específicos de sub-sistema y componente Definir los criterios de aceptación de seguridad del sub-sistema y el componente Actualizar el plan de seguridad del sistema	Plan de RAM para subcontratistas Ubicación de requisitos de RAM a través de subcontratistas a los propios proveedores

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AV. GAMBETTA 1100 - LIMA
 REPUBLICA DEL PERU





005870

Duración del proyecto	FASE DE VIDA ÚTIL	TAREAS GENERALES RELACIONADAS DE FASE	TAREAS RAM RELACIONADAS DE FASE	TAREAS DE SEGURIDAD RELACIONADAS DE FASE	Productos
Licitación	6. Diseño e implementación	<p>Ejecutar la planificación</p> <p>Ejecutar el diseño y el desarrollo</p> <p>Ejecutar el diseño y la prueba</p> <p>Ejecutar la verificación de diseño</p> <p>Ejecutar la implementación y la validación</p> <p>Ejecutar el diseño de recursos de soporte de logística</p>	<p>Implementar programa de RAM por análisis de revisión, prueba y evaluación de datos, que abarca:</p> <p>Confiabilidad y disponibilidad mantenimiento</p> <p>Política de mantenimiento óptimo</p> <p>Soporte de logística</p> <p>Comenzar el control de programa, que abarca:</p> <p>Control de programa RAM</p> <p>Control de subcontratistas y proveedores</p>	<p>Implementar programa de seguridad por análisis de revisión, prueba y evaluación de datos, que trata:</p> <p>Registro de peligros</p> <p>Análisis de peligros y evaluación de riesgos</p> <p>Justificar decisiones de diseño relacionadas con la seguridad</p> <p>Comenzar el control de programa, que abarca:</p> <p>Control de seguridad</p> <p>Control de sub-contrroles y proveedores</p> <p>Preparar caso genérico de seguridad</p> <p>Preparar (si corresponde) caso genérico de aplicación de seguridad</p>	<p>Planes de diseño e instalación preliminar</p> <p>Análisis RAM de subcontratistas:</p> <p>Análisis funcional</p> <p>Confiabilidad modelado, predicción y distribución</p> <p>PHA, SHA, SSHA, IHA, OSHA</p> <p>Evaluación de SIL</p> <p>FMECA</p> <p>FTA</p> <p>Análisis de mantenimiento</p>
Construcción y entrega	7. Fabricación	<p>Realizar planificación de producción</p> <p>Fabricar</p> <p>Fabricar y probar el subconjunto de componentes</p> <p>Preparar documentación</p> <p>Establecer capacitación</p>	<p>Ejecutar investigación tensión ambiental</p> <p>Realizar prueba de mejora de RAM</p> <p>Comenzar creación de informes de fallos y sistema de medidas correctivas (FRACAS)</p>	<p>Implementar plan de seguridad por revisión, análisis y evaluación de datos</p> <p>Usar registro de peligros</p>	<p>Planes de diseño e instalación definitivos</p> <p>Informe de análisis de fallos</p> <p>Actualizaciones de análisis de RAM</p> <p>Auditorías de RAM realizadas por el representante del empleador, gerente de RAM COWI/SYSTRA</p> <p>Seguimiento de registro de peligros</p>
Prueba y puesta en servicio	8. Instalación	<p>Montar sistema</p> <p>Instalar sistema</p>	<p>Comenzar capacitación de mantenimiento</p> <p>Establecer disposición de repuestos y herramientas</p>	<p>Establecer programa de instalación</p> <p>Implementar programa de instalación</p>	<p>Planes de diseño e instalación aprobados</p> <p>Informe de análisis de fallos</p> <p>Actualizaciones de análisis de RAM</p> <p>Auditorías de RAM realizadas por el representante del empleador, gerente de RAM COWI/SYSTRA</p> <p>Seguimiento de registro de peligros</p>
Prueba y puesta en servicio	9. Validación de sistema (incluye aceptación de seguridad y puesta en servicio)	<p>Puesta en servicio</p> <p>Ejecutar período de funcionamiento de prueba</p> <p>Comenzar capacitación</p>	<p>Realizar demostración de RAM</p>	<p>Establecer programa de puesta en servicio</p> <p>Implementar programa de puesta en servicio</p> <p>Preparar caso de seguridad específico para aplicación</p>	<p>Informe de análisis de fallos</p> <p>Informe final de seguridad (FSR)</p> <p>Demostración de mantenimiento</p> <p>Auditorías de RAM realizadas por el representante del empleador, gerente de</p>

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO DE LA HERRERA
REPRESENTANTE LEGAL

005871

Duración del proyecto	FASE DE VIDA ÚTIL	TAREAS GENERALES RELACIONADAS DE FASE	TAREAS RAM RELACIONADAS DE FASE	TAREAS DE SEGURIDAD RELACIONADAS DE FASE	Productos
	10. Aceptación del sistema	<p>Emprender el procedimiento de aceptación, según el criterio de aceptación</p> <p>Recopilar evidencia para aceptación</p> <p>Entrada al servicio</p> <p>Continuar período de prueba de funcionamiento (si corresponde)</p>	<p>Evaluar demostración de RAM</p>	<p>Evaluar caso de seguridad específico para aplicación</p>	<p>RAM COWI/SYSTRÁ</p> <p>Informe de evaluación de riesgo preliminar para RS y cada área geográfica</p> <p>Seguimiento de registro de peligros</p> <p>Certificado de aceptación de fábrica (FAC)</p> <p>Certificado de paquete de puesta en servicio (CPC)</p> <p>Certificado de aceptación parcial (PAC)</p> <p>Certificado de aceptación del sistema (SAC)</p> <p>Planes según la construcción</p> <p>Informe de análisis de fallos</p> <p>Informe final de seguridad (FSR) definitivo</p> <p>Demostración de mantenimiento</p> <p>Auditorías de RAM realizadas por el representante del empleador, gerente de RAM COWI/SYSTRÁ</p> <p>Informe de evaluación de riesgo definitivo para RS y cada área geográfica</p> <p>Registro de peligros completo y cerrado</p>
Servicio de ingresos	11. Operación y mantenimiento	<p>Operación del sistema a largo plazo</p> <p>Realizar mantenimiento continuo</p>	<p>Obtención continua de repuestos y herramientas</p> <p>Realizar mantenimiento y logística centrados en confiabilidad continua</p> <p>Emprender capacitación continua</p>	<p>Emprender mantenimiento centrado en seguridad continuo</p> <p>Realizar soporte de seguridad continuo</p>	<p>Infoma de análisis de fallos</p> <p>FRACAS</p> <p>Monitoreo de rendimiento y mantenimiento de registro de peligros</p>
	12. Monitoreo de rendimiento	<p>Recopilar estadísticas de rendimiento operativo</p> <p>Adquirir, analizar y evaluar datos</p>	<p>Considerar implicaciones de RAM para modificaciones y retroinstalación</p>	<p>Considerar implicaciones de seguridad para modificaciones y retroinstalación</p>	<p>Infoma de análisis de fallos</p>
Retirar de puesta en servicio	13. Retirar de puesta en servicio y eliminación	<p>Plan para retirar de puesta en servicio y eliminación</p> <p>Emprender retirar puesta en servicio</p> <p>Emprender eliminación</p>	<p>Inactividad para RAM</p>	<p>Establecer plan de seguridad</p> <p>Realizar análisis de peligros y evaluación de riesgos</p> <p>Implementar plan de seguridad</p>	<p>No se aplica</p>

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AGENCIA DE PROMOCIÓN DE INVERSIÓN PRIVADA
 SUPERVISIÓN TÉCNICA LOCAL



005872

12. LISTA DE DOCUMENTOS

La siguiente lista resume los documentos específicos que se emitirán durante el proyecto:

ID	Título	Fase
1	SCADA OPERATION SAFETY PLAN	DD
2	SCADA SYSTEM TEST PLAN	ALL
3	SCADA VERIFICATION AND VALIDATION PLAN	ALL
4	SCADA SYSTEM CONSTRUCTION AND CONTROL PLAN	ALL
5	SCADA SYSTEM TRAINING PLAN	ALL
6	SCADA SYSTEM TECHNICAL SPECIFICATION	ALL
7	SCADA SYSTEM ARCHITECTURE BLOCK DIAGRAM	ALL
8	SCADA SYSTEM BILL OF QUANTITIES	ALL
9	SCADA SYSTEM HMI SPECIFICATION	ALL
10	SCADA SYSTEM RACK AND EQUIPMENT DESCRIPTION	ALL
11	SCADA SYSTEM EMI-EMC TEST PLAN	DD
12	SCADA SYSTEM OBJECT IDENTIFICATION CODE	DD
13	SCADA SYSTEM TEST PROCEDURES	DD
14	SCADA SYSTEM SOFTWARE REQUIREMENTS SPECIFICATION	DD
15	SCADA SYSTEM SOFTWARE DESIGN SPECIFICATION	DD
16	SCADA SYSTEM SOFTWARE DEVELOPMENT PLAN	DD
17	SCADA SYSTEM CABINET AND EQUIPMENT INSTALLATION INFORMATION (TYPICAL)	DD
18	SCADA SYSTEM FAT SPECIFICATION	DD
19	SCADA SYSTEM ALARM AND DIAGNOSTICS DESCRIPTION	DD
20	SCADA RAM DESIGN COMPLIANCE DEMONSTRATION	DD
21	SCADA HAZARD ANALYSIS	DD
22	SCADA SYSTEM BLOCK DIAGRAMS - STATION xxx	PE
23	SCADA SYSTEM BLOCK DIAGRAMS - STOP xxx	PE
24	SCADA SYSTEM BLOCK DIAGRAMS - ELECTRICAL SUBSTATION xxx	PE
25	SCADA SYSTEM BLOCK DIAGRAMS - OCC	PE
26	SCADA SYSTEM BLOCK DIAGRAMS - DEPOT	PE
27	SCADA SYSTEM TYPICAL INSTALLATION DRAWINGS - OCC	PE
28	SCADA SYSTEM TYPICAL INSTALLATION DRAWINGS - DEPOT	PE
29	SCADA SYSTEM TYPICAL INSTALLATION DRAWINGS - STATIONS	PE
30	SCADA SYSTEM TYPICAL INSTALLATION DRAWINGS - STOP	PE
31	SCADA SYSTEM TYPICAL INSTALLATION DRAWINGS - ELECTRICAL SUBSTATION	PE
32	SCADA SYSTEM COMPONENT DATA SHEET	DD

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO PORTO Y ANTONIO CHILLA
REGISTRADO EN EL REGISTRO NACIONAL DE EMPRESAS

[Handwritten signature]

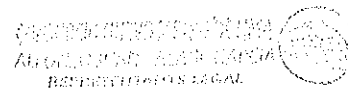


005873

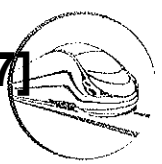
ID	Título	Fase
33	SCADA SYSTEM CONFIGURATION JOURNAL	DD
34	SCADA SYSTEM SPARE PARTS LIST	DD
35	SCADA SYSTEM DD PHASE INTERFACE SPECIFICATION	DD
36	SCADA SYSTEM EMI-EMC DOSSIER	DE
37	SCADA SYSTEM DD PHASE REQUIREMENTS TRACEABILITY MATRIX	ALL
38	SCADA SYSTEM ELECTRICAL AND THERMAL LOAD LIST	DD
39	SCADA SYSTEM MAINTENANCE TOOLS LIST	DD
40	SCADA SYSTEM SAT SPECIFICATION	DD
41	SCADA SYSTEM INSTALLATION SPECIFICATION	DD
42	SCADA SYSTEM CABINET LAYOUT CONNECTION AND CABLING (RTU ELECTRICAL SCHEME AND DIAGRAM) STATION xxx	DE
43	SCADA SYSTEM CABINET LAYOUT CONNECTION AND CABLING (RTU ELECTRICAL SCHEME AND DIAGRAM) STOP xxx	DE
44	SCADA SYSTEM CABINET LAYOUT CONNECTION AND CABLING (RTU ELECTRICAL SCHEME AND DIAGRAM) ELECTRICAL SUBSTATION xxx	DE
45	SCADA SYSTEM DE PHASE - EQUIPMENT AND CABINET LAYOUT - OCC	DE
46	SCADA SYSTEM DE PHASE - EQUIPMENT AND CABINET LAYOUT - DEPOT	DE
47	SCADA SYSTEM SOFTWARE LISTING	SC
48	SCADA SYSTEM MAINTENANCE MANUAL	DD
49	SCADA SYSTEM USER MANUAL	DD
50	SCADA SYSTEM SYSTEM ADMINISTRATOR MANUAL	DD
51	SCADA SYSTEM MAINTENANCE TRAINING - LESSON DOCUMENTATION	DD
52	SCADA SYSTEM OPERATIONAL TRAINING - LESSON DOCUMENTATION	DD
53	SCADA SYSTEM FAT REPORT	SC
54	SCADA SYSTEM SAT REPORT	SC

Referencias

- DD – Diseño detallado
- PE – Instalación de ingeniería preliminar
- DE – Instalación de ingeniería detallada
- SC – Integridad del sub-sistema



La lista de documentos como en la construcción se definirá, de acuerdo con el Cliente, durante la fase avanzada del proyecto.



005874

13. REPUESTOS Y ELEMENTOS DE CONSUMO

Los elementos de consumo son elementos sujetos a degradación o agotamiento durante el funcionamiento normal del sistema, de este modo, es necesario reemplazarlos para mantener el nivel de seguridad del sistema (por ejemplo: relés, lámparas).

Los repuestos no son elementos de consumo, se usan para reemplazar todo componente del sistema que pueda fallar durante el funcionamiento normal, de este modo es necesario que se reparen o reemplacen (por ejemplo: PLC, monitores).

- (1) ASTS suplirá todos los repuestos necesarios desde la fecha de exactitud actual de construcción hasta la fecha de vencimiento de la garantía (que incluye, entre otros, el funcionamiento); se proporcionarán todos los elementos de consumo necesarios desde la fecha de finalización oficial de la verificación (incluso, entre otros, el funcionamiento).
- (2) Después de la finalización de la revisión final del diseño, ASTS proveerá y enviará una lista de elementos de consumo y repuestos para la aprobación. La lista especificará los nombres y las cantidades de los elementos de todos los elementos de consumo y repuestos que serán necesarios en un año.
- (3) ASTS calculará la cantidad de elementos de consumo y repuestos utilizados en el funcionamiento normal de un año. Las cifras calculadas se compararán con las cantidades de elementos incluidos en la lista de elementos de consumo y repuestos, para publicar toda medida correctiva que pueda ser necesaria para trabajar en una situación de escasez.
- (4) La lista categorizará los elementos de consumo y repuestos según el sistema, sub-sistema o la categoría del componente, y también especificará el nombre, número de código, número de serie del fabricante, especificaciones, peso, cantidad, imagen, precio, fecha de compra, fabricante e información de contacto de distribución (que incluye número de teléfono, fax, correo electrónico, dirección, etc.) de los elementos de consumo y repuestos.
- (5) Todos los elementos de consumo y repuestos estarán nuevos, totalmente envasados, con el nombre del elemento, el número de serie y las especificaciones claramente etiquetadas.
- (6) Se prestará atención a la disponibilidad de todos los componentes electrónicos y otros tipos de componentes, de modo que las piezas adicionales serán accesibles dentro del rango de vida del sistema diseñado. Se realizará el mayor esfuerzo para usar elementos y productos disponibles comercialmente.
- (8) Antes de la finalización real de la construcción, ASTS proporcionará y enviará una lista de elementos almacenados. La lista brindará una recomendación de los nombres y las cantidades de los elementos de consumo y repuestos que se necesitarán en el plazo de cinco años de funcionamiento. El formato de la lista de elementos almacenados será el mismo que el de la lista de elementos de consumo y la de repuestos.

Algunas consideraciones sobre los sistemas electrónicos son necesarias para encarar el tema del cálculo de repuestos:

- La actividad de mantenimiento correctivo se realiza considerando dos pasos de intervención, el primero en el lugar y el segundo en los laboratorios del proveedor.

La configuración del equipo se prevé para realizar una reparación muy rápida en el sitio; este primer paso se obtiene a través de la sustitución de una LRU (unidad reemplazable inferior) fallida.

El segundo paso incluye la reparación subsiguiente de la LRU fallida.

Suponemos que ASTS reparará los elementos defectuosos en las instalaciones de laboratorios del proveedor. Por las razones incluidas a continuación, la reparación de elementos en las instalaciones del cliente no se considera como opción:

1 – Complejidad y costos elevados de:

- Los instrumentos para localizar el componente fallado dentro del elemento en reparación.

- Herramientas específicas para retirar y reemplazar el componente fallado.

2 – Dificultad para comprar los componentes del mercado con la clase de calidad exigida en cantidades relativamente incluidas.

El cálculo de los repuestos a suplir se realizará bajo las siguientes hipótesis:

- Se prevé una única instalación de almacenamiento de repuestos
- Los repuestos en almacenamiento funcionan completamente
- Hay un balance estadístico entre la demanda de repuestos y la restauración de piezas reparadas
- Las tasas de suministro y fallos son constantes vs. el tiempo
- Se niega la probabilidad de dos unidades o más fuera de stock al momento de la solicitud.
- Método de cálculo

Las cantidades de repuestos se calcularán utilizando la siguiente ecuación, denominada ley de Poisson:

$$P_{suf} \leq P = \sum_{k=0}^{Sc-1} \left(\frac{n \cdot T}{MTBF} \right)^k \cdot \frac{1}{K!} \cdot e^{-\frac{n \cdot T}{MTBF}}$$

La ecuación expuesta permite calcular Sc de cantidad de repuesto, que es el número de piezas suficientes para garantizar la probabilidad Psuf, y representa el entero mínimo que satisface la misma relación.

Los otros parámetros de la ecuación son:

- **n** Es el número de la LRU en ejercicio y a qué repuesto hace referencia.
- **Sc** cantidad de repuestos necesarios
- **MTBF** es el tiempo medio entre el fallo de la LRU
- **Psuf** probabilidad mínima que los repuestos S son suficientes para cubrir el fallo durante el período T.
- **Pout** probabilidad de escasez máxima de una tienda de unidades de repuestos S
Pout= 1-Psuf
- **T** período de tiempo en el cual la tienda tendrá una cantidad suficiente de repuestos con una probabilidad más que Psuf
- **K** es el contador de repeticiones.

Las publicaciones de funcionamiento y las experiencias aconsejan el uso de Psuf más del 90%.

El cálculo de repetición se realiza ejecutando K veces la ecuación previa hasta la finalización exitosa.

14. HERRAMIENTAS ESPECIALES

Las herramientas de mantenimiento SCADA incluyen:

- Herramientas del software de mantenimiento
- Herramientas de hardware de mantenimiento

Las mismas, que se indican a continuación, son adecuadas para implicaciones de mantenimiento como:

- Correctivo: en caso de fallos de hardware (mantenimiento correctivo de hardware) y para reparaciones de errores (mantenimiento correctivo de software)
- Adaptable/preventivo: para actualizar el software de acuerdo con los cambios a los requisitos del usuario y evitar fallos de hardware.

Los manuales dedicados para herramientas de mantenimiento se incluirán en el manual de mantenimiento SCADA y en el manual de administrador de SCADA de los documentos de referencia en las fases detalladas del proyecto.

Las herramientas se abordan en el objetivo.

14.1 Herramientas de hardware de mantenimiento


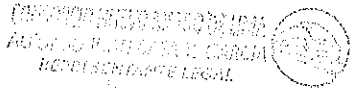
Este conjunto de herramientas se utiliza para las operaciones de mantenimiento básicas de hardware en el siguiente equipo de SCADA:

- Cabina de concentrador local de SCADA
- Cabina del servidor de SCADA
- Interruptor de distribución de energía de SCADA
- Capacitación de SCADA
- Servidores independientes de SCADA
- Clientes de SCADA

Para reducir el impacto en actividades de mantenimiento y para la reducción de costos, ASTS implementará (con la mayor frecuencia posible) una arquitectura estándar.

Las herramientas de Hardware de mantenimiento para cada operación de mantenimiento se abordan en las tareas de mantenimiento preventivo/correctivo del manual de mantenimiento de SCADA del documento de referencia en las fases avanzadas del proyecto.

Este grupo de herramientas se muestra en la tabla de la página siguiente.

Producto	Herramientas	Ubicación
Herramienta de Hardware de Mantenimiento SCADA	<p>Dispositivos de protección individual para la seguridad de trabajo de los operadores del mantenimiento de SCADA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calzado técnico - Casco de seguridad - Guantes de seguridad - Gafas de seguridad - Uniforme técnico 	
Herramienta de Hardware de Mantenimiento SCADA	<p>Conjunto de destornilladores aislados para pruebas eléctricas y operaciones de cableado.</p>  <p>(ejemplo)</p> <p>Este tipo de herramienta debe cumplir con las normas de referencia (IEC 60900). Aislamiento 1000 V.</p>	

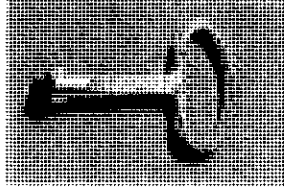
Producto

Herramientas

Ubicación

Herramienta de Hardware de Mantenimiento SCADA

Conjunto de llaves de cerramiento para abrir la puerta de cabinas de SCADA.



(ejemplo)

Herramienta de Hardware de Mantenimiento SCADA

Multímetro digital para mediciones eléctricas.



(ejemplo)

Este tipo de herramienta debe cumplir con las normas de referencia (IEC 61010).

Simulador de señal para pruebas de campo (entradas analógicas)

Herramienta de Hardware de Mantenimiento SCADA



(ejemplo)

Este tipo de herramienta debe cumplir con las normas de referencia (IEC 61010).

Herramienta de Hardware de Mantenimiento SCADA

PEWS - Estación de trabajo de ingeniería portátil:

En base a una PC portátil, esta computadora se destinará al mantenimiento de PLC de la tecnología PS&TP.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO PASTOR GALBÁN
REPRESENTANTE LEGAL



005878



Producto	Herramientas	Ubicación
Herramienta de Hardware de Mantenimiento SCADA		
Herramienta de Hardware de Mantenimiento SCADA	(ejemplo)	
Herramienta de Hardware de Mantenimiento SCADA	Cable Ethernet/IP Cat.6A con conectores para operaciones y pruebas de mantenimiento.	
Herramienta de Hardware de Mantenimiento SCADA	Cable de serie RS485 con convertidor USB-RS485 para operaciones y pruebas de mantenimiento.	
Herramienta de Hardware de Mantenimiento SCADA	Equipo de limpieza (incluso aspiradora)	

Tabla 1: Herramienta de hardware de mantenimiento de SCADA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AGENCIA PARA LA CALIDAD
 RESPONSABILIDAD SOCIAL




14.2 Herramientas de Software de desarrollo y mantenimiento

14.2.1 Tiempo de ejecución

005879

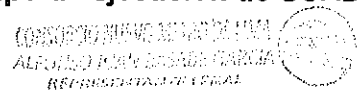
Este conjunto de herramientas ofrece cobertura para el entorno de tiempo de ejecución del SCADA compuesto de:

- Servidores de SCADA,
- PLC de la cabina de automatización de PS&TP.

Producto	Herramientas	Ubicación
-----------------	---------------------	------------------

	Aplicación SCADA es modalidad de estación de trabajo de ingeniería ofrece herramientas para: -Identificar base de datos -Mostrar base de datos -Herramienta de codificación -Creación de informes básicos y tendencia -Control de comunicación	
SCADA:	La aplicación SCADA en modalidad de mantenimiento ofrece herramientas para modificar, agregar, eliminar: -base de datos de usuarios -base de datos AOR	
	La aplicación SCADA en modalidad desconectada ofrece herramientas para controlar: -tablas de base de datos de historial -configuración del sistema (impresoras, clientes, servidores, base de datos de historial)	
	SW de restauración de imágenes	
DB de historial:	Consola de administrador de DB SW de restauración de imágenes	
Interruptor:	SW de control de interruptor W	
PLC:	SW de control de PLC	

Tabla 2: Herramientas de desarrollo y mantenimiento de tiempo de ejecución de SCADA



14.2.2 Entrenamiento

Este conjunto de herramientas ofrece cobertura para el entorno de entrenamiento de SCADA compuesto de:

- Servidores de SCADA,
- Motor de lógica (servidor de simulador de campo ubicado en PCO-E).

Producto	Herramientas	Ubicación
-----------------	---------------------	------------------

005880

Producto	Herramientas	Ubicación
SCADA:	Aplicación SCADA es modalidad de estación de trabajo de ingeniería ofrece herramientas para: -Identificar base de datos -Mostrar base de datos -Herramienta de codificación -Creación de informes básicos y tendencia -Control de comunicación	
	La aplicación SCADA en modalidad de mantenimiento ofrece herramientas para modificar, agregar, eliminar: -base de datos de usuarios -Base de datos de área de responsabilidad	
	La aplicación SCADA en modalidad desconectada ofrece herramientas para controlar: -tablas de base de datos de historial -configuración del sistema (impresoras, clientes, servidores, base de datos de historial) SW de restauración de imágenes	
DB de historial:	Consola de administrador de DB SW de restauración de imágenes	
Interruptor:	SW de control del interruptor	PEWS
PLC:	SW de control de PLC	PEWS

Tabla 3: Herramientas de desarrollo y mantenimiento de entrenamiento de SCADA

14.3 Herramientas de Software de diagnóstico remoto

Este conjunto de herramientas ofrece cobertura para las instalaciones de diagnóstico remoto de SCADA para el soporte experto remoto y las actualizaciones de sistema.

Producto	Herramientas	Ubicación
Soporte remoto:	Team Viewer Telnet	
Transferencia de archivo:	Servidor de FTP	

Tabla 4: Herramientas de diagnóstico remoto de SCADA



[Handwritten signature]

15. INSTALACIÓN DE ENTRENAMIENTO

005881

15.1 Simulador de SCADA

El simulador permitirá que los operadores usen la misma GUI y para realizar las mismas acciones que sobre el sistema en funcionamiento. De esta forma, el simulador brindará a los operadores la sensación de trabajar sobre el sistema real.

15.2 Arquitectura de Hardware del simulador de SCADA

El simulador de SCADA se basará en la siguiente arquitectura de HW:

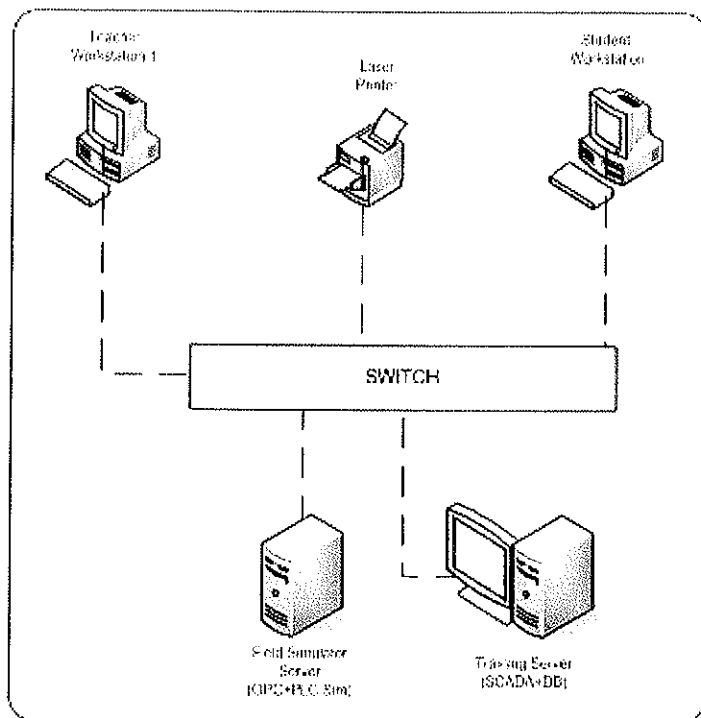



Figura 3 – Arquitectura de Hardware del sistema de entrenamiento

15.2.1 Niveles del sistema de entrenamiento

Las funciones generales del SCADA de entrenamiento se implementan por la integración de los niveles siguientes del sistema:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALQUILIO DE SERVICIOS
 ADMINISTRATIVOS




005882

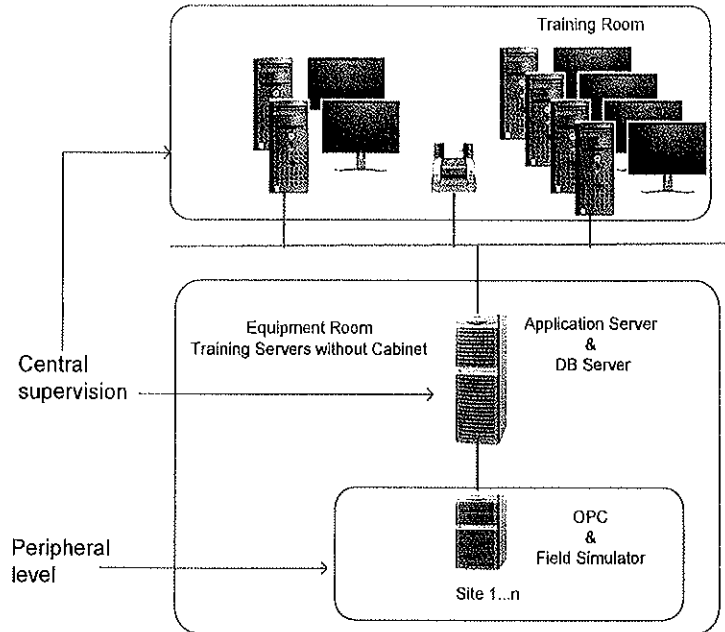


Figura 4 – Niveles del sistema de entrenamiento

El nivel periférico incluye:

- PLC simulados para el monitoreo y control "virtual" de los equipos administrados por el sistema SCADA real en la estación, eje y área de depósito. PLC simulados ejecutan procesos de lógica de control virtual. Para simular todos los PLC existentes en el campo, el servidor de campo estará equipado con un Emulador de PLC capaz de simular "n" PLC en la misma máquina
- Un servidor de "conectividad" (incluido en la misma máquina del simulador de PLC) dedicado a la recopilación de datos desde el nivel periférico, así para el envío de datos a los servidores de la aplicación de SCADA.

El nivel de supervisión central, ubicado en PCO-E, incluye:

- Un servidor de aplicación "SCADA" dedicado al control y envío de datos a la estación de trabajo del cliente.
- Un servidor de "DB" (incluido en la misma máquina del sistema SCADA) y dedicado al almacenamiento de datos en la base de datos del historial.
- Los clientes de SCADA, para entrenador y estudiante, que permitirán las funciones de entrenamiento por una interfaz gráfica de usuario, que refleja exactamente la GUI del sistema actual de SCADA.


La comunicación entre el nivel periférico y el nivel de supervisión central se realiza a través de la red CC TCP/IP.

15.2.2 Posición del equipo

El equipo de entrenamiento se instalará en la sala de entrenamiento que aloja:

- N. 1 bastidor de servidor
- N. 1 estación de trabajo para estudiantes con PC con monitor;
- N. 1 estación de trabajo para entrenador con PC con monitor;
- N. 1 Impresora láser;

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALIADO JURÍDICO GENERAL
 REPRESENTANTE LEGAL



15.2.3 Arquitectura de entrenamiento

La arquitectura de entrenamiento de SCADA se basa en el cliente/ servidor.

005883

En cuanto al sistema de entrenamiento, los servidores se configuran independientemente. Dado que el objetivo de este sistema sólo es el entrenamiento, no hay necesidad de un modo operativo de respaldo.

El servidor SCADA de entrenamiento usa un servidor de DB instalado en el mismo servidor para permitir que los entrenados se familiaricen con el control de datos de historial. La DB almacenará la información en tamaño HDD suficiente para el propósito.

Las estaciones de trabajo del operador del SCADA de entrenamiento se conectan a OCC Ethernet TCP/IP LAN.

Pueden comunicarse con:

- Los servidores de SCADA de entrenamiento (servidor de aplicación 1);
- La impresora (impresora láser a color).

Las estaciones de trabajo de entrenamiento se instalan en la sala de entrenamiento y están montadas tipo torre para alojarse en la cabina debajo del escritorio del operador relacionado.

Cada estación de trabajo está equipada con:

- Monitores LCD;
- Teclado;
- Ratón.

Las estaciones de trabajo de entrenamiento actúan como clientes SCADA en la arquitectura cliente-servidor distribuida del SCADA de entrenamiento en la sala de entrenamiento. Están diseñadas para llevar a cabo las funciones principales que se incluyen a continuación:

- Recopilar los estados/alarmas/eventos/datos en tiempo real, distribuidos por la aplicación del servidor SCADA;
- Enviar comandos hacia la aplicación del servidor SCADA;
- Proporcionar la GUI para monitorear y controlar el campo simulado;
- Controlar las estrategias de emergencia de ventilación del túnel;
- Controlar el nuevo encendido catenarío MV;
- Enviar solicitudes de comandos hacia PLC de simulación para las funciones de control;
- Seguridad de acceso del sistema;
- Control de alarmas y eventos;
- Enviar alarmas/eventos/mensajes a la impresora para impresiones en línea.

La impresora se conecta a la Ethernet TCP/IP LAN de la sala de entrenamiento.


La función es comunicar con el servidor de la aplicación y las estaciones de trabajo de entrenamiento, utilizados para imprimir a pedido imágenes, tales como las pantallas de GUI que se ejecutan en las estaciones de trabajo del entrenador o estudiantes.

15.2.4 Recopilación de datos

Como en el SCADA real, el modo de recopilación de datos desde PLC es modo "sondeo", lo que significa que la información se trae cíclicamente. Este modo es adecuado al alcance del sistema, porque la comunicación sondeada con PLC simulados es excelente cuando no hay cambios rápidos en el proceso y el tiempo de ciclo de la recopilación de información sólo es una fracción de la tasa de cambio en el proceso.

15.3 ARQUITECTURA DE SOFTWARE DEL SIMULADOR DE SCADA

- **Software SCADA**


 AUTORIDAD DEL METRO DE LIMA
 REPRESENTANTE LEGAL

El sistema SCADA de entrenamiento se desarrollará según en entorno de software que permite la construcción de la arquitectura cliente/ servidor para la aplicación SCADA con un nivel alto de configuración, en el contexto industrial.

- **Controladores de comunicación**

El controlador de comunicación es lo que permite la interfaz de SCADA con los PLC de simulación.

15.3.1 Entorno de software

Al igual que para la producción, el software SCADA de entrenamiento se ha desarrollado utilizando los siguientes entornos de desarrollo:

- Software de aplicación de SCADA

El software de SCADA es un paquete utilizado para desarrollar y ejecutar aplicaciones en un contexto de automatización industrial. Este software se estructura en módulos donde el principal es el módulo DB, a cual todos los demás hacen referencia.

- módulo de DB
- módulo de alarma
- Módulo de interfaz de operador
- módulo de tendencia de proceso
- módulo de desarrollo
- módulo de informes
- Módulo de eventos

- Software de PLC

Este software es el entorno de desarrollo utilizado para programar la lógica de PLC.

Los PLC simulados se desarrollarán con el objetivo de recibir entradas específicas desde el SCADA de entrenamiento, como sucede normalmente para el SCADA actual, pero con la diferencia de que podrán responder al servidor de la aplicación mediante el uso de escenarios configurados previamente. Es decir; el PLC simulado responderá siempre con el mismo resultado cuando recibe una entrada específica.

16. ALMACENAMIENTO DE DATOS (DWH)

16.1 Descripción general


El sistema de almacenamiento de datos (DWH) permite la adquisición, el registro y la presentación de alarmas que surgen en distintos sistemas heredados, heterogéneos y externos conectados al DWH a través de la red de comunicación provista.

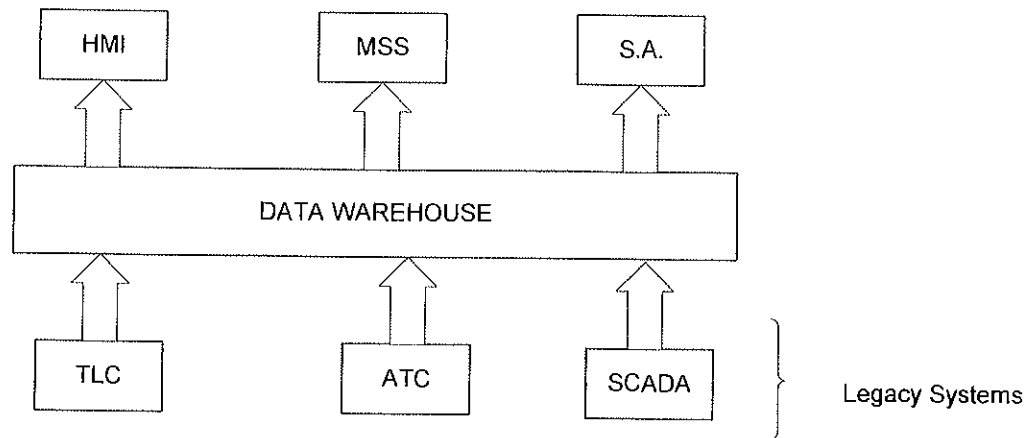
Las señales provienen de cada sub-sistema al DWH de dos formas:

- Directamente, a través de una conexión TCP/IP a los sistemas fuente de señales: estos sistemas deben actuar también como "portales" para el sistema conectado indirectamente.
- Indirectamente, a través de una conexión TCP/IP en representación de otro sub-sistema que actúa como concentrador de los sub-sistemas fuente de señales.

Los sistemas conectados son:

- ATC: Control automático de trenes
- TLC: Sistemas de telecomunicaciones
- SCADA: Sistema de control supervisor y adquisición de datos


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALBERTO MITCHELL CARRERA
 REPRESENTANTE LEGAL




Legenda	
MMIS:	Maintenance Management Information System
HMI:	Human-Machine Interface
S.A.:	Service Availability

Las señales (alarmas) recopiladas desde los sub-sistemas fuente se almacenan, en un formato normalizado, en un conjunto de tablas de base de datos apropiado donde accederás las estaciones del cliente, a través de un servidor WEB, para buscarlos y mostrarlos según las solicitudes de los operadores.

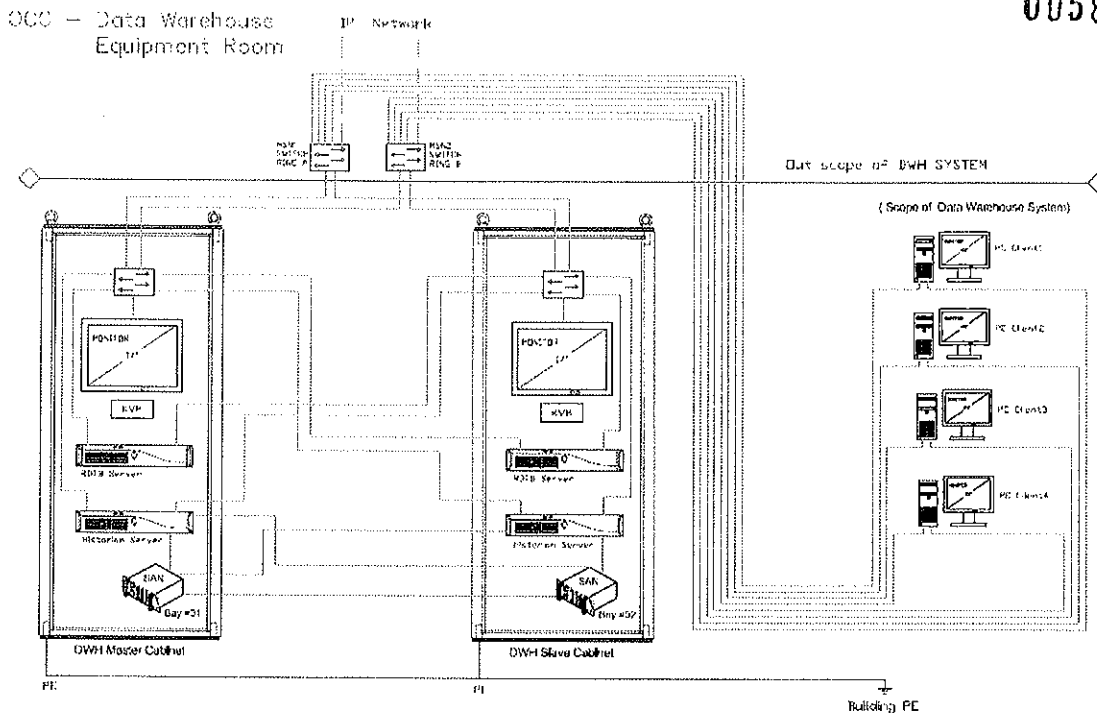
El DWH se caracteriza por las siguientes instalaciones y beneficios principales:

- uso de equipo tecnológica de avanzada para lograr rendimientos avanzados que requieren las infraestructuras de ferrocarriles modernas;
- tener rendimientos buenos y confiables para sostener los objetivos de disponibilidad requeridos
- uso de equipo tercerizado que se puede comprar desde muchos proveedores
- obtención simple de repuestos con plazo de entrega corto sin tener que inmovilizar grandes cantidades de repuestos;
- uso de una arquitectura HW expansible y capaz que controlar los dispositivos requeridos para extensiones futuras;

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AUTORIZADO PARA EMITIR ESTE DOCUMENTO
 RESPECTIVAMENTE LEGAL



Xo



El Hardware incluye una arquitectura redundante que contiene los siguientes componentes:

- Cabina #01
 - Servidor de aplicación, que aloja principalmente:
 - Intermedio de comunicación;
 - Servidor WEB
 - Adaptadores
 - Servidor de DB: es el componente del sistema DWH destinado a archivar todas las alarmas o eventos que provienen de los sub-sistemas conectados.
 - SAN (red de área de almacenamiento): es el componente destinado a almacenar y compartir todas las alarmas y eventos procesados por los servidores de DB.

El cliente DWH es el componente que se dedica a la interfaz de HMI

- Cabina #02
 - Incluye el mismo componente que la cabina #01

Los dos servidores (aplicación y DB) en dos cabinas diferentes se configuran en respaldo en rápido (uno para aplicación y uno para DB) para garantizar un alto nivel de disponibilidad

Clase de función

Descripción de función

Recopilación de alarmas

Recopilación de alarmas técnicas principales del sub-sistema

Interfaz gráfica de usuario

GUI para representar la información recopilada al operador

Sincronización de tiempo

Sincronización de reloj con la hora del servidor

Control de alarmas

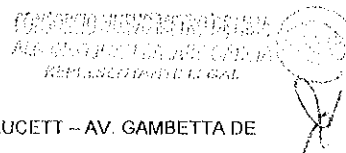
Control e informes de alarmas para los operadores

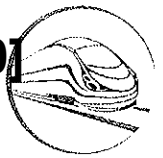
Control de eventos

Control e informes de eventos para los operadores

Base de datos de historial

Base de datos de historial para alarmas recopiladas





16.2 Arquitectura del sistema

005887

El DWH será un cliente-servidor basado en sistema de cálculo (CSBC).

En esta arquitectura, las aplicaciones se centralizan y ejecutan por un servidor que proporciona servicios para permitir que los clientes interactúen con el sistema.

Se han considerado los siguientes temas en el diseño del sistema:

- Rendimientos
- Confiabilidad
- Capacidad de expansión
- Mantenimiento y control
- Costos

La infraestructura de hardware del sistema incluye los siguientes componentes:

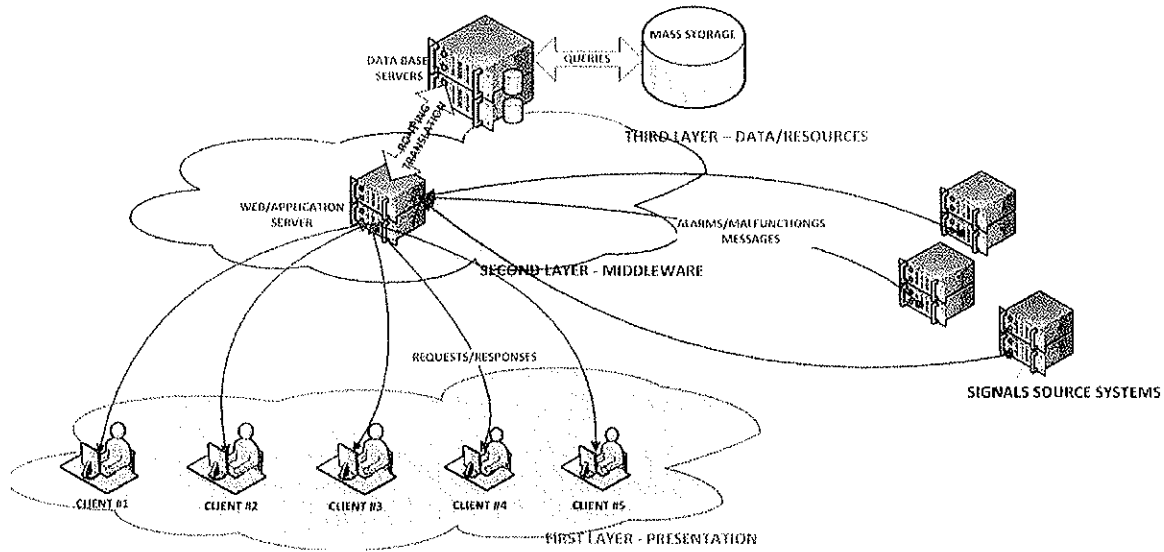
- Una LAN (ATN) de alta velocidad del centro de control privado que conecta los servidores, los clientes y la impresora.
- Un grupo centralizado de servidores correctamente estructurados para garantizar el nivel alto de confiabilidad y rendimiento solicitado por el sistema. Se han identificado tres clases de servidores lógicos en el sistema:
 - El servidor de base de datos que aloja Oracle DBMS.
 - Los servidores de aplicación que controlan la adquisición y el archivo de alarmas;
 - El servidor WEB que responde las solicitudes del cliente.
- Las estaciones del cliente ubicadas en la sala de mantenimiento, conectadas con el servidor WEB a través de la LAN, implementando las funciones de GUI (Interfaz gráfica de usuario).
- Impresora.

El diseño del sistema DWH se basa fundamentalmente en la arquitectura de software de tres niveles:

- El primero, **Presentación**, implementar las funciones GUI y permite que los operadores interactúen con el sistema a través del uso de estaciones locales mediante el servidor WEB.
- El segundo, **Intermedio**, se implementa de acuerdo con las arquitecturas orientadas de servicios y ofrece una fase de comunicación común para conectar todos los sub-sistemas al DWH: dirige y adapta las solicitudes que provienen de
 - Las Estaciones de GUI al Sub-sistema y dirige y adapta todas las alarmas que provienen de los sub-sistemas a las Estaciones GUI de DWH y la base de datos.
- El tercero, **Datos/recursos**, se basa en las funciones Oracle DBMS y aloja las alarmas registradas de todo el sistema.

La siguiente imagen muestra un ejemplo de la **arquitectura de "tres niveles"**:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALBORNOZ HUAYLLABAMBA CALLAO
REPRESENTACIÓN LEGAL



17. ALCANCE DE LA PROVISIÓN

En este capítulo, se analiza y detalla el sistema descrito anteriormente con un enfoque cuantitativo para definir mejor la extensión del suministro y las dimensiones del sistema. Descripción general de la configuración de rieles del metro de Lima:

Características	Línea 2	Línea 4
Longitud aproximada	27.3 km	7.7 km
Cantidad de estaciones	27 (subterráneas) 2 terminales 22 estaciones de tránsito 3 estaciones de conexión	8 (subterráneas) 2 terminales 5 estaciones de tránsito 1 estaciones de conexión
Ejes de ventilación/ intervención	26	7
PLANTA/ TALLER (DEPOT)	1 (Santa Anita)	1 (Bocanegra)
Sala de control central normal (sala de control PCO-N)	1 (Santa Anita)	1 (Bocanegra)
Sala de control central de emergencias (Sala de control PCO-E)	Una TBD de estación en a fase ejecutiva del proyecto	Una TBD de estación en a fase ejecutiva del proyecto
ASIENTO	4 en la línea	2 en la línea
SSE	15 a lo largo de la línea + 1 en depósito	4 a lo largo de la línea + 1 en depósito

CONSORCIO [6271] NUEVO METRO DE LIMA
 AV. FAUCETT 1001 - LIMA
 TEL: 011 222 4422 - FAX: 011 222 4423

17.1 Centro de control y centro de control de emergencias (PCO-N & PCO-E)

17.1.1 Cabina del servidor de SCADA

El siguiente equipo del Sistema SCADA se instalará en el centro de control:

- N. 2 Servidores SCADA en configuración redundante;
- N. 2 Servidores DB en configuración redundante;
- N. 1 licencia completa de SCADA (en configuración de respaldo);
- N. 1 licencia completa de DB (en configuración de respaldo);
- N. 2 KVM para compartir monitor, teclado y ratón para los dos cluster de procesamiento;
- N. 1 PLC para recopilación de señales de SEGURIDAD.
- N. 2 Cabinas de servidor
- N° 1 HMI en cumplimiento con SIL-2 (2 cabeceras);
- N° 1 Unidad de coordinación en cumplimiento con SIL-2;

17.1.2 Cabina del servidor de SCADA de entrenamiento

PCO-E SCADA se usará también para fines de entrenamiento y simulación

17.2 Estaciones

El siguiente equipo del Sistema SCADA se instalará en cada estación:

- N. 1 Bastidor SCADA para BMS (incluso PLC, módulos DI/DO (seguros e inseguros), módulos ETH, panel de pantalla táctil)
- Equipo de bombero que incluye botones y luces indicadoras con el objetivo de activar los Dispositivos contra incendios ubicados en
 - Estación previa
 - Estación actual
 - Estación siguiente
 - Ejes de ventilación contiguos a la estación actual

17.3 Ejes de ventilación

N. 1 Bastidor concentrador de SCADA (incluso PLC, módulos DI/DO (seguros e inseguros), módulos ETH, panel de pantalla táctil,...)

SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

El siguiente equipo del Sistema SCADA se instalará en cada sub-estación eléctrica:

N. 1 Bastidor concentrador de SCADA (incluso PLC, módulos DI/DO (seguros e inseguros), módulos ETH, panel de pantalla táctil,...)

18. SUMINISTRO E INSTALACIÓN

18.1 Áreas de la estación y salas de equipos

Para la instalación en cualquier planta existe una serie de criterios importantes que se pueden aplicar igualmente a la sala de equipos.

Estos criterios son los siguientes:

“Listo para la instalación” se define cuando se cumplen los siguientes criterios:

El contratista civil proporciona el acceso según los requisitos de ingreso para esa área de trabajo en particular y como se acordó en el momento oportuno en las reuniones de coordinación.

Los recursos para la instalación están disponibles en el emplazamiento, incluyendo la mano de obra, el equipo y los materiales.

El diseño de instalación para esa locación se completa con los dibujos de "Aprobado para la construcción" disponibles en el emplazamiento.

Las rutas de acceso son adecuadas, están limpias y libres de obstáculos.

Los procedimientos de posesión en el emplazamiento se encuentran establecidos y se hacen cumplir, lo que incluye los controles de acceso al emplazamiento y las medidas de seguridad.

El suministro de energía y la iluminación adecuados están disponibles en el lugar de trabajo.

18.2 Centro de control

Se refiere al OCC en el taller. El OCC es de alta prioridad y las tareas de instalación se centran en las siguientes locaciones:

Salas de equipos

Una vez que se alcanzan los requisitos de "listo para la instalación", como se definió anteriormente, la instalación puede empezar con:

Instalación de las vías de cables y el tendido de los cables (se requiere la coordinación con el contratista civil para la instalación de los pisos elevados).

Instalación del equipo restante y conexión de cables.

comienzo de la inspección local y pruebas de instalación.

Sala del centro de control

Una vez que se alcanzan los requisitos de "listo para la instalación", como se definió anteriormente, la instalación puede empezar con:

Posicionamiento de los equipos, instalación de paneles y monitores en la sala de control.

Instalación del equipo restante y conexión de cables.

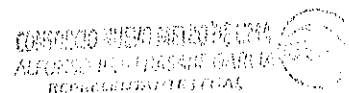
comienzo de la inspección local y pruebas de instalación.

Una vez que se disponga de la alimentación eléctrica general, se podrán completar las pruebas locales y la puesta en marcha de la instalación.

18.3 Prueba y actividades de puesta en marcha

La puesta en marcha consta de las siguientes acciones.

- Reunir los documentos y especificaciones necesarios.
Se juntan los "dibujos tal como se ha construido" y las especificaciones del sistema relacionados con el diseño del proyecto para brindar toda la información y el conocimiento necesarios según los requisitos del equipo de puesta en marcha.
- Realizar los procedimientos de prueba detallados
Una vez recogida la documentación del proyecto y las especificaciones del sistema pertinentes referidas a las pruebas y las verificaciones, se realizan los procedimientos de prueba detallados en cooperación con el departamento de ingeniería.
- Se comprueba la calibración de las herramientas y los instrumentos
El equipo de puesta en marcha es responsable de la fiabilidad de los instrumentos y herramientas adoptados, y deberá tener en cuenta la fecha de vencimiento de la calibración y certificación. Con la cooperación de su estructura, el equipo de puesta en marcha administrará los instrumentos y las herramientas del proyecto necesarias para las pruebas y la puesta en marcha de la ejecución del proyecto.
- Realizar pruebas de funcionamiento de los sub-sistemas.



Según las pruebas y el procedimiento de verificación asignado por el "plan de pruebas de puesta en marcha", se realizará una prueba del sub-sistema.

- Actividades de monitoreo de la puesta en marcha.

Según el "plan de pruebas y de puesta en marcha", el administrador de la puesta en marcha monitoreará el progreso de las actividades de pruebas e implementará acciones para reanudar el plan en caso de demoras.

Detectar cambios en el diseño respecto al plano de obra acabada.

El Equipo de puesta en marcha detectará los cambios respecto al diseño original ocurridos durante las actividades de prueba y puesta en marcha. El equipo reunirá la información necesaria y registrará los cambios de diseño para proporcionar al departamento de ingeniería la documentación de "planos de obra acabada".

- Solicitud de la participación de funcionamiento y mantenimiento.

El administrador de la puesta en marcha solicitará la participación de O&M durante las pruebas y las fases de puesta en marcha del sistema, para transferir toda la información necesaria sobre las mejores prácticas de todo el sistema de transporte y del servicio de funcionamiento a cargo del departamento de O&M.

- Proporcionar comentarios para los planos de obra acabada.

Al finalizar las fases de pruebas y puesta en marcha, el equipo de puesta en marcha tiene la tarea de compartir la información sobre los resultados de la instalación de los sub-sistemas y los comentarios de los planos de obra acabada con el departamento de ingeniería.


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALONSO JUAN BALABE CAROL
REPRESENTANTE LEGAL

005892

<p>C.1.2</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
----------------------------------	---

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.3.2) IWS – INTEGRATED WORKSTATION SYSTEM


CONSORCIO [6275] NUEVO METRO DE LIMA
Agencia de Promoción de la Inversión Privada
REPRESENTACIÓN DEL E.C.M. 

Índice

005893

1. OBJETIVO	1
1.1 Uso.....	1
1.2 Aplicación	1
1.3 Documentos de Referencia.....	1
1.4 Registro de Trazabilidad de cambios.....	1
1.5 Definición de Términos, acrónimos y abreviaturas.....	1
2. REGLAMENTACIÓN Y NORMAS	2
3. REQUISITOS DE DISEÑO	3
3.1 Requisitos generales.....	3
3.2 Remotización del equipo.....	3
3.3 Disponibilidad.....	3
3.4 Seguridad.....	3
4. ARQUITECTURA	3
4.1 Diagrama de bloqueo general.....	3
4.1.1 Mezclador de audio	4
4.1.2 Controlador de estación de trabajo integrado	4
4.1.3 Clientes tecnológicos	5
4.1.4 Periféricos.....	5
4.1.5 Extensión de cable.....	5
5. PERFIL DE USUARIO	6
5.1 Perfil de controlador de trenes	7
5.2 Perfil SCADA.....	7
5.3 Perfil PIS.....	8
5.4 Perfil de controlador de trenes.....	9
5.5 Procedimiento de inicio de sesión	9
5.6 Procedimiento de cierre de sesión.....	10
6. CONFIGURACIÓN DE IWS	11
7. SUMINISTRO E INSTALACIÓN	12
7.1 Centro de control.....	12
7.2 Prueba y actividades de puesta en marcha.....	13

CONSORCIO INTERMUNICIPAL
ALCALDES DE LIMA Y CALLAO
EL CONSORCIO DEL METRO DE LIMA



005894

1. OBJETIVO

1.1 Uso

En este documento se describe el sistema de estación de trabajo integrado: este sistema permite una solución integrada para el control de las estaciones de trabajo del operador del centro de control de operaciones (OCC).

El sistema de estación de trabajo integrado (IWS) permite que un solo operador controle y supervise todas las funciones.

Este documento se aplica al sistema IWS para Lima y Callao Metro (Línea 2 y Ramal 4).

1.2 Aplicación

Este documento se aplica a Lima y Callao Metro, que se ubicará en Lima, Perú.

1.3 Documentos de Referencia

"Anexo 6 - Especificaciones Técnicas "

1.4 Registro de Trazabilidad de cambios

Primera Emisión

1.5 Definición de Términos, acrónimos y abreviaturas

BMS	Sistema de control de edificio
CC	Centro de control
DEPOT	Centro de control y mantenimiento
CCTV	Circuito cerrado de televisión
CW	Contratista de obras civiles
DB	Base de datos
DC	Corriente directa
DWH	Almacenamiento de datos
EMI	Interferencia electromagnética
FDS	Sistema de detección de incendios
GUI	Interfaz gráfica de usuario
HVAC	Calefacción, ventilación y aire acondicionado
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
I/O	Módulo de entrada/salida
ISO	Organización internacional de normalización
KVM	Teclado, video y monitor
LAN	Red de área local
LM	Voltaje bajo
MV	Voltaje mediano
O&M	Operación y mantenimiento
OPC	OLE para control de procesos

CONSORCIO [62771] NUEVO METRO DE LIMA
BIBLIOTECA DOCUMENTAL

OPC	OLE para control de procesos
PC	Computadora personal
PCO	Puesto central de operaciones
PCO-N	Puesto central de operaciones normal
PCO-E	Puesto central de operaciones de emergencia
PSIS	Sistema de información para pasajeros
RAM	Confiabilidad, disponibilidad, mantenimiento
RO	Sólo lectura
SCADA	Control supervisor y adquisición de datos
SIG	Señalización
SSO	Conexión única
UPS	Suministro de energía ininterrumpido
WAN	Red de área amplia

2. REGLAMENTACIÓN Y NORMAS

- **EN 50126** Railway Applications – The Specifications and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS).
- **EN 50128** Railway Applications – Communication, Signalling and Processing Systems – Software for Railway Control and Protection Systems
- **EN 60721** Classification of Environmental Conditions.
- **EN 61000 -6-2** Electromagnetic Compatibility. Part 6-2: Generic Standards, Immunity for Industrial Environments
- **EN 61000 -6-4** Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards: Emission Standard for Industrial Environments.
- **IEC 60529** Degree of Protection Provided by Enclosures – IP Code
- **EN 61000 -4-5** Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and Measurement Techniques, Section 5: Surge Immunity Test.
- **ISO/IEC 11801** Information technology – Generic cabling for customer premises.
- **EN 50174 Part 1** Information Technology – Cabling Installation – Specification and Quality Assurance.
- **EN 50174 Part 2** Information Technology – Cabling Installation – Installation, Planning and Practices Inside Buildings
- **EN 50310** Application of Equi-potential Bonding and Earthing in Buildings with Information Technology Equipment.
- **UNI EN ISO 11064-1** Ergonomic design of Control Centres – Principals of Control Centre Design.
- **EN ISO 9000-3** Quality management and quality assurance standards- Part 3: Guidelines for the application of ISO 9001 to the development, supply, installation and maintenance of computer software.
- **ISO 10007** Quality management – Guidelines for configuration management.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO PORTO Y CAJALAN
REPUBLICA DEL PERU

3. REQUISITOS DE DISEÑO

3.1 Requisitos generales

La Estación de Trabajo Integrada de Operador (IWS) es una solución HW/SW que permite supervisar, desde una estación de trabajo integrada, el funcionamiento de rieles livianos utilizando un software específico.

El IWS reúne dentro de un elemento de arquitectura única todos los elementos funcionales de diversos clientes que se usarán para supervisar y controlar el sistema LRT desde el OCC.

Para poder trabajar, el IWS se conectará a cada servidor del sub-sistema.

La implementación específica de funcionalidades relativas a una tecnología exclusiva pertenece al alcance de trabajo del cliente SW y la arquitectura de esa tecnología.

3.2 Remotización del equipo

Los componentes activos del IWS se ubicarán dentro de la Sala de Control Técnico de OCC. Esta solución garantizará la reducción de ruidos en la sala de control y limitará también el flujo de calor en la sala. El puesto de trabajo de los operadores incluirá monitores, periféricos y dispositivo I/O. Se debe destacar que, en base al uso del sistema IWS, el operador controlará las funciones relacionadas a través de un teclado y un ratón.

3.3 Disponibilidad

El IWS cumplirá con los requisitos de disponibilidad del proyecto. El IWS se considera una parte del centro de control y, por lo tanto, ofrecerá la redundancia adecuada para garantizar que no existe ningún punto de falla. Hay varios IWS en cada sala de control para asegurar los requisitos de disponibilidad.

3.4 Seguridad

El IWS cumplirá con los requisitos de disponibilidad del proyecto LRT. Dado a que el IWS se conecta a la LAN del centro de control, ya está protegido por un mecanismo de seguridad importante.

4. ARQUITECTURA

El Puesto de Trabajo está desplazado en las siguientes Salas de Control:

- OCC Línea 2
- OCC Línea complementaria 2
- OCC Línea 4
- OCC Línea complementaria 4

4.1 Diagrama de bloqueo general

El diagrama de bloqueo general de la arquitectura es el siguiente:

CONSORCIO PARA EL NUEVO METRO DE LIMA
ALIANZA OPERATIVA CON
REMEDIACIÓN DE LIMA

005897

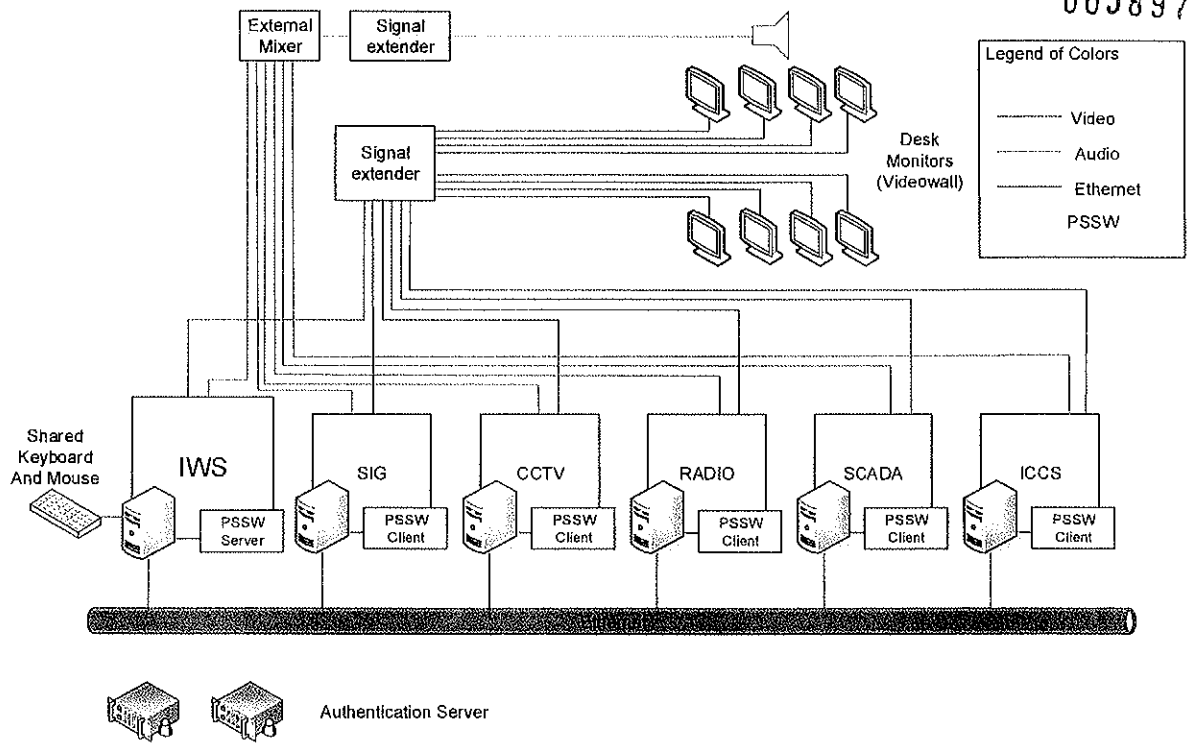


Figura 1 – Arquitectura general con matriz de video y estructura de monitores.

Esta arquitectura es un diagrama de la arquitectura general del sistema IWS.

El IWS incluirá:

- cables de video DVI-D.
- cables de audio analógicos.
- Ethernet LAN para la comunicación entre clientes.
- Todas las máquinas alojarán un software especial para el uso compartido periférico de entrada (PSSW).

4.1.1 Mezclador de audio

El mezclador de audio tiene como objetivo mezclar toda señal del puerto de salida de audio del cliente a un par de altavoces.

4.1.2 Controlador de estación de trabajo integrado

El IWSC es una PC general que actúa como núcleo de la solución.

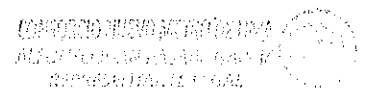
Incluye las siguientes funciones:

- control de inicio de sesión de los operadores
- uso compartido de los periféricos de entrada entre todos los clientes
- control de salida de sesión de los operadores

Para garantizar estas funciones, se instala una adaptación de software especial en el IWSC y accesible para todos los operadores:

PSSW, un software de plataforma que permite el uso compartido de periféricos de entrada en varias computadoras.

Otro SW necesario para asegurar el acceso a otros componentes de la arquitectura (es decir: controladores HW e interfaces SW).



4.1.3 Clientes tecnológicos

Otras máquinas diversas son parte del IWS, en particular la PC de un cliente para cada tecnología integrada estará disponible para cada IWS. Todos los clientes, además, están conectados al servidor de la tecnología respectiva a través de la misma LAN.

Las conexiones cliente/servidor y los protocolos de intercambio de datos no están incluidos en este documento.

4.1.4 Periféricos

A través del PSSW, el ratón y el teclado del IWSC se pueden compartir en forma selectiva entre el IWSC y un cliente conectado o más.

Mediante PSSW, cada vez que el puntero del ratón llega a un lado de la pantalla, el control (ratón y teclado) se cambia continuamente a uno de los clientes configurados y viceversa.

El efecto es que el puntero se mueve por las diversas pantallas como si lo hiciera alrededor de un escritorio único o un entorno de escritorio extendido.

Tan pronto como el operador inicia sesión en el IWSC, un texto de encendido lanza el PSSW con la configuración adecuada que refleja la disposición definida.

El operador entonces puede usar el mismo ratón y teclado en todos los clientes definidos en forma continua como si cada cliente ha estado ejecutando la misma máquina y el mismo escritorio extendido.

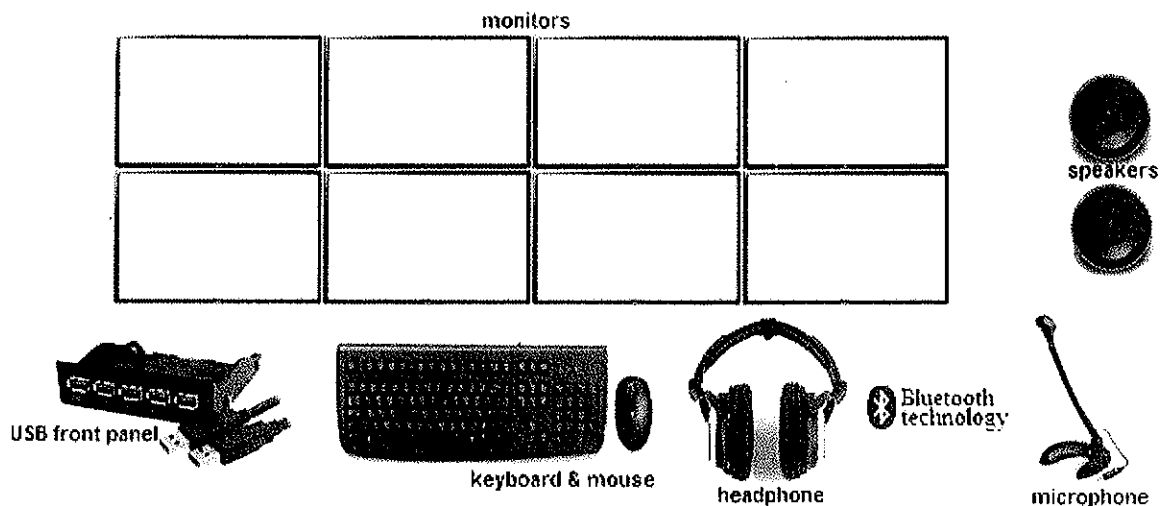


Figura 2 – Descripción general del escritorio

El uso de micrófono y auriculares es posible a través de una conexión cableada o mediante una conexión de Bluetooth.

4.1.5 Extensión de cable

Para mantener separado el IWS de la estación de trabajo física del operador, se usarán extensiones de cable para conectar los periféricos de I/O al IWS.

CONSORCIO INTERMUNICIPAL PARA
LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y
CALLAO
REPRESENTANTE LEGAL

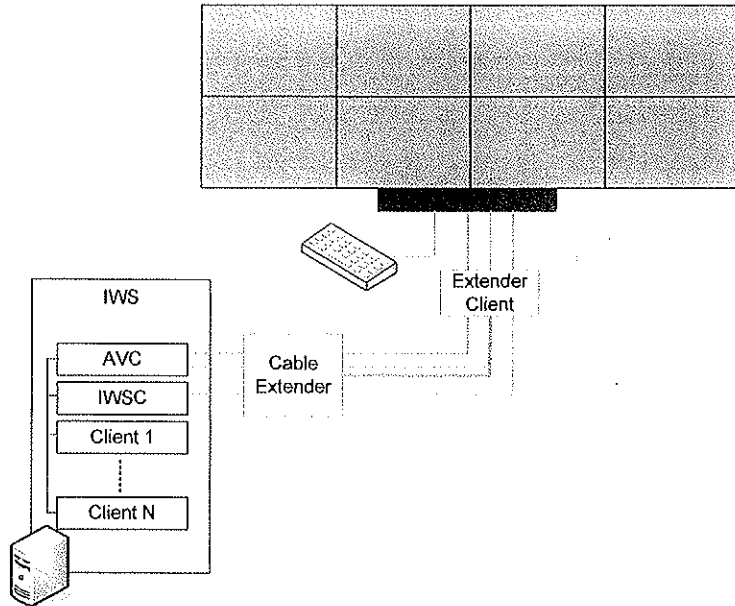


Figura 3 - Extensión

5. PERFIL DE USUARIO

Para cada puesto de trabajo corresponde una estructura de monitores y un número de cliente distinto, de acuerdo con el tipo de perfil de usuario.

Al encender el sistema, hay una ventana de inicio en el monitor central. El operador puede decidir su propio perfil. Se presentan un grupo de textos en la ejecución automática sobre el IWSC, que se basa en el perfil elegido.

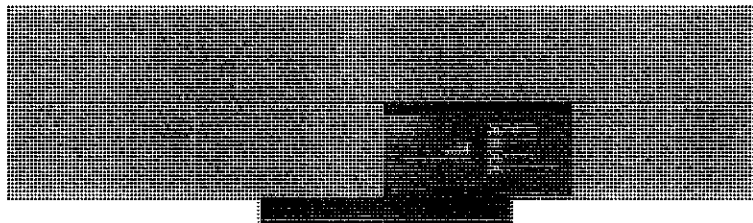


Figura 4 - Operador de inicio de sesión

Cada perfil estará equipado con:

- un auricular inalámbrico de comunicación
- altavoz y micrófono
- un equipo telefónico
- un teclado y un ratón

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
NUEVO METRO DE LIMA

5.1 Perfil de controlador de trenes

Después de iniciar sesión, el operador del CONTROLADOR DE TRENES observa la disposición que se muestra a continuación.

Con un ratón y un teclado, el operador puede interactuar con

- ATS HMI (distribuida en dos monitores)
- TCS HMI
- IXL HMI (distribuida en dos monitores)
- CCTV (distribuida en dos monitores) HMI
- RADIO
- IWS

El cruce del puntero del ratón y del teclado entre todas las ventanas que se muestran es automático.

ATS	ATS	IXL	IXL
TCS	CCTV	RADIO	IWS

Figura 5 – Descripción general del perfil del controlador de trenes

Para el operador del controlador de trenes habrá:

Puesto de trabajo N.º 2 en OCC línea 2

Puesto de trabajo N.º 2 en OCC línea complementaria 2

Puesto de trabajo N.º 1 en OCC línea 4

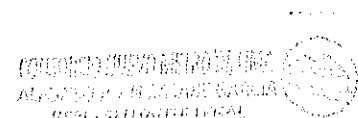
Puesto de trabajo N.º 1 en OCC línea complementaria 4

5.2 Perfil SCADA

Después de iniciar sesión, el operador del SCADA ve la disposición que se muestra a continuación.

Con un ratón y un teclado, el operador puede interactuar con

- SCADA BMS HMI (distribuida en dos monitores)
- SCADA PS HMI (distribuida en dos monitores)
- RADIO
- IWS



El cruce del puntero del ratón y del teclado entre todas las ventanas que se muestran es automático.

005901

SCADA BMS	SCADA BMS	IWS
SCADA PS	SCADA PS	RADIO

Figura 6 – Descripción general del perfil SCADA

- Para el operador del SCADA habrá:
- Puesto de trabajo N.º 1 en OCC línea 2
- Puesto de trabajo N.º 1 en OCC línea complementaria 2
- Puesto de trabajo N.º 1 en OCC línea 4
- Puesto de trabajo N.º 1 en OCC línea complementaria 4

5.3 Perfil PIS

Después de iniciar sesión, el operador del PIS observa la disposición que se muestra a continuación.

Con un ratón y un teclado, el operador puede interactuar con

- CCTV HMI
- TCS HMI
- RADIO
- IWS

El cruce del puntero del ratón y del teclado entre todas las ventanas que se muestran es automático.

TCS	IWS
CCTV	RADIO


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
 BOULEVARD DE LA CALLES 

Figura 7 – Descripción general del perfil PIS

- Para el operador del PIS habrá:



005902

- Puesto de trabajo N.º 1 en OCC línea 2
- Puesto de trabajo N.º 1 en OCC línea complementaria 2
- Puesto de trabajo N.º 1 en OCC línea 4
- Puesto de trabajo N.º 1 en OCC línea complementaria 4

5.4 Perfil de controlador de trenes

Después de iniciar sesión, el operador del SUPERVISOR observa la disposición que se muestra a continuación.

Con un ratón y un teclado, el operador puede interactuar con

- ATS HMI (distribuida en dos monitores)
- TCS HMI
- IXL HMI (distribuida en dos monitores)
- CCTV (distribuida en dos monitores) HMI
- RADIO
- IWS

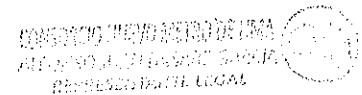
El cruce del puntero del ratón y del teclado entre todas las ventanas que se muestran es automático.

ATS	ATS	RADIO	TCS	IXL
SCADA BMS	SCADA BMS	SCADA PS	SCADA PS	IWS

Figura 8 – Descripción general del perfil SUPERVISOR

Para el operador del SUPERVISOR habrá:

- Puesto de trabajo N.º 1 en OCC línea 2
- Puesto de trabajo N.º 1 en OCC línea complementaria 2
- Puesto de trabajo N.º 1 en OCC línea 4
- Puesto de trabajo N.º 1 en OCC línea complementaria 4



5.5 Procedimiento de inicio de sesión

El IWS incluye un procedimiento de conexión única (SSO) al nivel del Sistema Operativo.

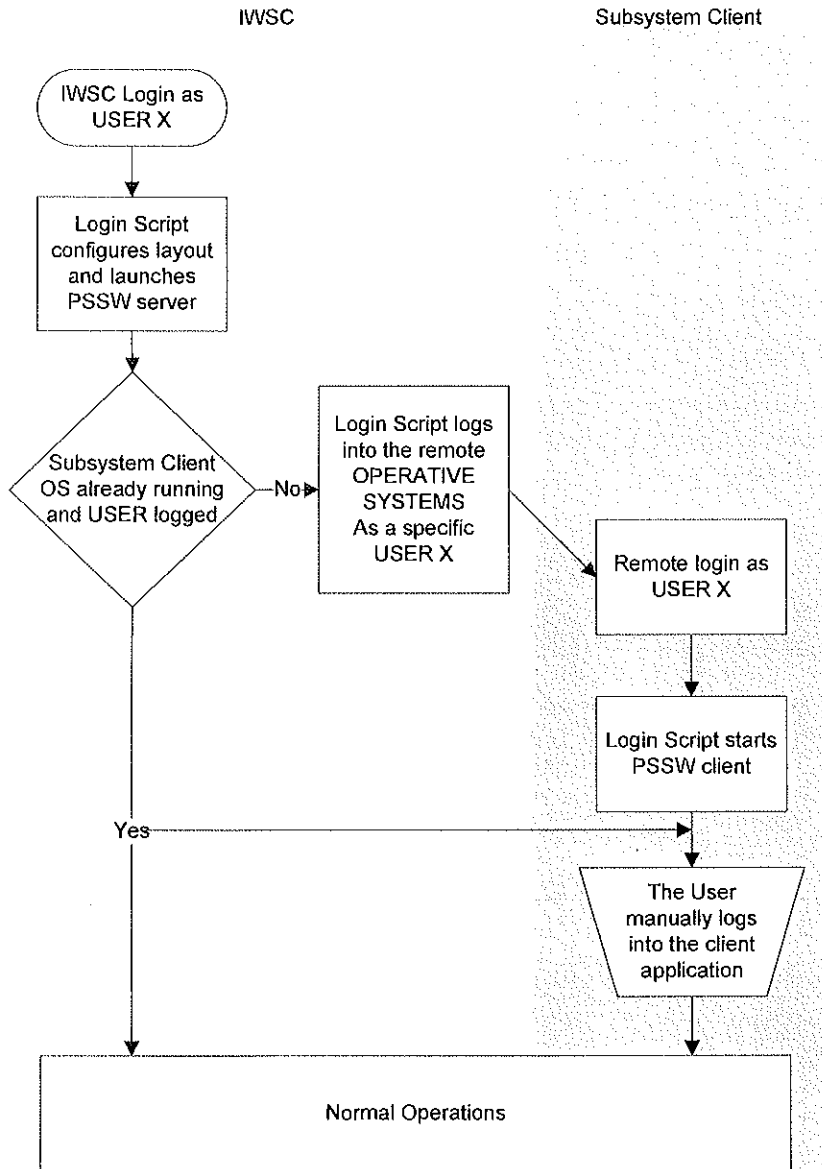


Figura 9 – Inicio de sesión SSO.


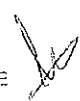
En detalle, siempre se iniciará sesión en los Sistemas operativos del cliente con un usuario específico y se exigirá que el usuario inicie sesión manualmente dentro de las aplicaciones del cliente.

5.6 Procedimiento de cierre de sesión

El procedimiento de cierre de sesión forzará al usuario a cerrar sesión de todas las aplicaciones activas del cliente antes de que pueda cerrar sesión del IWSC.

El IWSC puede entender cuando el usuario ha cerrado sesión de las aplicaciones del cliente y sólo entonces cierra la sesión del usuario del sistema IWS.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CALLAO
 REPRESENTACIÓN LOCAL

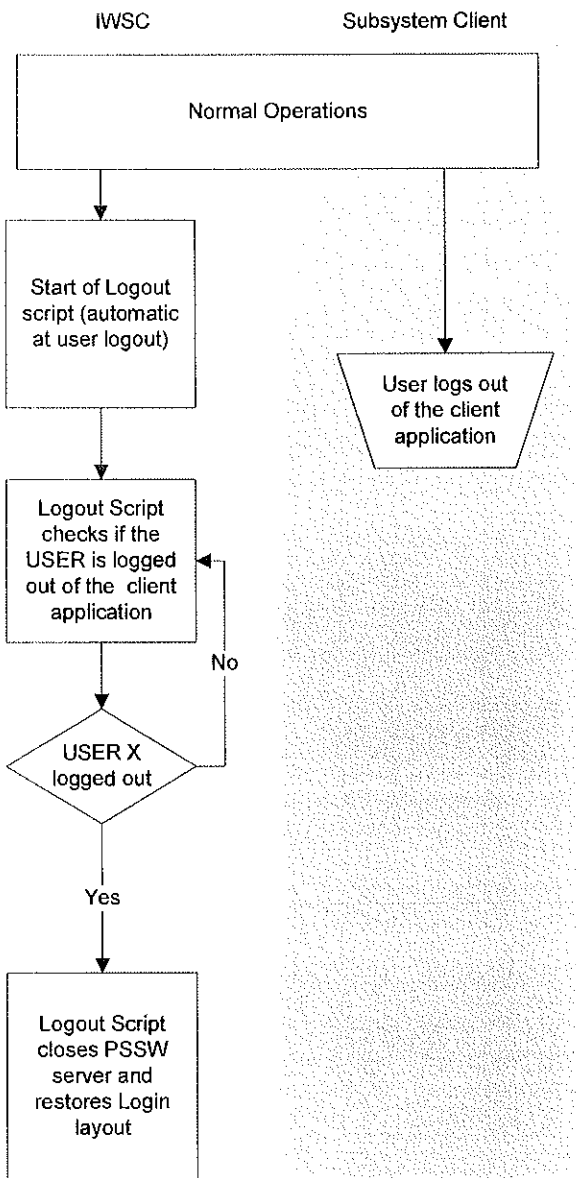



Figura 10 – Cierre de sesión SSO.

6. CONFIGURACIÓN DE IWS

La figura a continuación muestra un ejemplo de la configuración del IWS en el centro de control.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AV. N.° 100 - TORRE 01 - LIMA
 D. I. C. - TEL. 011 411 1111



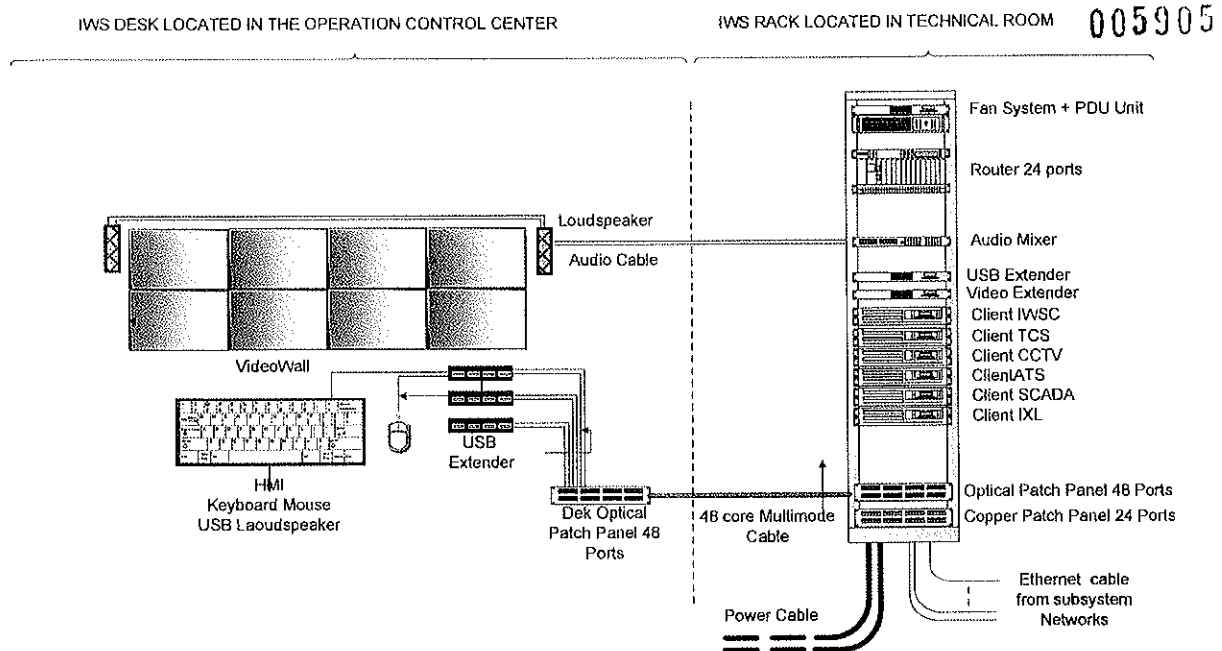



Figura 11 OCC de arquitectura general de IWS

Cada lugar de trabajo incluye dos partes principales:

- IWS DESK (IWS-DSK) – IWS-DSK representa todos los elementos ubicados en el escritorio para cada puesto de trabajo en la sala de control del operador
- IWS RACK (IWS-RCK) – IWS-RCK representa todos los elementos en el bastidor ubicados en la sala técnica.

7. SUMINISTRO E INSTALACIÓN

7.1 Centro de control

Se refiere al OCC en el taller. El OCC es de alta prioridad y las tareas de instalación se centran en las siguientes locaciones:

Salas de equipos

Una vez que se alcanzan los requisitos de "listo para la instalación", como se definió anteriormente, la instalación puede empezar con:

- Instalación de las vías de cables y el tendido de los cables (se requiere la coordinación con el contratista civil para la instalación de los pisos elevados).
- Instalación del equipo restante y conexión de cables.
- comienzo de la inspección local y pruebas de instalación.
- Sala del centro de control

Una vez que se alcanzan los requisitos de "listo para la instalación", como se definió anteriormente, la instalación puede empezar con:

- Posicionamiento de los equipos, instalación de paneles y monitores en la sala de control.
- Instalación del equipo restante y conexión de cables.
- comienzo de la inspección local y pruebas de instalación.

Una vez que se disponga de la alimentación eléctrica general, se podrán completar las pruebas locales y la puesta en marcha de la instalación.

005906


7.2 Prueba y actividades de puesta en marcha

La puesta en marcha consta de las siguientes acciones.

- Reunir los documentos y especificaciones necesarios.
Se juntan los “dibujos tal como se ha construido” y las especificaciones del sistema relacionados con el diseño del proyecto para brindar toda la información y el conocimiento necesarios según los requisitos del equipo de puesta en marcha.
- Realizar los procedimientos de prueba detallados
Una vez recogida la documentación del proyecto y las especificaciones del sistema pertinentes referidas a las pruebas y las verificaciones, se realizan los procedimientos de prueba detallados en cooperación con el departamento de ingeniería.
- Se comprueba la calibración de las herramientas y los instrumentos
El equipo de puesta en marcha es responsable de la fiabilidad de los instrumentos y herramientas adoptados, y deberá tener en cuenta la fecha de vencimiento de la calibración y certificación. Con la cooperación de su estructura, el equipo de puesta en marcha administrará los instrumentos y las herramientas del proyecto necesarias para las pruebas y la puesta en marcha de la ejecución del proyecto.
- Realizar pruebas de funcionamiento de los sub-sistemas.
Según las pruebas y el procedimiento de verificación asignado por el “plan de pruebas de puesta en marcha”, se realizará una prueba del sub-sistema.
- Actividades de monitoreo de la puesta en marcha.
Según el “plan de pruebas y de puesta en marcha”, el administrador de la puesta en marcha monitoreará el progreso de las actividades de pruebas e implementará acciones para reanudar el plan en caso de demoras.
Detectar cambios en el diseño respecto al plano de obra acabada.
El Equipo de puesta en marcha detectará los cambios respecto al diseño original ocurridos durante las actividades de prueba y puesta en marcha. El equipo reunirá la información necesaria y registrará los cambios de diseño para proporcionar al departamento de ingeniería la documentación de “planos de obra acabada”.
- Solicitud de la participación de funcionamiento y mantenimiento.
El administrador de la puesta en marcha solicitará la participación de O&M durante las pruebas y las fases de puesta en marcha del sistema, para transferir toda la información necesaria sobre las mejores prácticas de todo el sistema de transporte y del servicio de funcionamiento a cargo del departamento de O&M.
- Proporcionar comentarios para los planos de obra acabada.

Al finalizar las fases de pruebas y puesta en marcha, el equipo de puesta en marcha tiene la tarea de compartir la información sobre los resultados de la instalación de los sub-sistemas y los comentarios de los planos de obra acabada con el departamento de ingeniería.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO DE LA CRUZ GARCÍA
RESPONSABLE EJECUTIVO





<p>C.1.2.3</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
---	--

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.3.3) SERVICE AVAILABILITY

CONSORCIO SUCREMETRO S.A.
ALCALDÍA MUNICIPAL DE LIMA
DIRECCIÓN GENERAL

Índice

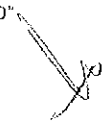
005908

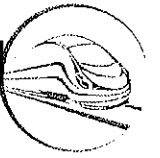
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 Finalidad del documento.....	5
1.2 Documentos de referencia.....	5
1.3 Organización del Documento	5
1.4 Aplicabilidad.....	6
1.5 Términos y Acrónimos.....	6
1.6 Descripción de las modificaciones	6
2. DESCRIPCIÓN GENERAL.....	6
2.1 ENTRADA DEL sistema.....	7
2.2 SALIDA del sistema.....	7
3. FUNCIONES DEL SOFTWARE DEL SISTEMA SA	7
3.1 Índice De Funciones.....	7
3.1.1 Función de Adquisición.....	7
3.1.2 Función de procesamiento.....	8
3.1.3 Funciones de consulta	8
3.1.4 Función de validación.....	8
3.1.5 Función de sincronización horaria	8
3.2 FUNCIONES DEL SISTEMA SA.....	8
3.2.1 Función de adquisición	8
3.2.2 Función de procesamiento.....	8
3.2.3 Modos de procesamiento	8
3.2.4 Funciones de consulta	9
3.2.5 Seguridad	10
3.2.5.1 LOGINUSERVIEW	10
3.2.6 Visualizador.....	11
3.2.6.1 EventTrainView.....	11
3.2.7 Informe.....	12
3.2.7.1 ReportCalcView	12
3.2.8 Gráficos	13
3.2.8.1 ChartCalcView	13
3.2.9 Tren.....	14
3.2.9.1 TrEN.....	14
3.2.10 Misc.....	15
3.2.10.1 LogBook.....	15
3.2.10.2 LogView.....	16
3.2.10.3 QueueView	17
3.2.11 Configuraciones.....	18
3.2.11.1 UserView	18
3.2.11.2 ChangePasswordView.....	18
3.2.11.3 SettingsView	19
3.2.11.4 ActivePlatformView	20






- 3.2.11.5 TerminalPlatformView 21
- 3.2.12 Función de Validación 22
 - 3.2.12.1 UnavailabilityTimePlatformView 22
- 4. ARQUITECTURA GENERAL 23
 - 4.1 Arquitectura software física 23
 - 4.1.1 Capas de aplicaciones 23
 - 4.2 Arquitectura del Hardware 24
 - 4.3 Entorno tecnológico de referencia 25
 - 4.3.1 Entorno de software 25
 - 4.3.2 Entorno de hardware 25
 - 4.4 Descripción de los componentes 26
 - 4.4.1 SA GUI 26
 - 4.4.2 SA WEB 27
 - 4.4.3 SA Servicio DWH 28
 - 4.4.4 SA Servicio de cálculo 29
 - 4.4.5 Servicios de infraestructura 29
 - 4.4.5.1 SA.Core 29
 - 4.4.5.2 SA.Data 29
 - 4.4.5.3 Microsoft Enterprise Library 29
- 5. HARDWARE INCLUIDO EN EL EQUIPAMIENTO 29
 - 5.1 Resumen del Equipamiento Hardware Suministrado 29
 - 5.2 Configuración de Línea 2 / 4 30
 - 5.3 Garantía de los Componentes del Hardware 30
- 6. Prestaciones incluidas 30
 - 6.1 wp 1.2: diseño 31
 - 6.1.1 Diseño preliminar 31
 - 6.1.1.1 Producción prevista para la fase de diseño preliminar 31
 - 6.1.2 Diseño detallado 32
 - 6.1.2.1 Producción prevista para el diseño detallado 32
 - 6.1.3 Integración del diseño 33
 - 6.1.4 Ingeniería preliminar 33
 - 6.1.4.1 Producción prevista para la ingeniería preliminar 33
 - 6.1.5 Ingeniería detallada 33
 - 6.1.5.1 Producción prevista para la ingeniería detallada 33
 - 6.1.6 Como construido 34
 - 6.2 WP 1.3: Logística de Sitio 34
 - 6.3 WP 1.4: Evaluaciones y Puesta en Marcha 34
 - 6.4 WP 1.5: Capacitación 35
- 7. PLAN DE ACTIVIDADES 35
- 8. APÉNDICE A 35
 - 8.1 SA-WS-01 –estación de trabajo SA 36
 - 8.2 SA-WS-01 –servidor SA 36

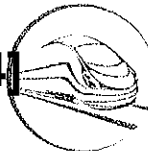




005910

9. SUMINISTRO E INSTALACIÓN.....	36
9.1 CENTRO DE CONTROL.....	37
9.2 PRUEBA Y ACTIVIDADES DE PUESTA EN MARCHA.....	37

CONSORCIO [6293] CON
NUEVO METRO DE LIMA
NUEVO METRO DE LIMA



005911

1. INTRODUCCIÓN

1.1 FINALIDAD DEL DOCUMENTO

El presente anexo técnico tiene la finalidad de describir las características del suministro de un sistema integrado para el cálculo de los parámetros de las prestaciones de cada una de las líneas del metro de Lima según los requisitos previstos en el pliego. Dicho sistema será parte integrante del Puesto Central Operativo (PCO) de cada línea del metro de Lima y contará con las tecnologías previstas.

Lima es la capital del Perú, cuenta aproximadamente con 11 millones de habitantes y adolece de carencias en la infraestructura del transporte público. El transporte privado representa el principal medio de desplazamiento con los consiguientes problemas para la movilidad urbana. El municipio de Lima está planificando una reordenación total de la actual red de transporte público y planea potenciarla mediante directrices futuras para el transporte. En este contexto los proyectos y la construcción de la línea 2 y parte de la línea 4 constituyen el corazón del futuro sistema.

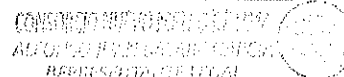
1.2 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Nº	Título	Código
[Ref. 1]	Versión Final de Contrato 14 03 2014	

Documentos ANEXOS

Nº	Título	Código
----	--------	--------

1.3 ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO



El contenido del presente Anexo técnico está organizado del siguiente modo:

- El capítulo [1] describe la finalidad del documento
- El capítulo [2] suministra una descripción general del proyecto
- El capítulo [3] describe el subconjunto de funciones software del sistema para el cálculo de la disponibilidad de servicio
- El capítulo [4] ilustra la arquitectura general del sistema



- El capítulo [5] presenta el conjunto de componentes del hardware requeridos para implementar todo el sistema;
- El capítulo [6] presenta y detalla las prestaciones incluidas en la propuesta
- El capítulo [7] suministra el plan de actividades correspondientes al proyecto.
- El apéndice [A] contiene las fichas técnicas de los aparatos del hardware previstos para el sistema SA.

1.4 APLICABILIDAD

El presente documento se puede aplicar al sistema de cálculo de los índices prestacionales de las líneas del metro de Lima.

1.5 TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

Nombre	Descripción
DBMS	Sistema de gestión de base de datos
DWH	Almacenamiento de datos
Form	Término usado para indicar la interfaz de una aplicación
HMI	Interfaz hombre-máquina
HW	Hardware
OCC	Centro de control de operaciones
OS	Sistema Operativo
PBS	Estructura de descomposición de producto
RIA	Aplicación rica de Internet
SA	Disponibilidad del servicio
SW	Software

1.6 DESCRIPCIÓN DE LAS MODIFICACIONES

Revisión	Fecha	Descripción
1	18/12/2013	Primera versión

2. DESCRIPCIÓN GENERAL

El sistema para el "cálculo de la disponibilidad de servicio", de ahora en más SA, tiene la función de calcular los índices prestacionales de los datos de funcionamiento del sistema. Dichos índices son necesarios para comprender si el funcionamiento de una de las líneas del metro de Lima corresponde a lo establecido contractualmente.

005913

El sistema SA que Mate Consulting desea implementar está basado en el conocimiento adquirido durante la realización de los sistemas: PIC (Performance Index Calculator), realizado para la línea C del metro de Roma y SA Riyadh para APM mover de Riyadh.

2.1 ENTRADA DEL SISTEMA

El sistema está preparado para recibir el ingreso de los horarios de explotación (intervalos) que un operador implementa mediante la específica interfaz de usuario, y los datos provenientes de las instalaciones, obtenidos de la explotación real del Metro.

Los datos de las instalaciones del sistema de transporte se obtienen del "sistema de normalización de datos" y una parte de los mismos, significativa para el cálculo de los índices prestacionales, se suministra al "sistema para el cálculo de índices prestacionales".

2.2 SALIDA DEL SISTEMA

En función de entrada, el sistema procesa las fórmulas para medir los índices prestacionales, visualizando cada tanto los valores calculados.

El sistema permite a los usuarios habilitados que generen y gestionen informes, configurando el tipo de informe deseado y el período correspondiente.

Dicha información se puede visualizar en el monitor del sistema y guardar en formatos estándar (por ej. Excel, Word, Pdf) y posteriormente imprimirse.

El acceso al sistema solamente estará permitido al personal habilitado, protecciones establecidas mediante (nombre de usuario y contraseña).


3. FUNCIONES DEL SOFTWARE DEL SISTEMA SA

En el siguiente capítulo se describen las funciones principales del software para el cálculo de la disponibilidad de servicio, que será desarrollado/completado por Mate Consulting.

3.1 Índice De Funciones

Las funciones del sistema SA se pueden agrupar según cinco categorías:

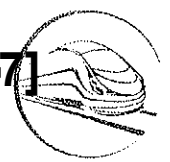
- Adquisición
- Procesamiento
- Consulta
- Validación
- Sincronización horaria


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALTO DEL SOL 1001 - LIMA
 Teléfono: 011 476 1000

3.1.1 Función de Adquisición

Esta función consiste en la capacidad de comunicarse con sistemas externos para localizar los datos que se deben procesar. Dicha capacidad se adquiere mediante el diálogo con el sistema DWH. El sistema DWH se ocupará de interactuar con el servidor del PCO de los diferentes sub-sistemas tecnológicos con el fin de reunir los datos provenientes de las diferentes unidades de instalaciones. Se ocupará también de normalizarlos y memorizarlos para que puedan ser aprovechados para futuros procesamientos.

El sistema SA se conectará especialmente con el sistema DWH mediante un específico componente del software capaz de comunicarse a través de un protocolo preestablecido.



005914

3.1.2 Función de procesamiento

Esta función consiste en la ejecución de procesos, a intervalos establecidos o según requerimiento, para el procesamiento de datos adquiridos con el fin de obtener los valores de los indicadores prestacionales definidos contractualmente. El sistema SA procesa los indicadores utilizando fórmulas definidas específicamente para el sistema de cálculo de los índices prestacionales para las líneas del metro de Lima. Se da por sentado que los indicadores definidos contractualmente que el sistema SA deberá calcular serán los mismos para todas las líneas del metro de Lima. Se da por sentado que los indicadores definidos contractualmente que el sistema deberá calcular serán los mismos para todas las líneas del metro de Lima.

3.1.3 Funciones de consulta

Las funciones de consulta permiten a los usuarios habilitados que puedan examinar los datos procesados por el sistema SA. Dichas funciones son llevadas a cabo por una interfaz específica HMI.

3.1.4 Función de validación

Esta función permite validar los resultados obtenidos del cálculo. En caso de que el operador no haya efectuado la validación de los indicadores computados por el sistema no será posible la generación de los informes respectivos.

3.1.5 Función de sincronización horaria

El sistema de cálculo de la disponibilidad de servicio implementa una función de sincronización que permite mantener su reloj interno siempre en concordancia con el reloj de referencia del sistema central (Master Clock) suministrado por el sistema de telecomunicaciones del centro. Dicha función se implementará a través de las primitivas del sistema operativo del servidor SA.

3.2 FUNCIONES DEL SISTEMA SA

3.2.1 Función de adquisición

El sistema está preparado para recibir la entrada de datos de la instalación mediante un servicio específico de Windows, el cual implementa el protocolo de comunicación definido por el sistema DWH.

Dicho servicio cumple las siguientes actividades principales:

Recepción de datos de la instalación del sistema DWH

Asociación de los datos, o sea que relaciona los datos de la instalación con datos registrados gestionados internamente por el sistema SA (por ejemplo, registro de andenes).

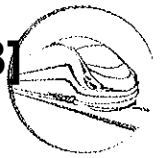
3.2.2 Función de procesamiento

El sistema procesa los datos recibidos mediante la ejecución continua de un servicio de Windows, el cual tiene la tarea de procesar los datos recibidos para calcular los índices prestacionales.

3.2.3 Modos de procesamiento

El servicio ejecuta los cálculos según dos modos: automático y manual.


 CONSORCIO PROMOCIÓN INVERSIÓN
 AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA



El modo automático no necesita de acciones por parte del operador y permite ejecutar las actividades de cálculo programadas en forma autónoma por el servicio para todo el día (por ejemplo calcula cada día).

El modo manual consiste en la ejecución, requerida por un operador, de alguna actividad de cálculo.

3.2.4 Funciones de consulta

El sistema SA recibe entrada de datos a través de la interacción continua con el usuario.

La interfaz se compone de tres zonas principales: título, menú, barra de herramientas y visualización de datos.

En la barra del título se muestran, además de algún logo, también datos correspondientes al operador actual, además de un control que permite seleccionar el idioma para utilizar (inglés o español).

El menú permite acceder a funciones específicas como por ejemplo: visualizador, gráfico e informe.

La barra de herramientas es el área destinada a contener los controles que permiten que el operador seleccione las acciones a realizar. La zona de visualización de datos es la más extensa y su aspecto depende de las acciones seleccionadas por el usuario en la barra de herramientas.

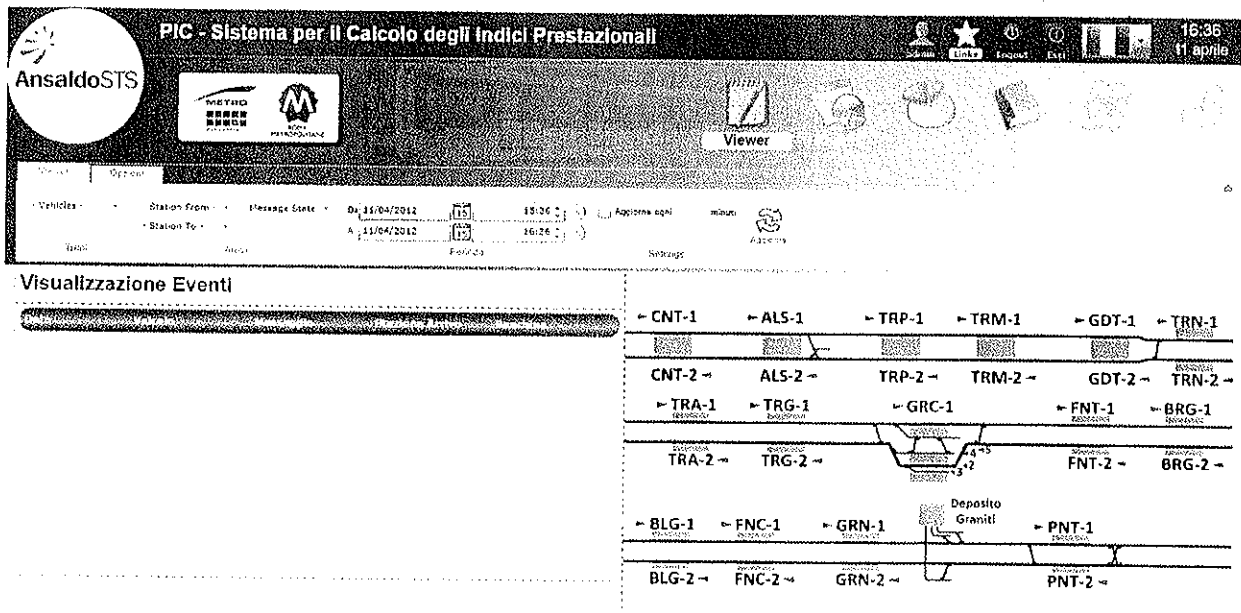


Figura 1 - Esquema de la interfaz de usuario PIC - Roma

Las interfaces de usuario se pueden agrupar en seis áreas principales que representan las principales funciones del sistema SA:

- Área visualizador
- Área informe
- Área gráficos
- Área trenes
- Área misc.
- Área configuraciones

OPERACIONES DE MANTENIMIENTO
 AREA DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO
 RESPALDO DE DATOS

Handwritten signature or mark.

005923

3.2.10.3 QueueView

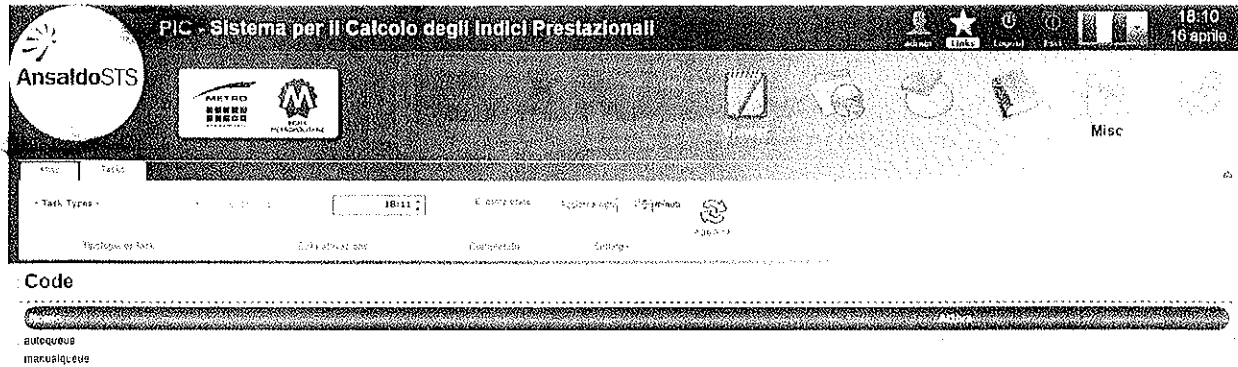


Figura 9 - Vista de visualización de código

Gestiona la función de monitorización del procesamiento, además de la posibilidad de solicitar nuevos procesamientos.

Tipo: ventana

Comportamiento: visualización/entrada

Función:

La función permite al usuario, mientras el servicio metro esté en funcionamiento, acceder al código de cálculo "autoqueue" y "manualqueue" para mostrar la lista de las actividades efectuadas hasta ese momento por el servidor. Un usuario autorizado puede filtrar la cola de datos para seleccionarlos. Es posible además especificar el tiempo de actualización de los datos.

Si se selecciona la cola "manualqueue", será posible poner en cola una nueva solicitud de cálculo, indicando cuál indicador se debe calcular y el día a considerar.

El usuario, consultando el campo 'estado' en la pantalla de visualización de solicitudes de procesamiento, podrá informarse si se procesó la solicitud y el resultado obtenido.

Visibilidad: todos

COMITÉ ADMINISTRATIVO
ALFONSO PORTO
REPUBLICA DEL PERÚ

3.2.11 Configuraciones

3.2.11.1 UserView

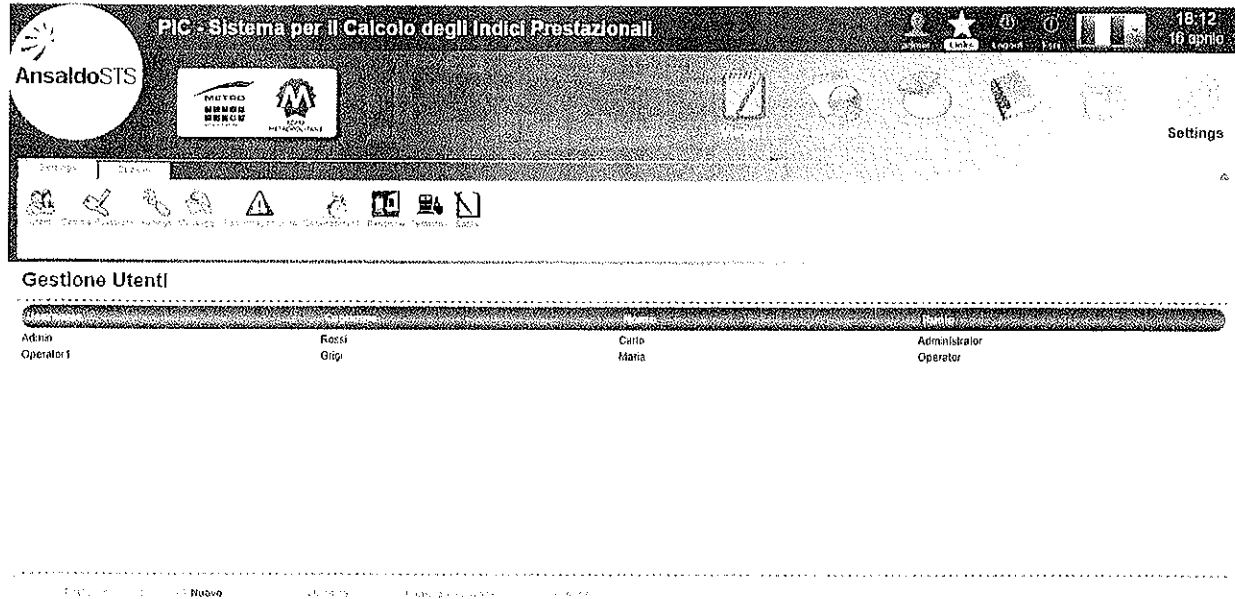


Figura 10 - Vista de visualización de usuarios

Gestiona a los usuarios del sistema SA.

Tipo: ventana/emergente

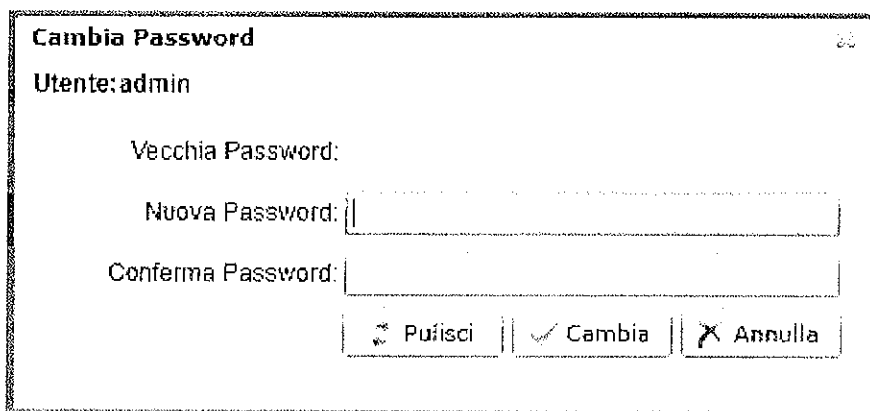
Comportamiento: visualización/entrada

Función:

La ventana permite el ingreso/modificación /borrado de usuarios que pueden acceder al sistema SA.

Visibilidad: administrador

3.2.11.2 ChangePasswordView



CONSEJO REGIONAL DE INVESTIGACIONES Y
 ALFONSO PORTO GALLO GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL

Figura 11 - Vista del cambio de contraseña

Función para gestionar el cambio de contraseña y el reset de la misma.

Tipo: emergente

Comportamiento: visualización/entrada

Función:

Esta ventana permite al usuario cambiar su propia contraseña de acceso al sistema SA, y al administrador de sistema el reset de la contraseña del usuario.

En caso de que sea el usuario el que desee cambiar su contraseña, deberá ingresar tanto la contraseña anterior como la nueva que quiera usar.

En caso de que sea el administrador quien desee cambiar la contraseña de algún usuario, bastará con que ingrese la nueva contraseña y luego la confirme (el control de Vieja Contraseña ya no estará visible).

Visibilidad: todos

3.2.11.3 Settings View

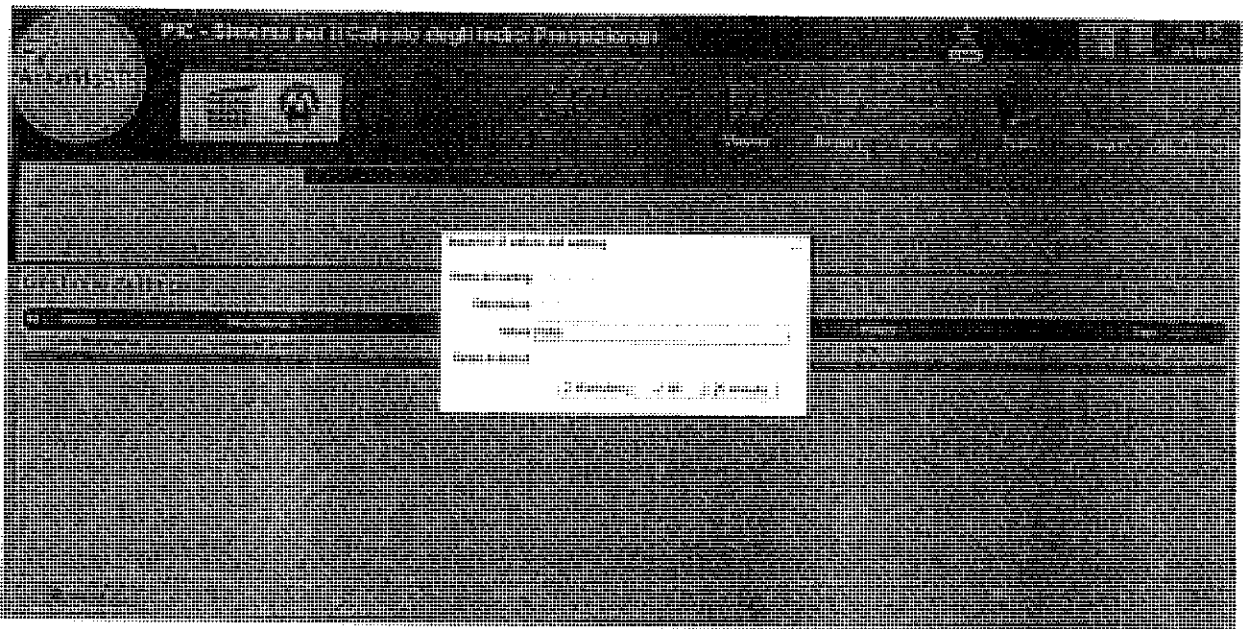


Figura 12 - Vista de las configuraciones

Gestión de los parámetros de configuración.

Tipo: ventana

Comportamiento: visualización/entrada

Función:

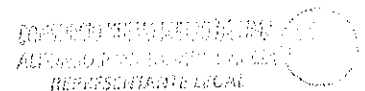
Permite modificar el valor de los parámetros de configuración del sistema SA.

Los parámetros se agrupan por módulos con el fin de identificar rápidamente el área de competencia.

El sistema presenta cuatro módulos:

- gui;
- calc;
- notificación;
- datos.

Visibilidad: administrador



3.2.11.4 ActivePlatformView

005926

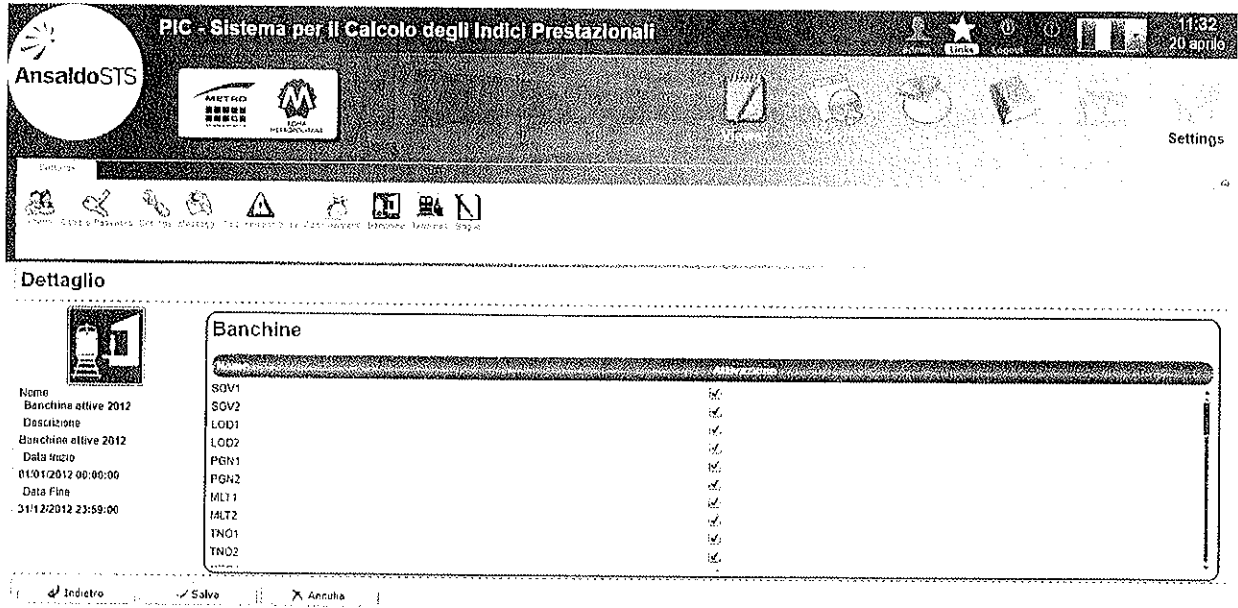


Figura 13 - Vista de la gestión de andenes activos

Función para gestionar la configuración de los andenes activos.

Tipo: ventana

Comportamiento: visualización/entrada

Función:

Permite establecer qué andenes se deben considerar como activos (para el cálculo de los indicadores) dentro de un intervalo de tiempo. El sistema presentará una pantalla con todos los andenes y en la misma se podrán seleccionar cuáles se deben considerar activos.

Visibilidad: administrador

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO BARRERA DE LA CRUZ
REPRESENTANTE LEGAL

3.2.11.5 TerminalPlatformView

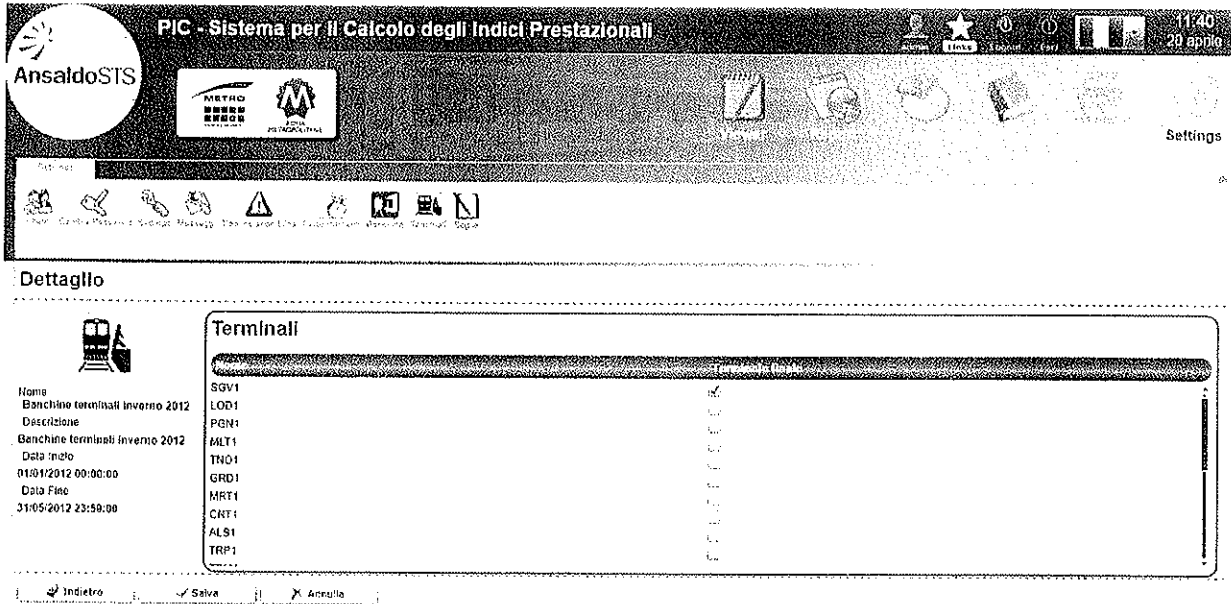


Figura 14 - Vista de la gestión de terminales finales

Función para gestionar la configuración de las estaciones terminales.

Tipo: ventana

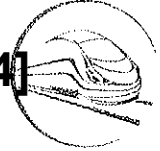
Comportamiento: visualización/entrada

Función:

Permite establecer qué estaciones se deben considerar como terminales (para el cálculo de los indicadores) dentro de un intervalo de tiempo. El sistema presentará una pantalla con todas las estaciones y en la misma se podrán seleccionar cuáles se deben considerar terminales.

Visibilidad: administrador

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALGORITMO PARA EL CÁLCULO DE
RENTABILIDAD DEL LÍNEA 2



005928

3.2.12 **Función de Validación**

3.2.12.1 **UnavailabilityTimePlatformView**

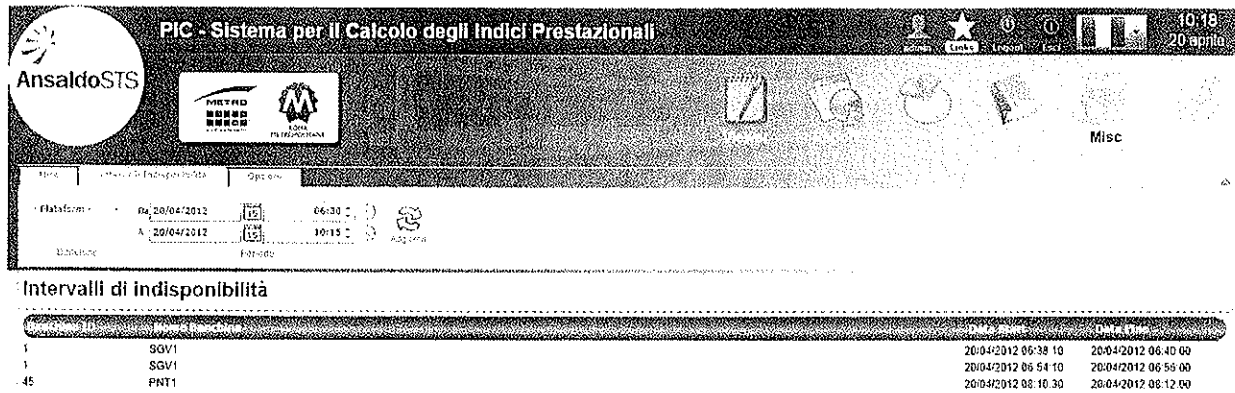


Figura 15 - Vista de visualización/validación de indisponibilidad

Función para gestionar la visualización y la validación de los períodos de indisponibilidad detectados automáticamente por el sistema.

Tipo: ventana

Comportamiento: visualización/entrada

Función:

Permite mostrar los intervalos de indisponibilidad detectados al computar los indicadores y permite eliminar del resultado un intervalo o parte del mismo. De este modo el sistema permite calcular un nuevo indicador, el cual comprende solamente los intervalos considerados significativos.

Una vez realizadas todas las asociaciones, el operador podrá guardar dichos valores.

Visibilidad: todos

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO P. GIL-CARRETERA
REPRESENTANTE LEGAL



[Handwritten signature]

4. ARQUITECTURA GENERAL

005929

En este capítulo se presenta la arquitectura de hardware/software del sistema SA.

4.1 ARQUITECTURA SOFTWARE FÍSICA

La figura muestra los componentes del software que constituyen el sistema SA:

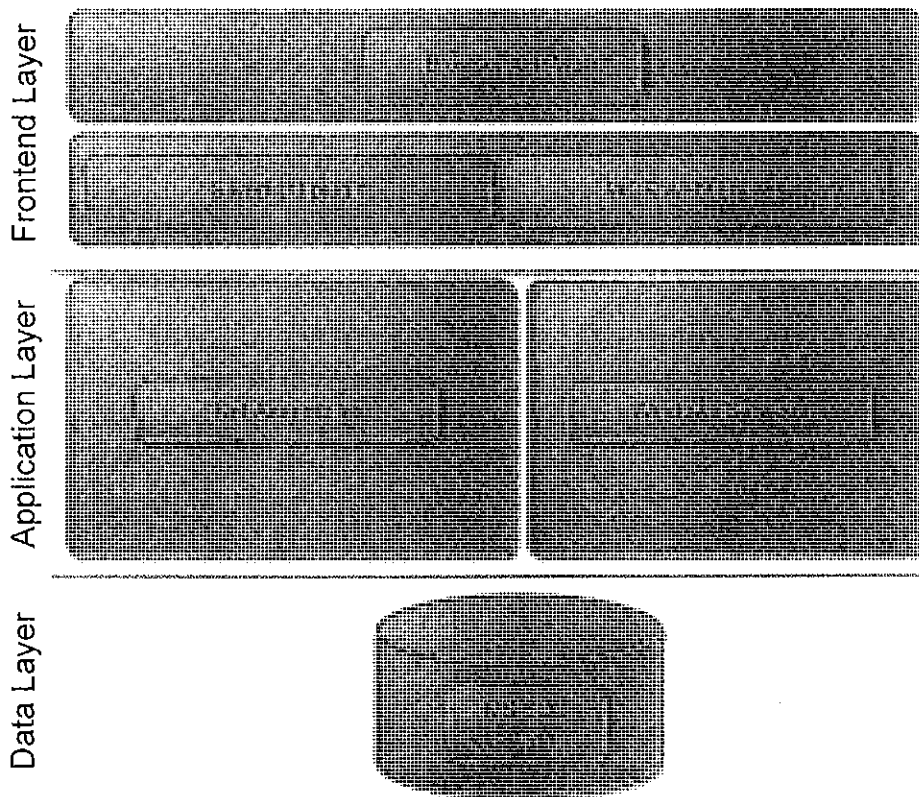


Figura 16 Arquitectura de software física

La composición de esta arquitectura ofrece una plataforma integrada desarrollada íntegramente con tecnología Microsoft .NET/Silverlight, en donde los componentes del software están organizados e interactúan entre sí manteniendo diferenciadas las tareas y funciones de cada uno.

A continuación se presenta un esbozo de los layers de aplicaciones destacando las tecnologías involucradas en cada capa. Luego se profundizan cada uno de los componentes del Sistema SA.

4.1.1 Capas de aplicaciones

La separación entre la interfaz de usuario, la lógica de presentación y la lógica de las operaciones se representa en el siguiente esquema, en donde se identifica de qué modo la organización de los componentes, basada en Silverlight, WCF, IIS y Framework.NET, garantiza una independencia efectiva de los niveles evidenciados en la fase de representación lógica.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ACCIONES S.A. (C.V.)
 RAMBOLA 11000000

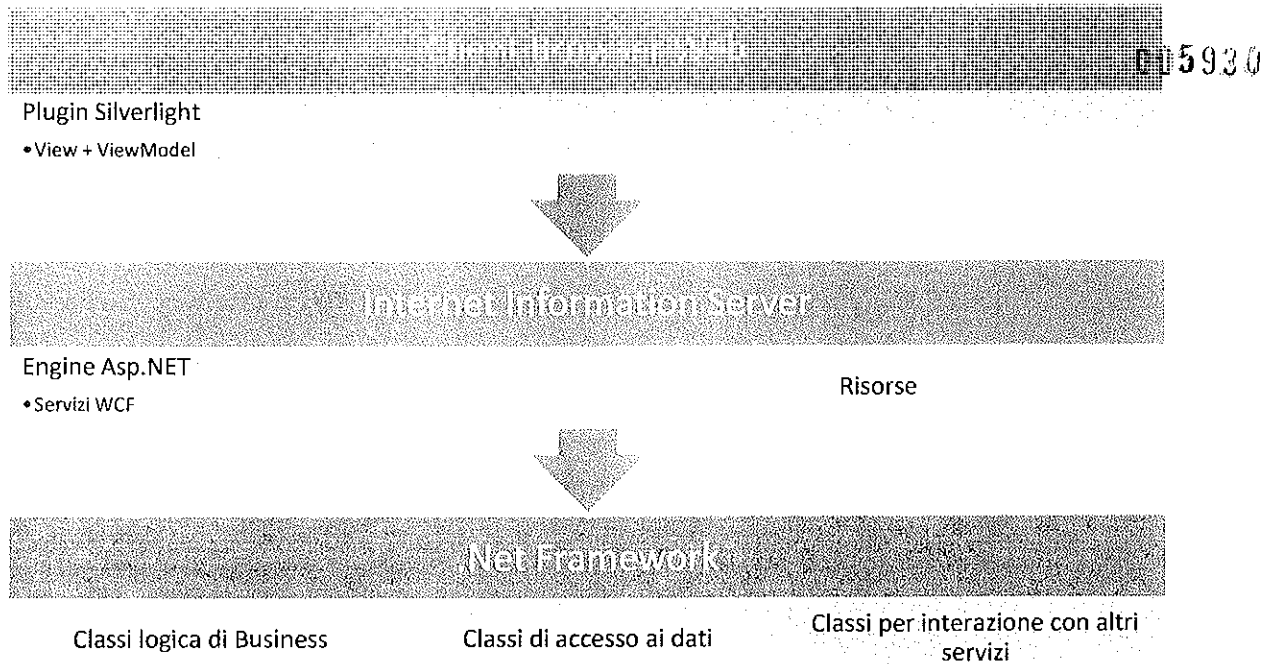


Figura 17 - Separación entre capas

4.2 *Arquitectura del Hardware*

En la figura se representa la arquitectura física del sistema, indicando también el contexto donde está instalado:

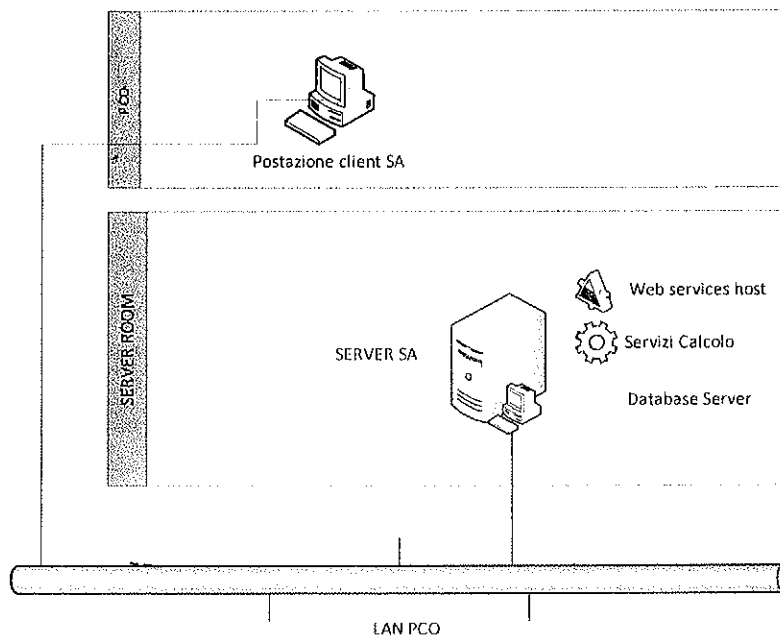
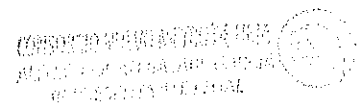


Figura 18 Arquitectura del hardware



Como se aprecia en el esquema, (Figura 18 Arquitectura del hardware) el sistema SA trabaja con un servidor colocado en la sala de servidores y con un cliente localizado en dicha sala. Están previstos un servidor y un cliente para cada una de las líneas de la sala de control y para cada sala de control de seguridad. En suma se tendrá:

- Línea 2:

005931

- o 1 Estación de trabajo Cliente
- o 1 Servidor SA
- Línea 2 de seguridad:
 - o 1 Estación de trabajo Cliente
 - o 1 Servidor SA
- Línea 4:
 - o 1 Estación de trabajo Cliente
 - o 1 Servidor SA
- Línea 4 de seguridad:
 - o 1 Estación de trabajo Cliente
 - o 1 Servidor SA.

4.3 Entorno tecnológico de referencia

En los siguientes apartados se presenta un esquema de la infraestructura hardware y software que contiene el sistema.

4.3.1 Entorno de software

En el entorno de referencia el Front end Layer y la Application Layer residen en las máquinas físicas mismas. A continuación los servicios presentes en Presentation Layer y Back end Layer.

Presentación y Application Layer	
Silverlight Client – SA.Gui	Microsoft Internet Explorer 7.0 o sup. Con Plugin Silverlight

Tabla 1 -Entorno software - Front End Layer

El Back End Layer comprende los servidores de cálculo y de interfaz con el sistema DWH.

Back End Layer	
SA.Cálculo Windows Service	Microsoft Windows Server 2012
SA.DWH Interfaz Windows Service	Microsoft Windows Server 2012
Base de datos	Microsoft SQL Server 2012

Tabla 2 -Entorno de software Back End Layer

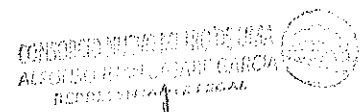
4.3.2 Entorno de hardware

El entorno hardware de referencia para la arquitectura propuesta es el siguiente:

Entorno de hardware	
	Estación de trabajo de 4 GB Ram, HD 500 GB
	Monitor 21"
	Teclados
	Ratón

Tabla 3 - Entorno de hardware de referencia

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO HERNANDEZ GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



Frontend Layer - Application Layer - Back End Layer

- Servidor de 8 GB Ram, 2xHD Raid
- Monitor 21"
- Teclados
- Ratón

4.4 Descripción de los componentes

Este capítulo suministra una descripción de los componentes del software del sistema SA, los cuales se pueden identificar en la arquitectura descrita en el capítulo anterior.

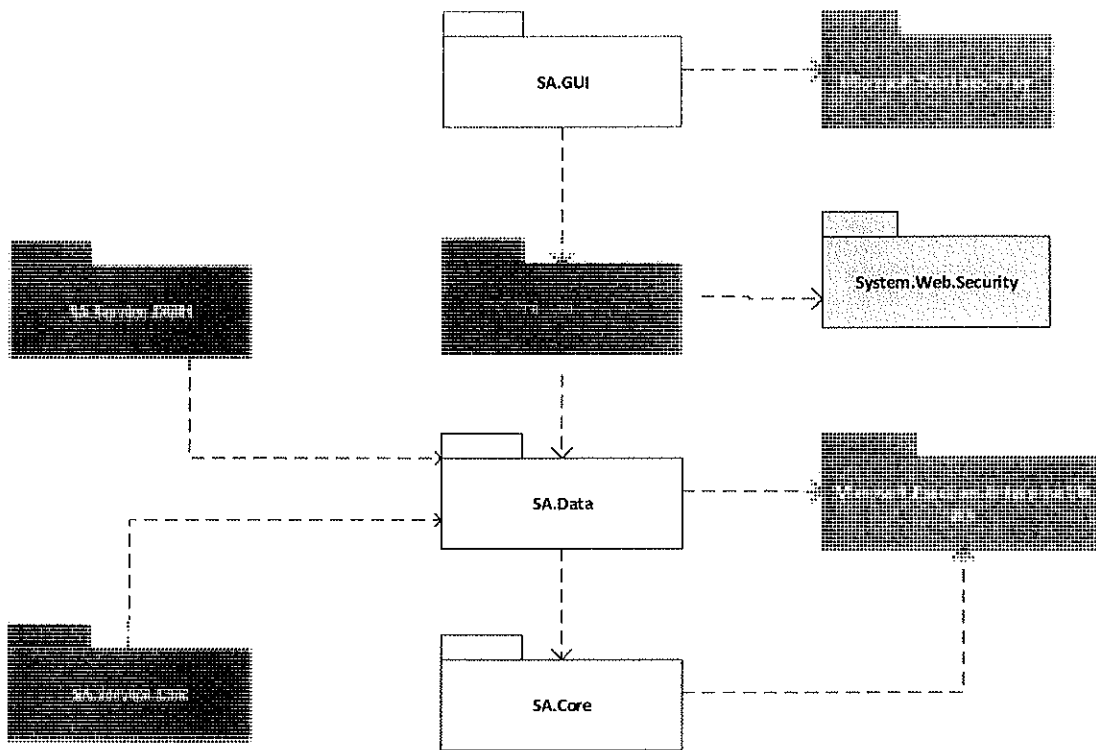


Figura 19 - Componentes del sistema SA

4.4.1 SA GUI

El componente SA.GUI es el responsable de enviar los datos a los usuarios, para el cálculo de los indicadores, y de todas las interacciones con usuario.

SA GUI se utiliza como motor para realizar la interfaz gráfica y para la comunicación con los componentes del servidor Silverlight.

Silverlight es un entorno en tiempo real desarrollado por Microsoft que permite visualizar aplicaciones ricas de Internet en un navegador, o sea aplicaciones multimediales de alta interactividad.

La implementación de la interfaz gráfica se vale del componente Prism, estructura que permite, junto al uso del patrón de diseño MVVM, un fácil mantenimiento.

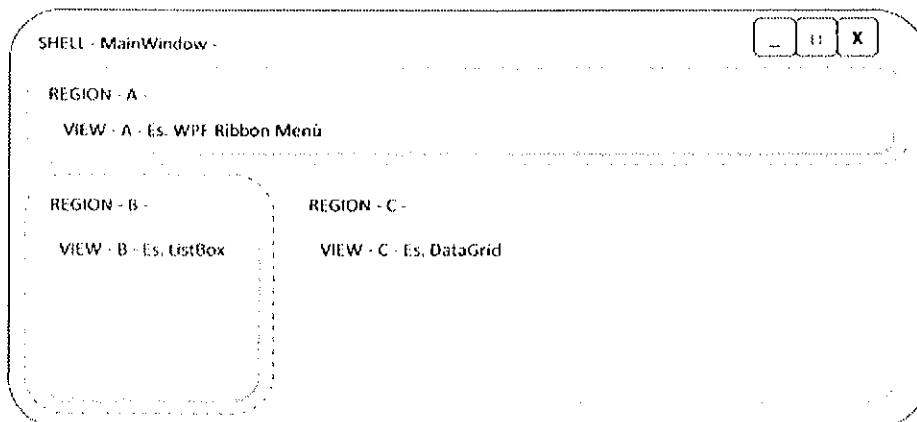


Figura 20 - Subdivisión de la interfaz de usuario en regiones

Además de la clásica división en layers, es posible dividir la aplicación en módulos alojados localmente o en servidores remotos, cuya evolución y pruebas pueden ser independientes de la aplicación.

En la figura siguiente se esquematiza la comunicación entre GUI y servidor.

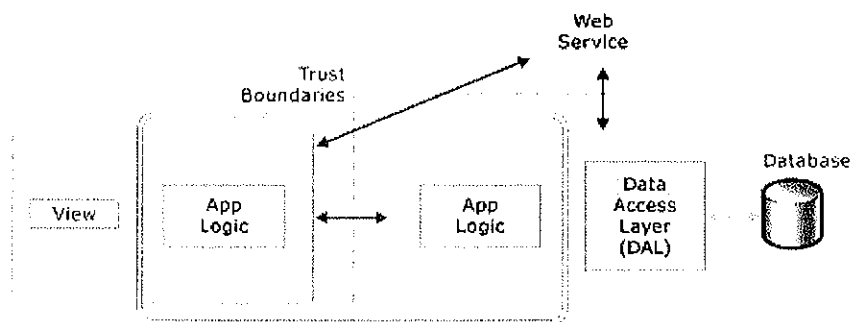
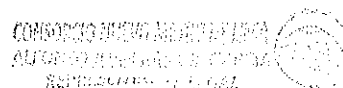


Figura 21 - Comunicación cliente – servidor

View y la lógica de comunicación pasan al cliente y por lo tanto adentro del campo de acción de Silverlight.



4.4.2 SA WEB

Este componente se ocupa de despachar las solicitudes de los clientes, es decir, de buscar los resultados provenientes de los servicios de procesamiento, y de enviarlos a los clientes. Realiza todas las funciones necesarias para la comunicación hombre-máquina.

La implementación del componente se basa en Windows Communication Foundation (WCF), un "sub-sistema de aplicación" propietario de Microsoft, que ofrece la estructura API para la creación de aplicaciones distribuidas.

En particular el WCF permite abstraerse de los protocolos de red (HTTP, FTP, SMTP, etc.) y utilizar un modelo de programación único.

En la figura siguiente se muestra la arquitectura del WCF.

005934

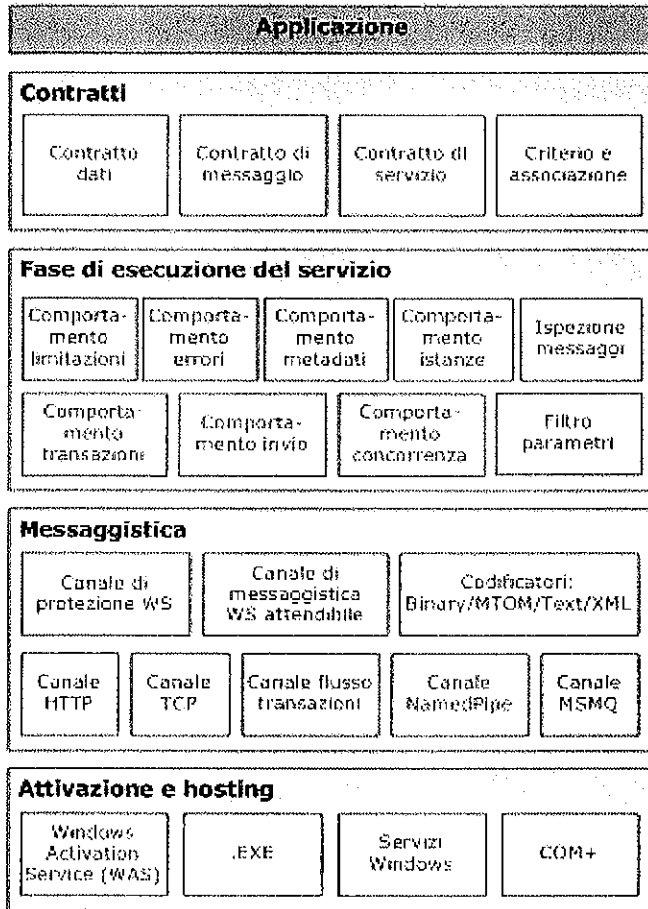


Figura 22 - Arquitectura del WCF

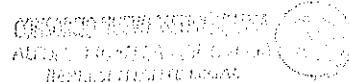
SA Web, como se muestra en el esquema (Figura 19 - Componentes del sistema SA se comunica con los siguientes bloques:

- SA Data – Componente compartido con diferentes servicios del sistema SA, es responsable del acceso a los datos.
- System.Web.Security – Componente del sistema que contiene clases útiles para la implementación de las funciones de autenticación y de creación de perfil de usuarios.

4.4.3 SA Servicio DWH

Este componente permite al sistema SA comunicarse con los otros subsistemas, y en especial queda siempre en espera de recibir información (datos de las instalaciones). Se ocupa de recibir, no bien están disponibles, datos que interesan al sistema DWH y de enviarlos al administrador de datos para su memorización en la base de datos del SA.

Desde el punto de vista de la arquitectura, el componente se implementa a través de un servicio de Windows, o sea de un programa ejecutable que desarrolla tareas específicas y que está proyectado para no requerir la intervención del usuario. Normalmente los servicios de Windows se inician cuando se inicia el sistema operativo Windows y se ejecutan ocultos todo el tiempo mientras se ejecute Windows.



[Handwritten signature]

4.4.4 SA Servicio de cálculo

005935

El componente de cálculo representa el corazón de todo el sistema SA, la principal función concierne a las actividades vinculadas al cálculo de los indicadores de prestaciones.

La arquitectura prevé la implementación del componente a través de un servicio de Windows que trabaja en estrecha colaboración con la base de datos del sistema SA.

La comunicación con el resto de los componentes estará asegurada por los módulos de infraestructura SA.Data y SA.Core.

El componente actúa en casi todos los datos gestionados por el sistema, clasificados en:

- datos de las instalaciones
- datos programados
- datos de cliente
- datos procesados

Los datos provenientes de las instalaciones contienen la información relacionada con los subsistemas del sistema de transporte. Los llamados datos programados contienen información acerca de las tablas horarias del funcionamiento. Los datos de cliente contienen solicitudes provenientes de los clientes destinadas a cumplir los índices prestacionales. Finalmente los datos procesados contienen el resultado del procesamiento de los datos de cliente.

4.4.5 Servicios de infraestructura

4.4.5.1 SA.Core

Este componente software representa el módulo principal de todo el sistema SA porque contiene todas las definiciones de las entidades y las relaciones que el sistema puede gestionar.

4.4.5.2 SA.Data

Este componente software se especializa en la gestión de todas las operaciones de búsqueda, ingreso, actualización y borrado de datos en la base de datos Microsoft Sql Server.

4.4.5.3 Microsoft Enterprise Library


Este componente es el responsable de gestionar el logging de las operaciones y de gestionar las excepciones del software.

5. HARDWARE INCLUIDO EN EL EQUIPAMIENTO

En el capítulo se presenta una lista de los componentes de hardware suministrados.

5.1 Resumen del Equipamiento Hardware Suministrado

Para cada sala de control (principal y de seguridad) y para cada una de las líneas del metro de Lima está prevista la configuración hardware de referencia (1 servidor + 1 una estación de trabajo cliente, §4.2) para calcular la disponibilidad de servicio, con un total de 4 servidores y 4 estaciones de trabajo cliente.


 CONSORCIO INVERSIÓN METRO DE LIMA
 AGENCIA OPERADORA DEL METRO DE LIMA
 REPRESENTANTE LEGAL

5.2 Configuración de Línea 2 / 4

005936

En el presente apartado se muestra la PBS hardware/software del sistema SA.

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	Cant.	UNIDAD	Localización
LX		Línea X			
LX.1		SA	1	Sistema	
LX.1.1		Disponibilidad de Servicio - Servidor	1	unidad	
LX.1.1.1	SA-SRV-01	Servidor montado en armario Xeon QC, 8 GB Ram, 1Tb Hd Raid 1, 2 NIC + S.O. Win 2012 + MS SQL Server 2012 + Sistema SA Server	1	unidad	Sala de servidores
LX.1.2		Disponibilidad de Servicio -Estación de trabajo	1	set	
LX.1.2.1	SA-WS-01	Estación de trabajo HP Z220 Core i3 2120 4 GB/RAM HD 500 GB Monitor 23" S.O. Win 7 Professional + Sistema SA Client	1	unidad	Sala de servidores (PCO)

Tabla 4 - PBS SA Línea 2/4

LX asume los siguientes valores:

- L2 – Línea 2
- L2B – Línea 2 de seguridad
- L4 – Línea 4
- L4B – Línea 4 de seguridad

El apéndice A contiene todas las fichas técnicas de los aparatos del hardware.

5.3 Garantía de los Componentes del Hardware

Todos los aparatos del hardware suministrados están cubiertos por la garantía internacional del fabricante.


Código	Descripción	Años de garantía
SA-SRV-01	Servidor	3
SA-WS-01	Estación de trabajo HP Z200 Core i3	3

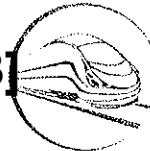
Tabla 5 – Garantía de componentes del hardware

6. Prestaciones incluidas

En este capítulo se suministra una lista de las prestaciones incluidas en la propuesta de Mate Consulting.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AV. FAUCETT 100, LIMA
 PERÚ



005937

6.1 WP 1.2: DISEÑO
6.1.1 Diseño preliminar

WP	Fase del proyecto	Descripción
WP 1.2.1.1.1	Diseño preliminar – PD	Todas las actividades y documentación necesaria para obtener la aprobación total por parte del cliente final durante el diseño conceptual. La lista es definida por ASTS.

6.1.1.1 Producción prevista para la fase de diseño preliminar

Título	Fase
Plan de actividades	ALL
Lista de documentos	ALL
Matriz de trazabilidad de requisitos	ALL
Lista de equipamientos y cables	ALL
Configuración diaria	ALL
Especificaciones técnicas	ALL
Plan EMI/EMC	PD
Plan de calidad	PD
Plan de seguridad	PD
Especificaciones de la interfaz	PD
Configuración del plan de gestión	PD
Plan de Verificación y Validación	PD
Plan de control de calidad de fabricación	PD

 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALIADO PARA EL DESARROLLO
 REPRODUCIBLE LEGAL




005938

6.1.2 Diseño detallado

WP	Fase del proyecto	Descripción
WP 1.2.1.1.2 WP 1.2.1.1.3	Diseño detallado – DD	Todas las actividades y documentación necesaria para obtener la aprobación total por parte del cliente final durante el diseño detallado.

WP 1.2.1.1.2.1	Diseño detallado - DD - Opcional	Actividad de soporte del análisis/diseño/documentación y prueba de los algoritmos para calcular los parámetros de las prestaciones (2 indicadores).
-------------------	----------------------------------	---

6.1.2.1 Producción prevista para el diseño detallado

Título	Fase
Legajo EMI-EMC	DD
Fichas técnicas de equipos	DD
Lista de repuestos	DD
Especificaciones y procedimientos FAT	DD
Informes FAT	DD
Especificaciones y procedimientos SAT	DD
Informes SAT	DD
Plan de capacitación	DD
Manual del usuario	DD
Capacitación del usuario – Documentación para la capacitación	DD
Manual de mantenimiento	DD
Capacitación para mantenimiento – Documentación para la capacitación	DD

WP 1.2.1.1.2.1	Diseño detallado - DD - Opcional	Documentación técnica sobre el algoritmo a implementar, datos de pruebas para la verificación
-------------------	----------------------------------	---

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALGORITMO Y DATOS DE PRUEBAS
REQUISITOS TÉCNICOS





6.1.3 Integración del diseño

005939

WP	Fase del proyecto	Descripción
WP 1.2.1.1.3	Administración de la Interfaz (Desintegración del diseño)	Diseño de interfaces entre los sub-sistemas, realizado a través de reuniones de interfaz con otros sub-contractistas, gestión de la documentación ICDD (tanto la primera emisión y revisiones que hubiere), con la coordinación de ASTS.

6.1.4 Ingeniería preliminar

WP	Fase del proyecto	Descripción
WP 1.2.1.1.4	Ingeniería preliminar – PE	Todos los planos y la documentación requerida para ingresar al departamento de ingeniería de instalación ASTS (diseños combinados y diseño principal teleféricos). La lista se define por ASTS.

6.1.4.1 Producción prevista para la ingeniería preliminar

Título	Fase
Dibujos de esquemas	PE
Layout de armarios y equipos	PE
Lista de cargas eléctricas	PE
Plano de instalación típica	PE

6.1.5 Ingeniería detallada

WP	Fase del proyecto	Descripción
WP 1.2.1.1.4	Ingeniería detallada – DE	Todos los planos y la documentación requerida para ingresar a las instalaciones (diseño de instalación y el diseño secundario de cable aéreos). La lista es definida por ASTS.

6.1.5.1 Producción prevista para la ingeniería detallada

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO Y MARGARET GARCÍA
ESPECIALISTAS LIMA

Título	Fase
From-to	DE

6.1.6 Como construido

005940


WP	Fase del proyecto	Descripción
WP 1.2.1.1.4	Como construido	Presentación final de la documentación en función del estado "como construidas" de las instalaciones, de acuerdo con la gestión de procedimientos de cambio definidos por ASTS o por el cliente final.

6.2 WP 1.3: Logística de Sitio

En lo referente a las actividades de logística en el sitio y especialmente para el almacenamiento inicial de bienes, está prevista para cada línea un volumen de ocupación de aproximadamente 1 m³ con peso total neto de 80 kg aproximadamente.

6.3 WP 1.4: Evaluaciones y Puesta en Marcha

WP	Fase del proyecto	Descripción
WP 1.4.1	Supervisión de instalación	El sub-contratista tiene que garantizar la supervisión de las actividades del sub-contratista de la instalación, asegurando la correcta instalación del sub-sistema con inspecciones in situ y capacitación adecuada para la empresa instaladora. (2 estaciones y 2 vehículos + capacitación).
WP 1.4.1	Puesta en marcha	El sub-contratista tiene que garantizar las funcionalidades del sub-sistema cumpliendo con los requisitos. La fase de puesta en marcha finaliza con el SAT con el cliente final. La puesta en marcha se realizará para cada sitio del sistema (es decir, el centro de control, depósito, estaciones, vehículos, vehículos de servicio).
WP 1.4.1	SAT/SIT	Durante la fase de construcción, un conjunto de verificaciones completas se llevarán a cabo en las instalaciones montadas con el fin de comprobar que cada elemento ha sido instalado y configurado correctamente, así como para comprobar que todo el equipo funciona de acuerdo con los documentos de diseño aprobados y están listos para el servicio comercial. Las pruebas de aceptación formales se llevarán a cabo en el entorno real para lograr la confianza en el desempeño real y la funcionalidad de los sistemas, así como para validar los sistemas. El SAT se realizará para cada sitio del sistema (es decir, el centro de control, depósito, estaciones, vehículos, vehículos de servicio). Los resultados se presentarán en los informes de las pruebas de aceptación de sitio.

CONSORCIO [6316]
NUEVO METRO DE LIMA




005941

WP 1.4.2	Ensayo	Fase llevada a cabo por la organización de operación y mantenimiento (O&M) con el apoyo del equipo de pruebas y puesta en marcha. Generalmente llevado a cabo sin pasajeros. Se requiere del sub-contratista para garantizar la ayuda necesaria por si acaso.
WP 1.4.3	SA – desarrollo SW	La base es el software PIC, que es el punto de partida de los desarrollos de SW. Es la suma de las interfaces SW y las personalizaciones del proyecto (por ejemplo, interfaz gráfica de usuario). A través de un análisis del diagrama de las interfaces SW estándar, el proveedor deberá identificar y dar una evaluación ya sea de una interfaz estándar (menor costo) o una nueva interfaz (mayor costo). El suministro incluirá también las personalizaciones SW (por ejemplo GUI), sólo si es requerido.
WP 1.4.3	Configuración SW	Configuración de componentes SW en cada ubicación
WP 1.4.3	Configuración	La instalación completa de todo el equipo previsto se incluirá en las responsabilidades del sub-contratista.
WP 1.4.3	FAT	El objetivo de FAT es demostrar la correcta funcionalidad y el cumplimiento del sub-sistema con los requisitos del contrato y las normas aplicables. FAT incluye los siguientes pasos: <ul style="list-style-type: none"> • Pruebas funcionales: comprobación de las principales funcionalidades en un sub-conjunto del sistema (por ejemplo, central +2 estaciones +2 trenes) • Prueba de hardware: comprobación de la integridad del hardware basado en la línea base de diseño (por ejemplo, sección funcional + sección 2 + sección 3) Los resultados se presentarán en los informes de prueba FAT.

6.4 WP 1.5: Capacitación

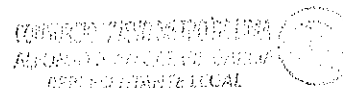
WP	Fase del proyecto	Descripción
WP 1.5.3	Capacitación	El sub-contratista tiene que capacitar al personal de mantenimiento y los operadores para la O&M del sub-sistema con documentación y cursos de formación adecuados. El plan de formación deberá ser aprobado por ASTS y el cliente final.

7. PLAN DE ACTIVIDADES

Por el momento no se suministra un plan de actividades. En todo caso las actividades se desarrollarán de acuerdo con el plan maestro del encargo y también de acuerdo con la ingeniería de ASTS.

8. APÉNDICE A

En esta sección del documento se indicarán los detalles del hardware para el sistema SA. Las fichas de los aparatos deben considerarse indicativas porque podrían presentar actualizaciones debido a obsolescencia de algunos componentes. Las características de los eventuales aparatos en sustitución tendrán prestaciones iguales o superiores.





005942

8.1 SA-WS-01 –ESTACIÓN DE TRABAJO SA

Descripción	Marca	Modelo Nº	Notas/características
PC	HP	Z 220	Core i3 4 GB/RAM HD 500 GB + Windows 7/8 Pro + Monitor 23"

8.2 SA-WS-01 –SERVIDOR SA

Descripción	Marca	Modelo Nº	Notas/características
Servidor	HP		Servidor en torre / opción de montaje en rack Xeon QC, 8 GB Ram, 1Tb Hd Raid 1, 2 NIC + S.O. Win 2012 + MS SQL Server 2012 + Sistema SA Server

Struttura	Tower
Processore	Quad-core Intel® Xeon® serie E3-1200
Capacità Disco	2x1Tb
Memoria Base	8GB
Controller On Board	SATA con RAID
Cache di secondo livello interna	8MB
Scheda di rete	2 x 10/100/1000 Mbit/s Ethernet
Sistema Operativo	Microsoft Windows 2008 R2
Altro	Microsoft SQL Server 2012 Standard

9. SUMINISTRO E INSTALACIÓN

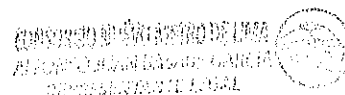
Áreas de la estación y salas de equipos

Para la instalación en cualquier planta existe una serie de criterios importantes que se pueden aplicar igualmente a la sala de equipos.

Estos criterios son los siguientes:

"Listo para la instalación" se define cuando se cumplen los siguientes criterios:

- El contratista civil proporciona el acceso según los requisitos de ingreso para esa área de trabajo en particular y como se acordó en el momento oportuno en las reuniones de coordinación.
- Los recursos para la instalación están disponibles en el emplazamiento, incluyendo la mano de obra, el equipo y los materiales.
- El diseño de instalación para esa locación se completa con los dibujos de "Aprobado para la construcción" disponibles en el emplazamiento.
- Las rutas de acceso son adecuadas, están limpias y libres de obstáculos.
- Los procedimientos de posesión en el emplazamiento se encuentran establecidos y se hacen cumplir, lo que incluye los controles de acceso al emplazamiento y las medidas de seguridad.



- El suministro de energía y la iluminación adecuados están disponibles en el lugar de trabajo.

9.1 CENTRO DE CONTROL

Se refiere al OCC en el taller. El OCC es de alta prioridad y las tareas de instalación se centran en las siguientes locaciones:

- Salas de equipos

Una vez que se alcanzan los requisitos de "listo para la instalación", como se definió anteriormente, la instalación puede empezar con:

- Instalación de las vías de cables y el tendido de los cables (se requiere la coordinación con el contratista civil para la instalación de los pisos elevados).
- Instalación del equipo restante y conexión de cables.
- comienzo de la inspección local y pruebas de instalación.
- Sala del centro de control

Una vez que se alcanzan los requisitos de "listo para la instalación", como se definió anteriormente, la instalación puede empezar con:

- Posicionamiento de los equipos, instalación de paneles y monitores en la sala de control.
- Instalación del equipo restante y conexión de cables.
- comienzo de la inspección local y pruebas de instalación.


Una vez que se disponga de la alimentación eléctrica general, se podrán completar las pruebas locales y la puesta en marcha de la instalación.

9.2 PRUEBA Y ACTIVIDADES DE PUESTA EN MARCHA

La puesta en marcha consta de las siguientes acciones.

- Reunir los documentos y especificaciones necesarios.
Se juntan los "dibujos tal como se ha construido" y las especificaciones del sistema relacionados con el diseño del proyecto para brindar toda la información y el conocimiento necesarios según los requisitos del equipo de puesta en marcha.
- Realizar los procedimientos de prueba detallados
Una vez recogida la documentación del proyecto y las especificaciones del sistema pertinentes referidas a las pruebas y las verificaciones, se realizan los procedimientos de prueba detallados en cooperación con el departamento de ingeniería.
- Se comprueba la calibración de las herramientas y los instrumentos
El equipo de puesta en marcha es responsable de la fiabilidad de los instrumentos y herramientas adoptados, y deberá tener en cuenta la fecha de vencimiento de la calibración y certificación. Con la cooperación de su estructura, el equipo de puesta en marcha administrará los instrumentos y las herramientas del proyecto necesarias para las pruebas y la puesta en marcha de la ejecución del proyecto.
- Realizar pruebas de funcionamiento de los sub-sistemas.
Según las pruebas y el procedimiento de verificación asignado por el "plan de pruebas de puesta en marcha", se realizará una prueba del sub-sistema.
- Actividades de monitoreo de la puesta en marcha.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AL SEÑOR GERENTE GENERAL
 ESTACION LIMA 1





00594

Según el "plan de pruebas y de puesta en marcha", el administrador de la puesta en marcha monitoreará el progreso de las actividades de pruebas e implementará acciones para reanudar el plan en caso de demoras.

- Detectar cambios en el diseño respecto al plano de obra acabada.

El Equipo de puesta en marcha detectará los cambios respecto al diseño original ocurridos durante las actividades de prueba y puesta en marcha. El equipo reunirá la información necesaria y registrará los cambios de diseño para proporcionar al departamento de ingeniería la documentación de "planos de obra acabada".

- Solicitud de la participación de funcionamiento y mantenimiento.

El administrador de la puesta en marcha solicitará la participación de O&M durante las pruebas y las fases de puesta en marcha del sistema, para transferir toda la información necesaria sobre las mejores prácticas de todo el sistema de transporte y del servicio de funcionamiento a cargo del departamento de O&M.

- Proporcionar comentarios para los planos de obra acabada.

Al finalizar las fases de pruebas y puesta en marcha, el equipo de puesta en marcha tiene la tarea de compartir la información sobre los resultados de la instalación de los sub-sistemas y los comentarios de los planos de obra acabada con el departamento de ingeniería.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALCALDÍA DE LA CIUDAD DE LIMA
REPRESENTANTE LEGAL




005945

<p>C.1.2</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
---	--

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.4) CONTROL DE PASAJEROS

COMANDO EN JEFE
MUNICIPALIDAD DE LIMA
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y
COORDINACIÓN



Índice

005946

1. CONTROL DE PASAJEROS.....	3
1.1 DEFINICIONES Y ACRÓNIMOS.....	3
1.2 MODELO DE AFCS propuesto para el metro de lima.....	4
1.3 OPCIONES TECNOLÓGICAS DEL AFCS propuestAS para el metro de lima	5
1.4 INTEGRACIÓN CON LOS CIRCUITOS DE PAGO EXTERNOS.....	5
1.5 ARQUITECTURA DEL SISTEMA	6
1.5.1 Introducción.....	6
1.5.2 Arquitectura lógica.....	6
1.6 MODELO DE APLICACIÓN.....	9
1.7 DOCUMENTO DE VIAJE.....	12
2. LA PROPUESTA DE CAPACITACIÓN	12
2.1 INTRODUCCIÓN.....	12
2.2 CAPACITACIÓN PARA LOS INSTRUCTORES	12
3. SUMINISTRO E INSTALACIÓN	13
3.1 ÁREAS DE LA ESTACIÓN Y SALAS DE EQUIPOS.....	13
3.2 CENTRO DE CONTROL.....	13
3.3 PRUEBA Y ACTIVIDADES DE PUESTA EN MARCHA.....	13

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALICIA GARCÍA
PRESIDENTA DEL CONSORCIO



1. CONTROL DE PASAJEROS


1.1 DEFINICIONES Y ACRÓNIMOS

En este párrafo se indican los acrónimos principales utilizados en el documento, junto con algunas definiciones de conceptos importantes muy utilizados en el documento.

Hay otros acrónimos presentes solo en algunas secciones del documento y se definen al momento de utilizarse.

Acrónimo	Significado
AFC	Cobro automático de boletos
AFCS	Sistema de cobro automático de boletos
Anti-pass back	Tipo de control del equipo de validación que previene el uso del mismo documento de viaje dentro de un período de tiempo establecido. Está diseñado para no permitir que dos o más personas que viajen juntas usen el mismo billete.
BO	Soporte administrativo
CNV	Validador (en la puerta, autónomo o a bordo)
CPS	Sistema de personalización de tarjetas
CRM	Gestión de relaciones con el cliente
CSC	Tarjeta inteligente sin contacto
CST	Billete inteligente sin contacto
DB	Base de datos
Usuario final	Cliente del sistema de transporte
Costo	Costo de viaje, precio que se paga para obtener derechos de viaje
GUI	Interfaz gráfica del usuario
HW	Hardware
IAM	Gestión de acceso e identidad
ISDN	Red digital de servicios integrados
Distribuidor	Tiene la capacidad de expedir documentos (en particular, tarjetas inteligentes)
Viaje	Viaje de origen/destino entre dos paradas en el mismo medio de transporte o entre dos paradas de la red de transporte
LAN	Red de área local
NA	No corresponde
NFC	Comunicación de campo cercano
O/D	Origen/Destino
OMS	Servidor de gestión de operación
PIN	Número de identificación personal
PLC	Controlador lógico programable
PMS	Servidor de gestión periférica
POS	Punto de venta: dispositivo para el pago con tarjetas de crédito o débito
PTD	Decodificador portátil de boletos
Dispositivo de venta	Tipo de dispositivo de venta (TOM, TVM, etc.)
SAM	Módulo de aplicación segura

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 Oficina de Ingeniería y Operación
 Calle Comercio 1001, Lima



Modo Servicio	Corresponde al medio de servicio proporcionado por el operador de transporte (metropolitano, autobús, tren, etc.)
SW	Software
Tarifa	Tipo de billete en el sistema de AFC propuesto. Define una conducta específica para todos los contratos de viaje que son ejemplo de este (límites y restricciones de espacio, duraciones y limitaciones temporales, cálculo de precios, duración de los viajes, etc.)
T-Purse	Contrato que permite el acceso a la red de transporte restando una cantidad de dinero del valor almacenado. También puede utilizarse para pagar otros contratos de transporte. En el sistema de AFC hay un mecanismo para recargar una cantidad de dinero.
TBD	A definir
TOM	Máquina de venta de boletos
TPF	Archivo de parámetros para boletos: utilizado para cambiar los parámetros de configuración entre los distintos niveles estructurales del sistema de AFC.
Contrato de viaje	Contrato que otorga el derecho de viajar.
TSM	Gestor de servicios confiables
TVM	Máquina expendedora de boletos
UPS	Sistema de alimentación ininterrumpida
WAN	Red de área amplia

1.2 MODELO DE AFCS PROPUESTO PARA EL METRO DE LIMA

El objetivo de esta propuesta es definir el modelo de un Sistema de cobro automático de boletos que pueda:

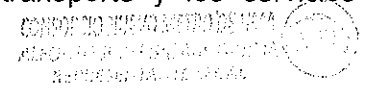
1. Garantizar las bases necesarias para crecer y para seguir la evolución tecnológica durante un largo período.
2. Proporcionar a la administración todas las herramientas necesarias para desarrollar las políticas de tarifas para seguir los requisitos del mercado.
3. Proporcionarles a los pasajeros una forma fácil y flexible de utilizar el sistema para acceder a la red de transporte.

Para lograr estos objetivos, la solución de nuestro AFCS se basa en un conjunto de condiciones para poder considerar su objeto no solo como una infraestructura tecnológica sino también como un marco para la implementación de la estrategia de la administración hacia el mundo presente y futuro del acceso al servicio de transporte y los servicios conectados.

Esas condiciones se pueden resumir con:

- El uso de productos de mercado estándares para la mayoría de los componentes. Productos de hardware y software estándares seleccionados siempre que sea posible para integrar sub-sistemas que pueden desarrollarse fácilmente para seguir el crecimiento tecnológico y los requisitos para más funciones.
- El uso de protocolos estándares para la comunicación entre componentes y así facilitar su integración y evolución.
- El uso de arquitecturas abiertas en todos los niveles del sistema.

Además, se puso mucha atención a la disponibilidad y la amplitud de las estructuras de datos para la extensión del sistema y para su integración con otros sistemas que serán parte de la infraestructura tecnológica.



005949

1.3 OPCIONES TECNOLÓGICAS DEL AFCS PROPUESTAS PARA EL METRO DE LIMA

A continuación se resume la principal función del AFCS para ofrecer una solución que cumpla por completo con el sistema AFCS ya presente en la Línea 1 del metro y con los requisitos indicados en la documentación de la licitación:

- Expedir de boletos sin contacto a través de los canales: Máquina de venta de boletos (TOM) y máquinas auto servicio expendedoras de boletos (TVM)
- Personalizar y expedir tarjetas inteligentes sin contacto a través de la Máquina de personalización de tarjetas (CPM).
- Validar los boletos y las tarjetas sin contacto en la entrada y la salida del área pagada de las estaciones, aplicando todos los mecanismos de seguridad necesarios
- Contar automáticamente los pasajes en las cabinas de peaje
- Verificar la validez de los boletos, a bordo de los trenes y en la plataforma, con el Decodificador portátil de boletos (PTD).
- Almacenar los datos relacionados con la actividad de cada dispositivo en la estación y generar informes locales (contables y técnicos) en el Controlador de la estación (PMS).
- Supervisar los dispositivos del AFCS en las estaciones a través de la consola local y de un sistema centralizado.
- Recopilar todos los datos de los dispositivos de la red, consolidarlos y generar informes técnicos y administrativos en el Centro de gestión (OMS).
- Configurar la estructura de la red y los parámetros de las tarifas en el OMS y distribuir la configuración a los dispositivos de la estación.

Los siguientes capítulos de este documento describen el detalle de la solución propuesta.

La arquitectura del sistema propuesto incluye dos centros de datos principales; uno para las actividades principales y el otro utilizado como recuperación ante desastres. El centro de datos secundario también se utiliza como plataforma de capacitación y prueba.

En cada centro de datos, hay dos instancias del centro de gestión. Una para cada objeto de la línea de metro de la propuesta presente.

1.4 INTEGRACIÓN CON LOS CIRCUITOS DE PAGO EXTERNOS

Un sistema AFC moderno debe estar integrado con los circuitos de pago externos al pago del servicio de transporte. Esta integración tiene dos direcciones:

- Sistema de pagos externos utilizados para pagar el servicio de transporte
- Soportes de la empresa de transporte utilizados para pagar los servicios externos

Este es el caso del pago del servicio de transporte utilizando una tarjeta de pago expedida por una entidad externa: generalmente, tarjetas de débito y de crédito expedidas por bancos y circuitos internacionales.

La gestión de estos pagos tiene dos aspectos principales que deben considerarse:

1. acuerdos comerciales entre la empresa de transporte (o el sujeto que gestiona la venta de los derechos de transporte) y los sujetos externos que expiden las tarjetas de pago y garantizan el pago.
2. Certificación técnica de los dispositivos de validación para gestionar transacciones seguras con los protocolos apropiados.

Generalmente, la definición de los acuerdos comerciales está fuera del alcance del suministro de un sistema AFC y depende principalmente de las políticas de la empresa de transporte.

En cuanto a la certificación de los dispositivos, es técnicamente posible y depende de la estructura de los circuitos de autorización utilizados. Como un requisito previo, es necesario

005950

que las tarjetas que tienen los pasajeros tengan una interfaz sin contacto. Esto se está volviendo común en las tarjetas de crédito expedidas por los principales circuitos en muchos países. En los próximos años, probablemente sea una norma mundial.

El pago de las cantidades debidas para un viaje, en general, se considera como un "pago pequeño" y se garantiza sin la necesidad de una autorización en línea y el ingreso de un código de PIN. Esto depende de las políticas de los circuitos de pago del país.

Es necesario un sistema de compensación para la reconciliación del pago con cuentas bancarias.

1.5 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

1.5.1 Introducción

En este párrafo se ofrece una vista arquitectónica del sistema propuesto, en cuanto a la arquitectura lógica global del proceso implementado y de los flujos de dato.

Todos los dispositivos en las estaciones están conectados a servidor de la estación a través de la red de área local de la estación, cuyas características se detallan en la propuesta técnica relacionada con los Sistemas de conexión.

Los servidores de la estación están conectados a los sistemas centrales AFC a través de la red de área amplia, cuyas características se detallan en la propuesta técnica relacionada con los Sistemas de conexión.

1.5.2 Arquitectura lógica

El sistema de cobro automático de boletos, AFCS, está diseñado para gestionar el proceso de emisión y cobro de boletos para el proyecto metro de Lima.


El sistema de AFC está abierto a gestionar la integración de boletos y la cooperación entre diferentes operadores de transporte que operan hoy o que operarán en el futuro cercano en la red de metro de Lima.

En el AFCS, los servicios de transporte se pagan por contratos de transporte. Como el sistema tiene la capacidad de respaldar a diferentes operadores de transporte que cooperan para ofrecer servicios de transporte y para gestionar el cobro integrado de boletos, el modelo del sistema hace posible, por ejemplo, que los pasajeros compren documentos de transporte de un operador y lo utilicen en los servicios de transporte de otro, en un sistema donde se implementa la integración de tarifa completa.

El AFCS propuesto se diseñó para gestionar todos los aspectos del proceso de cobro de boletos en las estaciones:

- Para vender contratos de transporte en diferentes soportes
- Para expedir y personalizar tarjetas inteligentes para los pasajeros
- Para reintegrar, recargar y volver a expedir boletos y tarjetas inteligentes
- Para validar los contratos en las cabinas de peaje según las reglas de tarifa definidas
- Para validar los contratos en las puertas de salida
- Para negar la salida en caso de validación fallida
- Para expedir boletos de regularización
- Para verificar la validez y el contenido de un billete o una tarjeta inteligente
- Para verificar boletos y tarjetas inteligentes a bordo o en la plataforma con un dispositivo portátil
- Para recopilar los datos de la alarma enviados por equipo y visualizarlos en una interfaz de usuario dedicada
- Para enviar comandos a los dispositivos

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFA - OPERACIÓN DEL SISTEMA
INGENIERÍA DE LIMA



- Para preparar, visualizar e imprimir los informes de ingresos en el equipo de ventas y a nivel de estación
- Para distribuir la descripción de las reglas de costos, la lista negra y la parametrización al equipo de campo (TVM, TOM y validadores).

La arquitectura del AFCS se basa en un esquema de niveles múltiples. Este esquema se basa en 4 niveles, con otro nivel adicional (llamado nivel 0) que es la implementación del sistema de archivos de datos en las tarjetas inteligentes.

Proyectar al sistema AFC como una superposición de niveles de comunicación y cooperación simplifica la tarea para definir cada nivel desde el punto de vista de datos y funciones como independientes entre sí y para desarrollar cada parte del sistema por separado.

En ese esquema el desarrollo puede continuar de inmediato después de definir en detalle la interfaz entre los distintos niveles y la naturaleza y el formato de los datos intercambiados.

La siguiente figura muestra el modelo arquitectónico del AFCS propuesto, a partir de cinco niveles descritos en el párrafo anterior.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALIANZA PARA EL METRO DE
LIMA Y CALLAO

005952

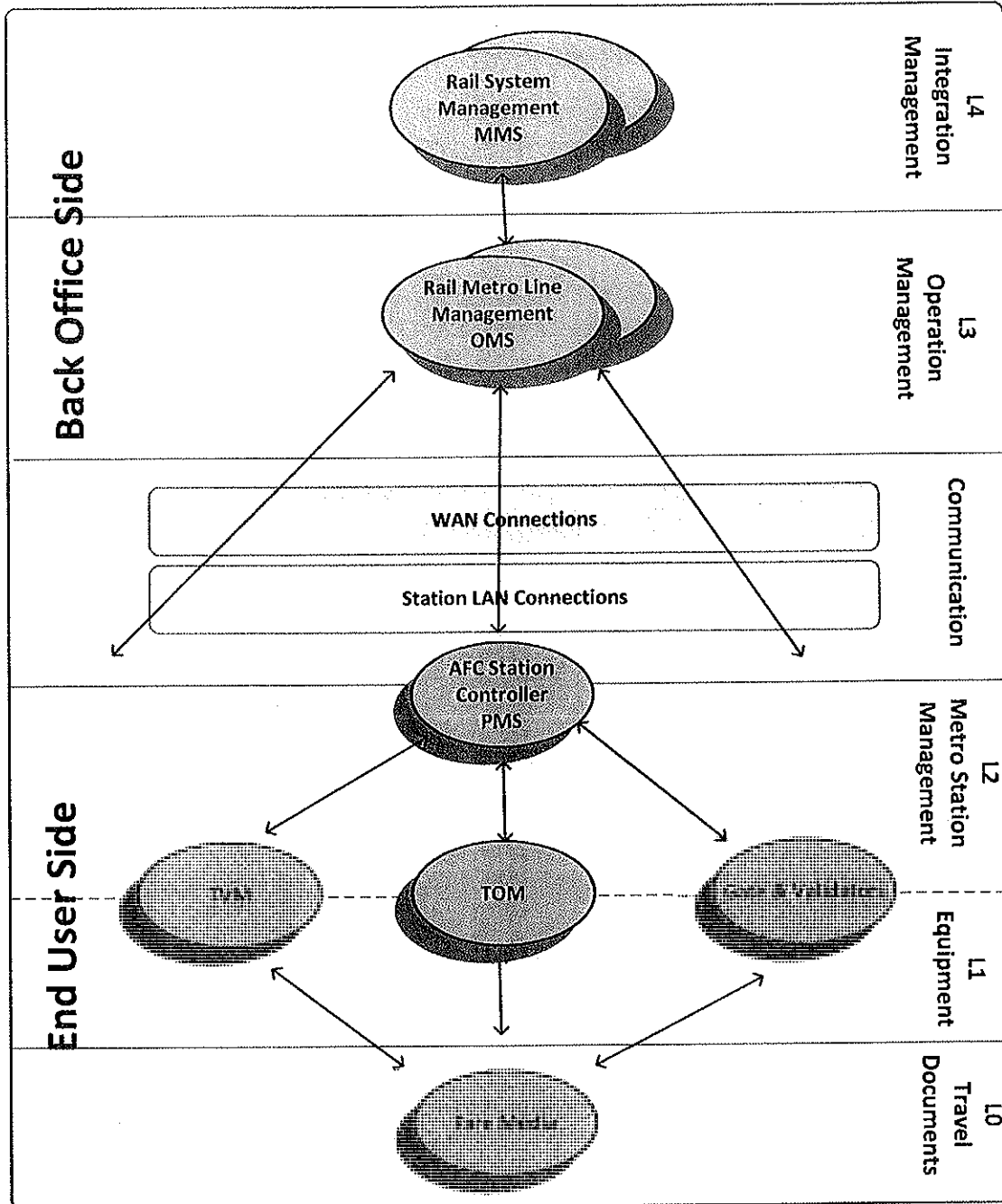
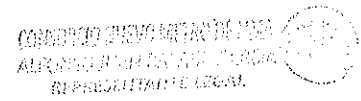


Figura 1-1- Modelo arquitectónico de cinco capas



Con particular referencia a **Figura 1-1- Modelo arquitectónico de cinco capas**, y a los niveles descritos en **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Podemos resumir las siguientes funciones:

- **Nivel 0:** documento de transporte del cliente, las tarjetas inteligentes del AFCS
- **Nivel 1:** venta, validación y conteo, dispositivos de control periférico (CPS, TVM, TOM, puerta, validadores, PTD)
- **Nivel 2:** nivel del controlador de la estación que gestiona la recopilación de datos de los dispositivos de la estación del Nivel 1 y distribuye todos los parámetros de configuración enviados por el centro de gestión (Nivel 3 y 4)

005953

- **Nivel 3:** Nivel de la línea de tren que gestiona todos los datos desde/hacia los dispositivos periféricos, la gestión, supervisión y configuración del equipo; la gestión de reserva de medios
- **Nivel 4:** Nivel del sistema de trenes que gestiona todos los datos recopilados por el Nivel 3, la emisión de boletos y la configuración de costos (política de precios, gestión del producto); gestión de cuentas y reconciliación y la generación de informes, gestión de clientes, operaciones de compensación y acuerdos, copias de seguridad y archivo de todos los datos

El nivel 4 y el nivel 3 constituyen el Soporte administrativo. Cada uno de ellos tiene servidores con configuración de recuperación ante desastres que incluyen una capa de aplicación y una base de datos.

Los niveles 2, 1 y 0 constituyen el Usuario final en las estaciones de metro.

Entre el Soporte administrativo y el Usuario final hay una capa de comunicación que incluye las conexiones WAN y LAN.

En los siguientes párrafos se describe el modelo de emisión de boletos propuesto mientras que en los siguientes capítulos se describen detalladamente todas las funciones del sistema AFC y su mapeo en diferentes niveles del sistema.

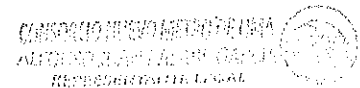
1.6 MODELO DE APLICACIÓN

El punto clave y central del AFCS es el **documento de viaje** por eso la tarea principal de todo el sistema es el proceso de emisión de boletos que gestiona:

- emisión
- recarga
- venta
- pago
- reembolso
- remisión
- validación
- control
- lista negra

...de los documentos del servicio de transporte.

En la siguiente tabla, se muestra el mapa entre el tipo de equipo individual y sus funciones.



	Dispositivo	Funciones
	1. CPS	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de cambio de operador • Venta de tarjetas inteligentes sin contacto del metro de Lima (pre-codificadas o codificadas al momento de la expedición)... • Recarga de los contratos del metro de Lima para tarjetas inteligentes anónimas y personalizadas • Reembolso a pasajeros con un "recibo de cambio por pérdida" expedido por un TVM, en caso de un cambio por pérdida • Otorgar información acerca del contenido de la tarjeta inteligente • Contabilidad e informes • Recopilación de datos y transmisión al controlador de la

005954

		<p>estación</p> <p>Todas las operaciones de venta incluyen pago con dinero en efectivo o tarjetas de crédito y de débito</p>
2.	TVM	<ul style="list-style-type: none"> • Venta de tarjetas inteligentes sin contacto del metro de Lima (pre-codificadas o codificadas al momento de la expedición) • Recarga de los contratos del metro de Lima para tarjetas inteligentes anónimas y personalizadas • Otorgar información acerca del contenido de la tarjeta inteligente • Recopilación de datos y transmisión al controlador de la estación <p>Todas las operaciones de venta incluyen pago con dinero en efectivo o tarjetas de crédito y de débito</p>
3.	TOM	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de cambio de operador • Venta de tarjetas inteligentes sin contacto del metro de Lima (pre-codificadas o codificadas al momento de la expedición) • Recarga de los contratos del metro de Lima para tarjetas inteligentes anónimas y personalizadas • Reembolso a pasajeros con un "recibo de cambio por pérdida" expedido por un TVM, en caso de un cambio por pérdida • Otorgar información acerca del contenido de la tarjeta inteligente • Contabilidad e informes • Recopilación de datos y transmisión al controlador de la estación <p>Todas las operaciones de venta incluyen pago con dinero en efectivo o tarjetas de crédito y de débito</p>
4.	Puerta validador y	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de la validez del contrato • Aceptación o denegación de entrada • Aceptación o denegación de salida • Conteo de pasajeros en la entrada y la salida • Visualización de la cantidad o el número de viajes restantes en la tarjeta inteligente durante la validación
5.	PTD	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de validez del contrato y emisión de multa

Tabla 1-1 – Funciones del equipo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO UGALDE GARCÍA
 INGENIERO EN SISTEMAS



005955

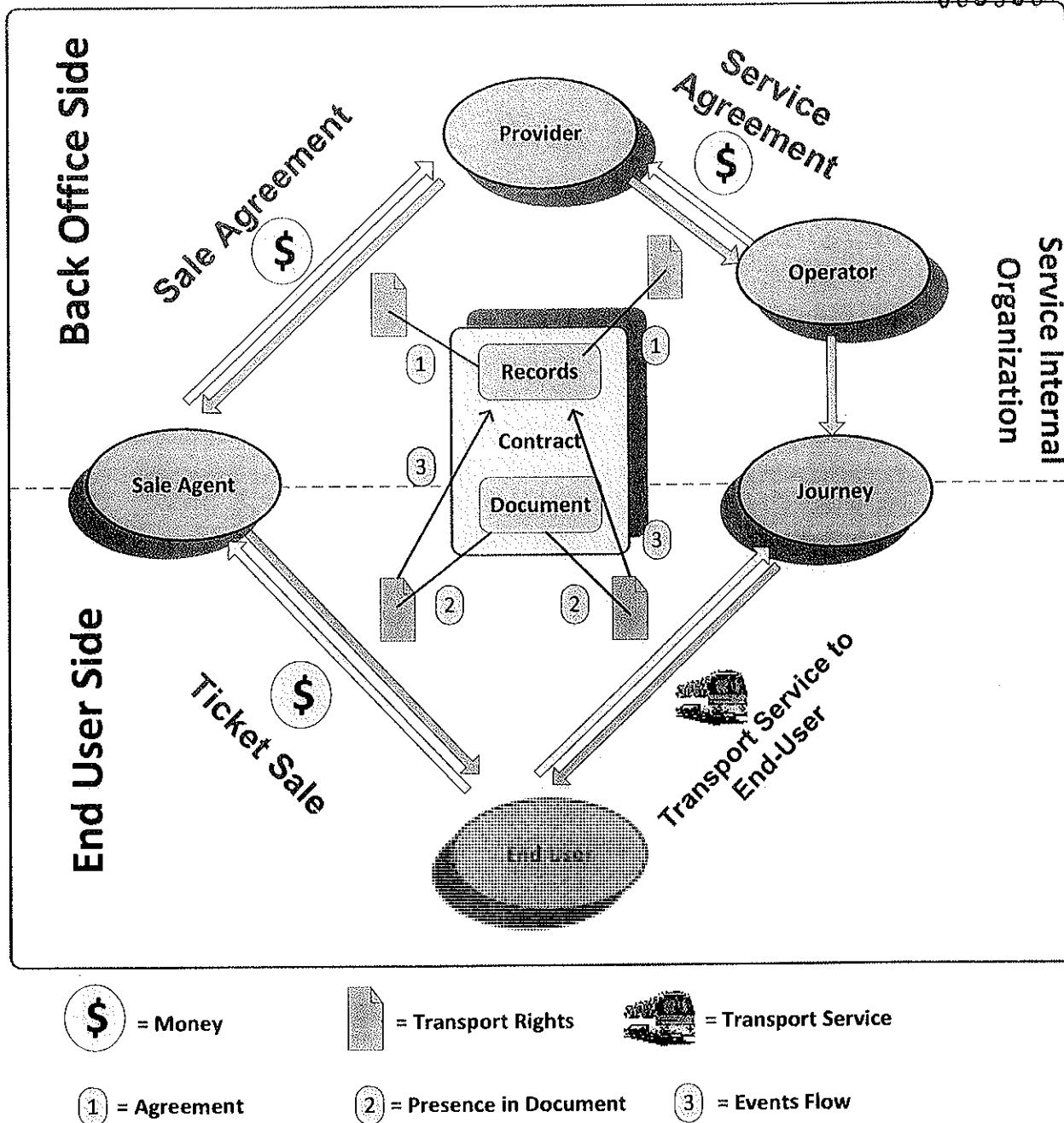


Figura 1-2 – Modelo de aplicación para el proceso de emisión de boletos en el sistema AFC

COMITÉ VICEPRESIDENCIAL
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE INVERSIÓN
REPRESENTANTE LOCAL

005956

1.7 DOCUMENTO DE VIAJE

El propósito principal del sistema AFC es proporcionarles a los pasajeros la facilidad de comprar boletos y control de acceso a y desde el metro a través de las puertas de venta automática de boletos.

Para ser elegible para viajar en la red de transporte, un pasajero debe tener un documento de viaje válido, que puede ser una tarjeta inteligente sin contacto recargable.

2. LA PROPUESTA DE CAPACITACIÓN

2.1 INTRODUCCIÓN

La exactitud y la eficiencia del proceso de inicio del servicio del sistema AFC requieren que el personal involucrado esté correctamente capacitado acerca de la estructura y la tecnología del sistema, de las funciones que ejecutarán y de las características nuevas y modificadas que los usuarios finales (los pasajeros de la red de transporte) tendrán disponibles.

Para que este proceso de capacitación sea más efectivo y para que la empresa de transporte tenga la posibilidad de extender este proceso en el futuro, comúnmente se utiliza la estrategia "capacitación para instructores" para esta importante tarea.

2.2 CAPACITACIÓN PARA LOS INSTRUCTORES

Los instructores seleccionados tendrán una gran experiencia tanto en la capacitación de gestión de sistemas tecnológicos como en la tecnología misma; podrán, debido a su cultura profesional y a la capacitación que recibirán, alcanzar el nivel de conocimiento necesario sobre el sistema completo, lo que les permitirá enseñarle al aprendiz con máxima eficacia.

Los aprendices recibirán capacitación del personal local preparado apropiadamente por el técnico de Slex ES que participó en la personalización y el diseño del sistema.

Esta capacitación se realizará en:

- Las instalaciones de capacitación del lugar
- El laboratorio de simulación del sistema (en el ámbito de la propuesta actual)
- Las plantas del metro de Lima, durante la instalación, prueba y puesta en marcha del sistema, (de acuerdo con los procedimientos y la planificación de la instalación, y con la aprobación del metro de Lima).

El resultado de esta fase de capacitación se analizará organizando sesiones de capacitación simulada para el personal del metro de Lima, 10 persona como máximo, para detallar mejor tanto las técnicas como los programas de la capacitación. El curso distingue entre capacitación para dispositivos manipulados por operadores (CPS, TOM, PTD) y aquellos dispositivos no tripulados (TVM, puerta y validadores) donde la capacitación está dedicada principalmente a la gestión de operación y mantenimiento. Este curso incluirá a 10 personas como máximo; estos instructores serán los maestros para la masa de operadores de clientes de la estación, CPS, TVM, TOM, PTD, puertas y validadores. Esta fase del proceso de capacitación no se incluye en esta propuesta.

Todos recibirán capacitación para los ítems generales, luego se especializarán en 2 líneas.

- Operaciones con dispositivos (CPS, TOM, PTD, TVM, puerta y validadores, ordenadores de la estación)
- Mantenimiento

Los cursos desafiarán los argumentos descritos en los siguientes párrafos.

CONSORCIO [6332]
NUEVO METRO DE LIMA

3. SUMINISTRO E INSTALACIÓN

3.1 ÁREAS DE LA ESTACIÓN Y SALAS DE EQUIPOS

Para la instalación en cualquier planta existe una serie de criterios importantes que se pueden aplicar igualmente a la sala de equipos.

Estos criterios son los siguientes:

- “Listo para la instalación” se define cuando se cumplen los siguientes criterios:
 - El contratista civil proporciona el acceso según los requisitos de ingreso para esa área de trabajo en particular y como se acordó en el momento oportuno en las reuniones de coordinación.
 - Los recursos para la instalación están disponibles en el emplazamiento, incluyendo la mano de obra, el equipo y los materiales.
 - El diseño de instalación para esa locación se completa con los dibujos de “Aprobado para la construcción” disponibles en el emplazamiento.
 - Las rutas de acceso son adecuadas, están limpias y libres de obstáculos.
 - Los procedimientos de posesión en el emplazamiento se encuentran establecidos y se hacen cumplir, lo que incluye los controles de acceso al emplazamiento y las medidas de seguridad.
 - El suministro de energía y la iluminación adecuados están disponibles en el lugar de trabajo.

3.2 CENTRO DE CONTROL

Se refiere al OCC en el taller. El OCC es de alta prioridad y las tareas de instalación se centran en las siguientes locaciones:

- Salas de equipos

Una vez que se alcanzan los requisitos de “listo para la instalación”, como se definió anteriormente, la instalación puede empezar con:

- Instalación de las vías de cables y el tendido de los cables (se requiere la coordinación con el contratista civil para la instalación de los pisos elevados).
- Instalación del equipo restante y conexión de cables.
- comienzo de la inspección local y pruebas de instalación.
 - Sala del centro de control

Una vez que se alcanzan los requisitos de “listo para la instalación”, como se definió anteriormente, la instalación puede empezar con:

- Posicionamiento de los equipos, instalación de paneles y monitores en la sala de control.
- Instalación del equipo restante y conexión de cables.
- comienzo de la inspección local y pruebas de instalación.

Una vez que se disponga de la alimentación eléctrica general, se podrán completar las pruebas locales y la puesta en marcha de la instalación.

3.3 PRUEBA Y ACTIVIDADES DE PUESTA EN MARCHA

La puesta en marcha consta de las siguientes acciones.

- Reunir los documentos y especificaciones necesarios.

Se juntan los “dibujos tal como se ha construido” y las especificaciones del sistema relacionados con el diseño del proyecto para brindar toda la información y el conocimiento necesarios según los requisitos del equipo de puesta en marcha.

005958

- Realizar los procedimientos de prueba detallados

Una vez recogida la documentación del proyecto y las especificaciones del sistema pertinentes referidas a las pruebas y las verificaciones, se realizan los procedimientos de prueba detallados en cooperación con el departamento de ingeniería.

- Se comprueba la calibración de las herramientas y los instrumentos

El equipo de puesta en marcha es responsable de la fiabilidad de los instrumentos y herramientas adoptados, y deberá tener en cuenta la fecha de vencimiento de la calibración y certificación. Con la cooperación de su estructura, el equipo de puesta en marcha administrará los instrumentos y las herramientas del proyecto necesarias para las pruebas y la puesta en marcha de la ejecución del proyecto.

- Realizar pruebas de funcionamiento de los sub-sistemas.

Según las pruebas y el procedimiento de verificación asignado por el "plan de pruebas de puesta en marcha", se realizará una prueba del sub-sistema.

- Actividades de monitoreo de la puesta en marcha.

Según el "plan de pruebas y de puesta en marcha", el administrador de la puesta en marcha monitoreará el progreso de las actividades de pruebas e implementará acciones para reanudar el plan en caso de demoras.

- Detectar cambios en el diseño respecto al plano de obra acabada.


El Equipo de puesta en marcha detectará los cambios respecto al diseño original ocurridos durante las actividades de prueba y puesta en marcha. El equipo reunirá la información necesaria y registrará los cambios de diseño para proporcionar al departamento de ingeniería la documentación de "planos de obra acabada".

- Solicitud de la participación de funcionamiento y mantenimiento.

El administrador de la puesta en marcha solicitará la participación de O&M durante las pruebas y las fases de puesta en marcha del sistema, para transferir toda la información necesaria sobre las mejores prácticas de todo el sistema de transporte y del servicio de funcionamiento a cargo del departamento de O&M.

- Proporcionar comentarios para los planos de obra acabada.

Al finalizar las fases de pruebas y puesta en marcha, el equipo de puesta en marcha tiene la tarea de compartir la información sobre los resultados de la instalación de los sub-sistemas y los comentarios de los planos de obra acabada con el departamento de ingeniería.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
INVERSIÓN PÚBLICA S.A.


<p>C.1.2</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
---	--

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.5) SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

OFICINA DE INVERSIÓN PRIVADA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
BOULEVARD DE LA UNIÓN 1101



005960

Índice

Índice	2
1. SISTEMA DE ALIMENTACION	1
1.1. Introducción	1
1.1.1. Sistema de alimentación: generalidades	1
1.1.2. Descripción del sistema de AT 60 kV	2
1.1.2.1. Línea 2	2
1.1.2.2. Línea 4	2
1.1.3. Descripción del sistema de distribución de MT de 20 kV	2
1.1.4. Descripción del sistema de conversión de energía eléctrica para la tracción 2	
1.1.4.1. Línea 2	3
1.1.4.2. Línea 4	3
1.1.5. Descripción del sistema de distribución de energía eléctrica para la tracción 4	
1.1.6. Descripción del sistema de distribución de la alimentación de BT en los dispositivos de estación	5
1.1.7. Descripción del sistema de protección contra contactos eléctricos y para atenuar el fenómeno de las corrientes parásitas	5
1.1.7.1.1. Redes de tierra	5
1.1.7.1.2. Monitorización de corrientes parásitas	5
1.1.8. Descripción de los circuitos de seguridad y selectividad a lo largo de la línea 6	
1.1.8.1. Circuito de emergencia en línea	6
1.1.8.2. Circuito de cable piloto para selectividad lógica de las protecciones, lado 20 kVca	6
1.1.8.3. Circuito de arrastre lado 20 kV	6
1.1.8.4. Circuito de "disparo SER", lado 1.500 Vcc	6
1.2. Esquema Electrico de Media Tensiones Línea 2	7
1.3. Esquema Electrico de Media Tensiones Línea 4	8
1.4. Modo de operación 60 kV & 20 kV	9
1.4.1. Subestaciones eléctricas de alta tensión (SEAT)	9
1.4.1.1. Potencia primaria de Alta Tensión (60 kV):	10
1.4.1.2. Interruptores de Alta Tensión	10
1.4.1.3. Transformador de Alta Tensión	11
1.4.1.4. Interruptores de Media Tensión	12
1.4.1.5. Transformador para los Sistemas Auxiliares	12
1.4.1.6. Cables de alimentación 20 KV	13
1.4.1.7. Dimensionamiento de los cables	13
1.4.1.8. Servicios Auxiliares en en Baja Tensión referencial: 380/220 Vca / 110/24 Vcc	13
1.4.1.9. Dimensionamiento de la potencia electrica	14
1.4.2. SEAT single line diagram	15
1.5. Informe preliminar de EMI/EMC	16
1.5.1. Normativa de referencia	16
1.5.2. Actividades de EMC del proyecto	17

1.5.2.1.	Compatibilidad electromagnética del sistema del metro con el mundo exterior	17
1.5.2.2.	Compatibilidad electromagnética dentro del sistema del metro.....	17
1.5.2.3.	Compatibilidad electromagnética entre subsistemas.....	17
1.5.2.4.	Compatibilidad electromagnética dentro de cada subsistema	18
1.6.	Conexión a tierra – Descripción general	18
1.6.1.	Normas y documentos de referencia	18
1.6.2.	Términos, acrónimos y abreviaturas.....	18
1.6.3.	Definiciones	19
1.6.4.	Configuración general del sistema de puesta en tierra como función de la condición de las juntas dieléctricas	19
1.6.4.1.	Depósito.....	20
1.6.4.2.	Lado DC: Conexiones de la tierra a la vía.....	21
1.6.4.3.	Lado AC	21
1.6.5.	Disposiciones contra los riesgos de corrosión galvánica.....	22
1.6.5.1.	Descripción del fenómeno de corriente de fuga	22
1.6.5.2.	Criterios para reducir los riesgos de las corrientes de fuga.....	22
1.6.5.3.	Juntas dieléctricas	22
1.6.5.4.	Requisitos de los perfiles de refuerzo	25
1.6.5.5.	Detalles de las estructuras del túnel para la construcción de elementos de hormigón prefabricados	25
1.6.6.	Riesgos de las corrientes de fuga por el sistema de tracción	26
1.6.6.1.	Aislamiento en tierra de tracción desde el suelo de la estructura.....	26
1.6.6.2.	Conductividad del circuito de retorno	26
1.6.6.3.	Conductor de conexiones equipotenciales	27
1.6.7.	Medidas del campo eléctrico externo	27
1.6.7.1.	Métodos de medición aplicables.....	27
1.6.7.2.	Gradiente de potencial eléctrico	27
1.6.7.3.	Potencial eléctrico local.....	29
1.6.8.	Monitoreo de corrientes de fuga.....	29
1.6.8.1.	Introducción.....	29
1.6.8.2.	Descripción del sistema de monitoreo de la corriente de fuga.....	29
1.6.8.3.	Predisposiciones.....	29
1.6.8.4.	Puntos de medición	30
1.6.8.5.	Electrodos de referencia.....	30

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AV. GAMBETTA 1000 - LIMA
 TEL: 011 476 0000



005962

1. SISTEMA DE ALIMENTACION

1.1. Introducción

El presente documento corresponde a la propuesta para el Metro de Lima L2 y L4, y tiene como finalidad describir el sistema eléctrico de alimentación de 60 kV, 20 kVca, 1.500 kVcc y 220/380 Vca de SEAT, SER y de Cabinas de MT/BT presentes en las estaciones.

1.1.1. Sistema de alimentación: generalidades

Los diferentes sub-sistemas eléctricos y sus elementos principales se pueden agrupar del siguiente modo:

- Sub-sistema de AT, dividido en:
 - Puntos de AT para suministro de energía previstos por el ente proveedor
 - Equipos para transformación de AT/MT (transformadores)
- Sub-sistema de distribución de la alimentación de MT, dividido en:
 - Cables de distribución de la alimentación de MT
- Sub-sistema de conversión y distribución de energía eléctrica para la tracción, dividido en:
 - Sub-estaciones eléctricas de conversión de tensión alterna en tensión continua para alimentar la catenaria con 1.500 Vcc;
 - Catenaria para distribuir energía eléctrica de 1.500 Vcc a los trenes.
- Sub-sistema de distribución de la alimentación de BT a dispositivos de estación (cabinas de MT/BT), compuesto por:
 - Equipos para transformación de la tensión de MT/BT (transformadores)
 - Cuadros de distribución de alimentación para dispositivos (QBT)
 - Equipos que aseguren la continuidad del suministro de energía a aquellos dispositivos que, por requerimientos de seguridad y/o de funcionamiento, necesitan estar constantemente alimentados incluso en presencia de averías del sistema de transformación de MT/BT y/o por ausencia de la alimentación primaria (UPS).
- Sub-sistema para protección contra contactos eléctricos y para atenuar el fenómeno de las corrientes parásitas, compuesto por:
 - Redes de tierra
 - Monitorización de corrientes parásitas
- Circuitos de seguridad y de selectividad a lo largo de la línea compuestos por:
 - Circuito de emergencia en línea para cortar la tensión de la línea de la catenaria (1.500 Vcc) en caso de emergencia.
 - Circuito de cable piloto para selectividad lógica de protecciones, lado 20 kVca
 - Circuito de arrastre, lado 20 kV
 - Circuito de "disparo SSE", lado 1.500 Vcc

El sistema eléctrico (entendido como el conjunto de los sub-sistemas mencionados anteriormente) garantiza siempre una máxima disponibilidad de energía (para el funcionamiento de los trenes y la alimentación de los dispositivos instalados en la estación y en los túneles) incluso en caso de una sola avería [fuera de servicio de un punto de suministro de AT, fuera de servicio total del SEAT, fuera de servicio total del SER, fuera de servicio de ambos transformadores de la Cabina de Estación (en dicho caso continúan alimentadas las cargas esenciales mediante UPS), fuera de servicio de un Interruptor de MT o de un cable de MT, etc.].


 DIRECTOR GENERAL
 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

005963

1.1.2. Descripción del sistema de AT 60 kV

1.1.2.1. Línea 2

La alimentación del sistema compuesto por el SER y por las Cabinas de estación se garantiza a través de 4 puntos de suministro de alta tensión, de los cuales dependen los 4 SEAT que transforman la tensión de 60 kV a 20 kV.

A cada SEAT llegan 2 líneas de 60 kV (una para ser utilizada en el futuro) provenientes del ente proveedor de energía eléctrica, las cuales se ensamblan en una barra de 60 kV y desde la cual derivan 2 transformadores (de 60 kV a 20 kV), uno en reserva caliente del otro.

Después de los transformadores se encuentra la barra de 20 kV desde la cual derivan los transformadores para los servicios auxiliares del SEAT y los interruptores que realizan la distribución de 20 kV para los SER y las cabinas de estación.

El sistema de AT garantiza siempre una disponibilidad máxima de energía (para el funcionamiento de los vehículos y la alimentación de los dispositivos instalados en la estación y en los túneles) incluso en caso de una sola avería (léase fuera de servicio total del SEAT).

1.1.2.2. Línea 4

La alimentación del sistema compuesto por el SER y por las cabinas de estación se garantiza mediante 2 puntos de suministro de alta tensión de los cuales dependen los 2 SEAT que transforman la tensión de 60 kV a 20 kV.

A cada SEAT llegan 2 líneas de 60 kV (una para ser utilizada en el futuro) provenientes del ente proveedor de energía eléctrica, las cuales se ensamblan en una barra de 60 kV y desde la cual derivan 2 transformadores (de 60 kV a 20 kV), uno en reserva caliente del otro.

Después de los transformadores se encuentra la barra de 20 kV desde la cual derivan los transformadores para los servicios auxiliares del SEAT y los interruptores que realizan la distribución de 20 kV para los SER y las cabinas de estación.

El sistema de AT garantiza siempre una disponibilidad máxima de energía (para el funcionamiento de los vehículos y la alimentación de los dispositivos instalados en la estación y en los túneles) incluso en caso de una sola avería (léase fuera de servicio total del SEAT).

1.1.3. Descripción del sistema de distribución de MT de 20 kV

La distribución de 20 kV a SER y cabinas de estación se realiza mediante 2 anillos separados por interruptores que parten de las barras de 20 kV de los SEAT.

Los SER y las cabinas en estación tienen una alimentación bilateral garantizada por la alimentación del anillo proveniente de ambos lados a través de 2 SEAT. En caso de tratarse de un tramo terminal el anillo se cierra a través de un cable adicional derivado de un interruptor en la barra de 20 kV del mismo SEAT.

1.1.4. Descripción del sistema de conversión de energía eléctrica para la tracción

Los SER se alimentan de un anillo dedicado (como se describió anteriormente) y su función es garantizar la alimentación de la tracción eléctrica de los vehículos.

La cantidad y la posición de los SER se previeron como para garantizar el funcionamiento según los siguientes criterios:

- Corrientes y potencia de los grupos → Los rectificadores de los SER nunca se ven afectados por fenómenos de sobrecarga ni tampoco por fuera de servicio total de un SER
- Tensión de línea → Las tensiones mínimas en la línea son siempre superiores al límite mínimo admisible normativo (1.000 Volt)
- Potencial de la vía → Los potenciales máximos de la vía son compatibles con la norma EN 50122-1.

El seccionamiento con espacio de aire es análogo a la separación mecánica de dilatación pero deberá garantizar también la distancia eléctrica de seguridad entre las dos barras que claramente no deberán estar puenteados. De este modo se obtendrá una separación mecánica y eléctrica de las dos secciones de dilatación aferentes al seccionamiento que podrá ser recorrido con motores activados

Dado que los carriles están eléctricamente separados, en todas las comunicaciones pares/dis pares se colocará un aislador de sección que se puede recorrer con los motores activados o una separación con espacio de aire.

Para la puesta a tierra de la catenaria, necesaria para efectuar los trabajos de mantenimiento, se instalarán a intervalos regulares conexiones especiales para enganchar la pértiga para puesta a tierra.

La resistencia eléctrica de la catenaria rígida estará dada por el paralelo de las resistencias del perfil de aluminio y por la resistencia del cable de contacto.

Para un cable de contacto desgastado al 50%, la resistencia por kilómetro será de 0,0156 Ω /km.

1.1.6. Descripción del sistema de distribución de la alimentación de BT en los dispositivos de estación

Las cabinas de estación están alimentadas por un anillo dedicado (como se describió anteriormente) y su finalidad es garantizar la alimentación de los dispositivos de estación, de las instalaciones electromecánicas y de los accesos para ventilación.

Cada cabina de MT/BT de estación se divide funcionalmente en las siguientes zonas:

- **Sección de MT:** Constituida por un cuadro de media tensión de 20 kV, contiene los interruptores de interconexión y los destinados a la protección de los transformadores (2 para cada cabina), los interruptores para las conexiones con las líneas de llegada y de salida, todas las lógicas de mando necesarias y los dispositivos de medición. Las lógicas de los QMT derivan del cargador de baterías de 110 Vcc.
- **Sección de transformación de MT/BT:** Compuesta por dos transformadores de MT/BT diferentes, uno en reserva caliente del otro.
- **Sección de distribución de BT:** Compuesta fundamentalmente por dos cuadros de distribución divididos en: sección "normal" (depende de los transformadores de MT/BT) y sección de "continuidad" (depende de la UPS de la estación) que alimentan todos los dispositivos, divididos a su vez en dispositivos "normales" o "en continuidad".

1.1.7. Descripción del sistema de protección contra contactos eléctricos y para atenuar el fenómeno de las corrientes parásitas

1.1.7.1.1. Redes de tierra

La seguridad está garantizada por las redes de tierra de los SER y de las cabinas de estación.

1.1.7.1.2. Monitorización de corrientes parásitas

Las corrientes parásitas se monitorizarán mediante un sistema capaz de detectar la diferencia de potencial en los extremos de los tramos de túneles entre estaciones y en los extremos de las estaciones.

El sistema de monitorización estará interconectado con el sistema de supervisión para tener a disposición los valores del potencial tanto en el lugar como en el puesto central.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 Avenida de la Libertad 1000
 Lima, Perú

005967

1.1.8. Descripción de los circuitos de seguridad y selectividad a lo largo de la línea

1.1.8.1. Circuito de emergencia en línea

El circuito de emergencia en línea está compuesto por una serie de pulsadores de emergencia colocados en los extremos de las estaciones (cerca de las puertas de acceso al andén de emergencia), en los accesos para ventilación (cerca de la escalera de emergencia) y en los SER. La finalidad de dichos pulsadores es cortar la tensión de la línea de contacto en caso de emergencia.

1.1.8.2. Circuito de cable piloto para selectividad lógica de las protecciones, lado 20 kVca

La lógica de "cable piloto", en un sistema de 20 kVca es necesaria con el fin de identificar y eliminar las averías en la red de media tensión, reduciendo entonces al mínimo la incidencia de una eventual avería en los cables de MT de los anillos del SER y cabinas de estación (desconectando por lo tanto la menor parte de la instalación).

La lógica del "cable piloto" dirige la coordinación de las protecciones de MT. Dicha selectividad de tipo lógico se realiza enviando señales de bloqueo lógico denominadas "block-input".

En caso de avería en los cables de MT de la línea o de la cabina (cto.cto. o avería en puesta a tierra), los block-inputs permiten "bloquear" la intervención de todas las protecciones "destinadas a la avería" excepto la única protección aferente al interruptor que efectivamente debe intervenir para interrumpir el circuito averiado.

1.1.8.3. Circuito de arrastre lado 20 kV

Además de la lógica del "cable piloto" (que sirve para eliminar las averías en la red de MT) está presente la lógica del "Intertripping" o sea de "arrastre" entre los pares de interruptores aferentes al mismo cable de media tensión cada vez que uno de los dos interruptores quede bloqueado (apertura y bloqueo).


Por lo tanto, a continuación de una avería en el cable de MT, después de la apertura y bloqueo del interruptor dedicado a la avería, los mismos controlan la apertura y bloqueo.

1.1.8.4. Circuito de "disparo SER", lado 1.500 Vcc

Además de la lógica de la emergencia en línea (que sirve para cortar la alimentación de una sección de la línea en caso de emergencia, lado 1.500 Vcc), en los SER está presente también la lógica de "disparo" entre los pares de interruptores extrarrápidos aferentes a la misma catenaria cada vez que alguno de los dos interruptores se bloquee (apertura y bloqueo).

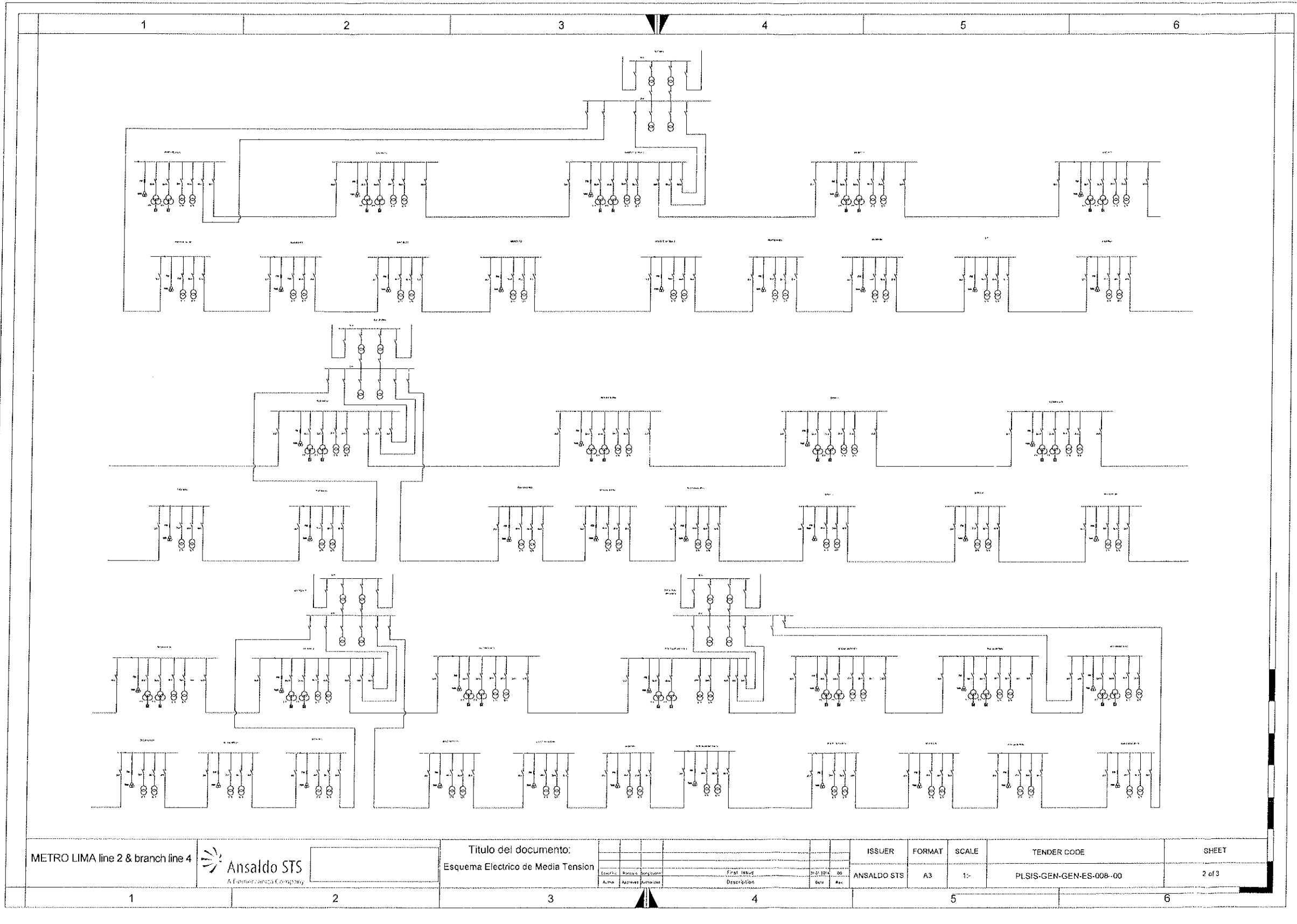
Por lo tanto, a continuación de una avería en la catenaria y después de la apertura y bloqueo del único interruptor extrarrápido eventualmente destinado a la avería, los mismos controlan la apertura y bloqueo.

La utilidad de "disparo SER" radica en la rápida eliminación de la sección de 1.500 Vcc afectada por la avería, facilitando entonces la posterior fase de reconfiguración de la tracción eléctrica.


 CONSORSIO NUOVO METRO DE LIMA
 Agencia de Promoción de la Inversión Privada
 RUC: 20509010001

1.2. Esquema Electrico de Media Tensiones Linea 2

005968



REVISADO POR:
AUTORIZADO POR:
ING. [Signature]

METRO LIMA line 2 & branch line 4



Titulo del documento:
Esquema Electrico de Media Tension

Rev.	Modific.	Descripción	Fecha	Elaborado	Revisado
01	01	Prim. Issue	01/01/2014	SS	
02	01	Actualización	01/01/2014	SS	

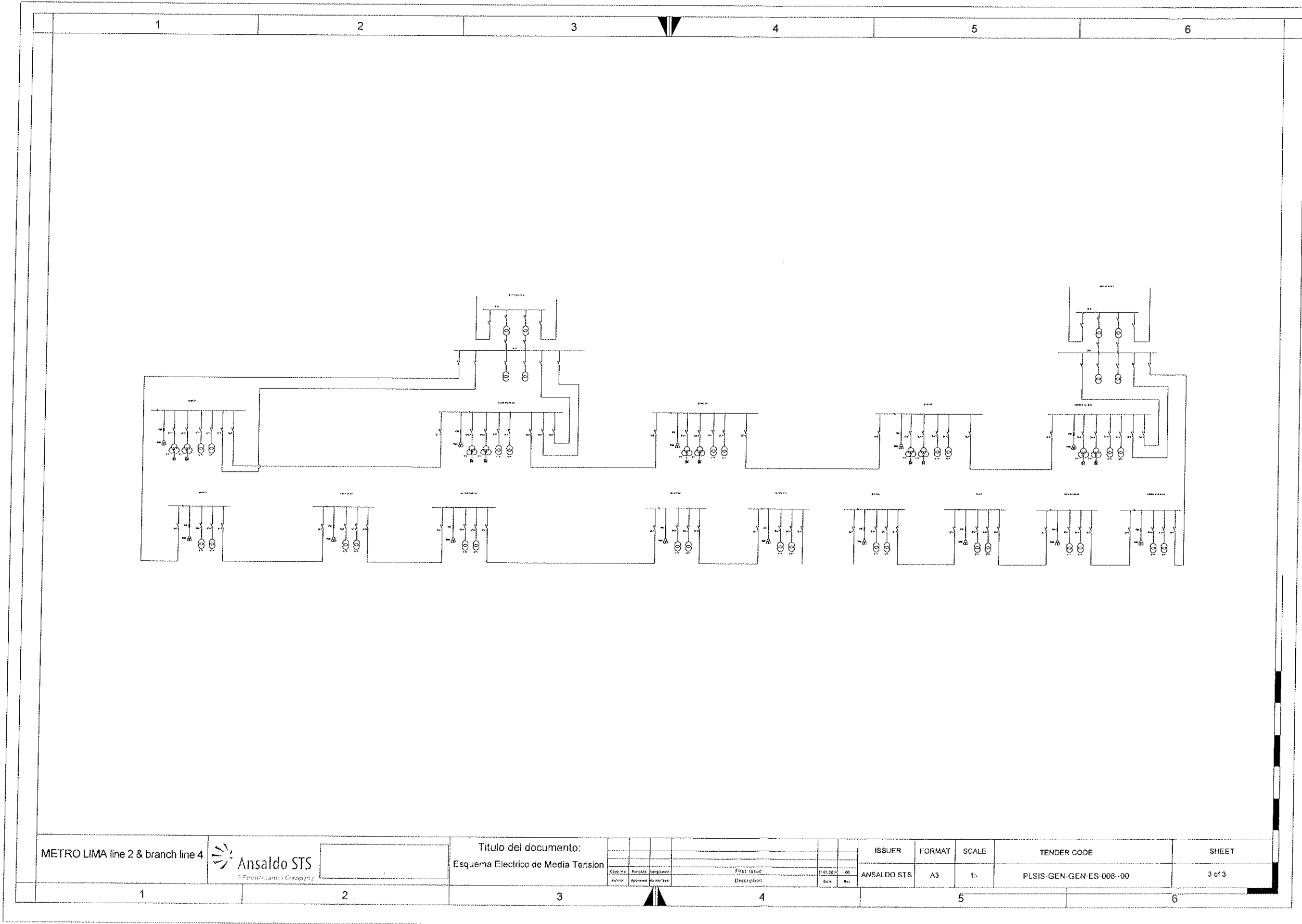
ISSUER	FORMAT	SCALE	TENDER CODE
ANSALDO STS	A3	1:-	PLSIS-GEN-GEN-ES-008-00

SHEET
2 of 3

[Handwritten signature]

1.3. Esquema Electrico de Media Tensions Linea 4

005969



CONSORCIO PROMOTOR DEL
ALCANTARILLADO METROPOLITANO
DE LIMA S.A.S.

METRO LIMA line 2 & branch line 4



Título del documento:
Esquema Electrico de Media Tension

Edición	Revisión	Descripción	Fecha	Aut.
01	01	First Issue	21/01/2014	00
02	01	Approval		

ISSUER	FORMAT	SCALE	TENDER CODE
ANSALDO STS	A3	1:-	PLSIS-GEN-GEN-ES-008--00

SHEET
3 of 3

[Handwritten signature]

1.4. Modo de operación 60 kV & 20 kV

El sistema de alimentación eléctrica referencial recibirá la energía a partir de las redes de distribución, a la tensión de 60 kV, en las subestaciones eléctricas de alta tensión. Aquí, la energía eléctrica se transformará en media tensión (20 kV) por dos grupos de transformación.

Desde la sección de 20 kV de las SEAT salen las líneas de cable a 20 kV que llevarán la energía eléctrica a las subestaciones rectificadoras de tracción eléctrica y a las cabinas de transformación (CE) de media tensión a baja tensión, que alimentarán tanto los servicios de las estaciones, de los patios talleres y los otros servicios distribuidos a lo largo de las líneas.

El diseño de distribución MT es del tipo anillo abierto.

1.4.1. Subestaciones eléctricas de alta tensión (SEAT)

Las SEAT consisten en grupos de transformación (TR) en paralelo. El sistema se definirá como un modo de garantizar la erogación de la energía de tracción (SER), de las cabinas de las estaciones pasajeros y Patios (CE).

Las SEAT se construirán con tecnología a aislamiento con gas (GIS).

Los tamaños de los equipos son indicativos y se definirán durante la fase de diseño

Las partes fundamentales de cada SEAT son:

- Sección de Alta Tensión: estará constituida por una barra, conteniente los interruptores y las protecciones para la conexión con la línea de llegada y de partida, todas las lógicas de comando necesarias y todos los dispositivos de medida.
- Sección de transformación: estará constituida por transformadores de tipo ONAN con los relativos equipos de protección y el cuadro de mando y control.
- Sección de Media Tensión: estará constituida por una barra, conteniente los interruptores y las protecciones para la conexión con la línea de llegada y de partida, todas las lógicas de comando necesarias y todos los dispositivos de medida.
- Sección de los servicios auxiliares: incluirá por lo menos un transformador MT/BT de tipo a seco, interruptores y los seccionadores oportunos, un tablero de distribución y una centralita de alarmas.


Esquema de distribución AT propuesto:

- Frecuencia: 60 +/-1 Hz
- Tensión nominal primaria: 60 kV concatenada
- Tensión de aislamiento: 69 kV concatenada
- Número de fases: 3

Esquema de distribución MT propuesto:

- Frecuencia: 60 +/-1 Hz
- Tensión nominal primaria: 20 kV concatenada
- Tensión de aislamiento: 24 kV concatenada
- Número de fases: 3

CONSORCIO PARA EL NUEVO METRO DE LIMA
 ALIADO PARA EL DESARROLLO DE LA CIUDAD
 REGULADORA DE LIMA



1.4.1.1. Potencia primaria de Alta Tensión (60 kV):

La red eléctrica del distribuidor del servicio eléctrico proveerá la potencia a 60 kV a través de las SEAT. Estas subestaciones de transformación alimentan las estaciones de pasajeros y las subestaciones eléctricas rectificadoras.

Cada SEAT, tendrá las siguientes características:

- Frecuencia: 60 Hz
- Tensión 60 kv
- Grupos: por lo menos 2 para cada SEAT, para la redundancia
- Potencia Nominal mínima para cada SEAT (de acuerdo con el proyecto)
- Potencia Nominal comercial (de acuerdo con el proyecto)

La potencia de corto circuito (o la corriente de corto circuito, deberá ser indicada por el distribuidor de Electricidad).

De la SEAT partirá la distribución 20 kV por los SER y CE; 4 SEAT alimentan 16 SER y 28 CE por la línea 2; 2 SEAT alimentan 5 SER y 9 CE por la línea 2

El sistema de alimentación 20 kV se realizará a través dos anillos normalmente abiertos, un anillo por los SER y un anillo por los CE. Los dos anillos son independientes.

Esta solución permitirá la erogación de la potencia en todas las subestaciones de tracción, manteniendo la continuidad también cuando una de ellas esté fuera de servicio. También, ya que se tendrán varios distribuidores del servicio eléctrico, se deberá predisponer el seccionamiento eléctrico entre las redes de los diferentes suministradores, con adecuados interruptores de MT y adecuados sistemas de medición de la potencia eléctrica transferida. Estos interruptores de MT son normalmente abiertos, excepto en el caso de avería de una SER posicionada entre dos SEAT de diferentes Distribuidores.

En cada estación se ha previsto un sistema de entrada-salida para proteger otros equipos en caso de avería (como ya realizados en los mismos equipos).

Todas las celdas estarán equipadas con una protección contra la sobrecorriente. Las celdas de entrada de los cables tendrán también una protección diferencial.

Todas las SEAT tendrán una celda para los servicios auxiliares (electrificación, sistema de mando a distancia) en BT con una barra alimentada por dos transformadores (normal y reserva) de potencia suficiente. La sección de los conductores deberá ser suficiente para el paso de la corriente necesaria para el funcionamiento de los equipos según los requisitos del sistema. A la barra principal de la celda están conectados los circuitos de la salida monofásica, trifásica, el sistema de alimentación ininterrumpida. Todos los circuitos estarán protegidos por interruptores magnéticos-térmicos.

1.4.1.2. Interruptores de Alta Tensión

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA
REPRESENTANTE LOCAL

Los interruptores de Alta Tensión son del tipo GIS (Gas Insulated System).

La parte en AT a 60 kV consiste en diferentes celdas, cada una con un interruptor de tres polos a 60 kV (IEC 62271-100; EN 50124-1); los polos del interruptor estarán dentro de un ambiente cerrado en el hexafluoruro de azufre (SF6) – tipo GIS.

El tiempo de intervención en Alta Tensión deberá permitir, en caso de corto circuito en la vía, la apertura del interruptor extra-rápido en corriente continua, y no causará ningún daño al grupo transformador-rectificador en caso de una falta posterior de intervención del interruptor del mismo grupo.

Características Eléctricas

Deberán ser de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Tensión Asignada: 60 kV
- Normas: IEC 62271
- Instalación: Interior
- Tensión nominal de servicio: 72,5 kV
- Tensión de prueba a frecuencia industrial, 1 minuto: 140 kV
- Tensión de prueba al impulso, 1,2/50 us pico: 325 kV – pico
- Frecuencia nominal: 60 Hz
- Tensión de prueba a frecuencia nominal (1 minuto) de los circuitos secundarios: 2 kV

El interruptor contará con todas las protecciones necesarias (Relé de Protección).

Las lógicas de los celdas/interruptores de circuito de alta tensión y relés de protección será a 110 Vdc.

1.4.1.3. Transformador de Alta Tensión

El transformador proporcionará la alimentación para la redes de Media Tensión de 20 kV. Los terminales es n del tipo plug.

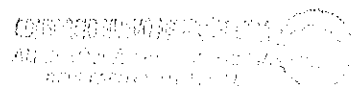
De la alta tensión, la conexión se realizará por cables de 69 kV. Deberá estar preparado con un dispositivo de enclavamiento de manera que los cables se puedan quitar sólo si la energía de Alta Tensión se interrumpe.

Las conexiones de Media Tensión (al secundario) del transformador es n claramente identificados. La protección se llevará a cabo para proteger los cables de cualquier posible contacto con el exterior.

Se suministrarán transformadores trifásicos (2 para cada SEAT) con conmutador bajo carga y regulador de tensión, capaces de soportar todos los esfuerzos derivados de la utilización del sistema ferroviario, del mismo tipo y de la misma potencia.

Tendrá enfriamiento natural ONAN: el sistema de enfriamiento natural consiste de radiadores, dispuestos en grupos y fijos al tanque principal, mediante válvulas aislantes. Los radiadores estarán diseñados para resistir el pleno vacío y estarán provistos de válvulas de drenaje y de purga. Todos los radiadores tendrán agarraderas apropiadas para alzarlo. Deberán seguir los siguientes parámetros:

- Instalación: Interior
- Potencia Nominal 20 MVA (Linea 4), 10 MVA (Linea 2)
- Tensión Primaria: 60 kV
- Tensión Secundaria: 21,6 kV
- Grupo de Conexión: Yd11
- Tensión de Cortocircuito: 10%
- Conmutador: +/- 10 x 1,5%
- Normas: IEC 60076 ; EN 50329
- Frecuencia nominal: 60 Hz +/- 1 Hz
- Corriente en vacío: menos del 2%
- Sobre temperatura: 65/60 °C



El transformador es fabricado de modo que pueda resistir las siguientes condiciones sísmicas.

- Zona sísmica 4
- Aceleración menor o igual 0,5 g
- Velocidad menor o igual 400 cm/seg
- Desplazamiento menor o igual 30 cm

- Aceleración vertical máxima 0,2 cm/seg²

El transformador contará con todas las protecciones necesarias (Relé de Protección).

005973

1.4.1.4. Interruptores de Media Tensión

La parte en MT a 20 kV consiste en diferentes celdas, cada una con un interruptor de tres polos a 20 kV (IEC 62271-100; EN 50124-1); los polos del interruptor estarán dentro de un ambiente cerrado en hexafluoruro de azufre (SF₆).

El tiempo de intervención en MT deberá permitir, en caso de corto circuito en la vía, la apertura del interruptor extra-rápido en corriente continua, y no causará ningún daño al grupo transformador-rectificador en caso de una falta de intervención posterior del interruptor del mismo grupo.

Se instalará un sistema de protección de las líneas en MT tanto para los anillos de SER como para los anillos de CE. De este modo es posible garantizar el coordinamiento y la selectividad (lógica) entre los interruptores MT en caso de avería: la lógica, interviniendo de modo automático, individúa la avería y aísla el tramo averiado. En el caso de avería de tal lógica se tendrá al máximo una abertura intempestiva de algunos interruptores MT, pero la seguridad de las personas y de los equipos estará garantizada eliminando la avería de manera no selectiva.

Deberán seguir los siguientes parámetros:

- Tensión Asignada: 20 kV
- Normas: IEC 62271

El interruptor contará con todas las protecciones necesarias (Relé de Protección).

Las lógicas de los celdas/interruptores de circuito de media tensión y relés de protección será a 110 Vdc.

1.4.1.5. Transformador para los Sistemas Auxiliares

El transformador proporciona la energía para los servicios auxiliares (de las SEAT) para el funcionamiento de los sistemas ferroviarios.

El transformador trifásico deberá estar formado por un sólo secundario de tipo a seco con bobinas completamente sumergida en resina epoxi, apto para instalación en interiores.

Deberán seguir los siguientes parámetros:

- Potencia Nominal mínima (de acuerdo con el proyecto).
- Ventilación natural de enfriamiento
- Tensión primaria: 20 kV
- Tensión secundaria:
- Conexión: Dy11
- Tensión de aislamiento: 24 kV
- Normas: IEC 60076
- Clase de aislamiento: F
- Frecuencia nominal: 60 Hz +/- 1 Hz
- Temperatura de la sala técnica: 0°C + 40°C
- Ajuste de la relación del transformador principal con una distancia de 2,5%
- Cortocircuito clasificado: 6%
- Enfriamiento: natural del aire (AN)
- Corriente en vacío: menos del 1%



El transformador contará con todas las protecciones necesarias (Relé de Protección).

1.4.1.6. Cables de alimentación 20 KV

Los cables de MT a utilizar es n del tipo seco unipolar, con conductor de cobre electrolítico recocido, con pantalla interna (capa semiconductor), aislamiento basado en polietileno reticulado (XLP), con pantalla externa (capa semiconductor) y pantalla electrostática con cinta de cobre con cubierta exterior protectora compuesto EVA color rojo, para una tensión máxima de servicio de 24 KV.

La vaina exterior de EVA es del tipo LSOH no propagadora de llamas, de baja emisión de humos no tóxicos ni corrosivos y libres de halógenos. La fabricación, métodos y frecuencias de pruebas están basados en la Norma IEC 60502-2.

En la cubierta externa debe ir impreso o sellado la longitud del cable progresivamente, fecha de fabricación y nombre del propietario.

Características técnicas:

- Temperatura de servicio 90 °C
- Temperatura de emergencia 130 °C
- Temperatura de cortocircuito 250 °C

La tensión de diseño es igual a $E_o / E = 12 / 20$ kV y la instalación se hará en ductos de PVC sumergidos en hormigón así como en canaletas metálicas, y canaletas de concreto ubicadas en la parte central del viaducto.

Para la parte de los cables de media tensión 12 / 20 kV que van desde SEAT a los SER se utilizarán cables 12/20 kV armados.

1.4.1.7. Dimensionamiento de los cables

Para el dimensionamiento de los cables han sido hizo las siguientes observaciones:

- La corrientes de tracción dimensionanti en funcionamiento normal;
- Corriente de 30 A en las estaciones por la media tensión (50 A para los patios, 45A por Carmen de la Legua 2);
- Que fue considerada la falla ciclica de una llegada en Alta Tensión;
- Los cables se dimensionan de acuerdo con la norma IEC 60502-2.

1.4.1.8. Servicios Auxiliares en en Baja Tensión referencial: 380/220 Vca / 110/24 Vcc

Estos tableros tienen la función de alimentar en 380/220 Vca y 110 / 24 Vcc los distintos servicios auxiliares de las SEAT. Constan de una barra principal a la cual se interconectan las dos alimentaciones desde los transformadores auxiliares.

En los SEAT hay una barra de emergencia alimentada normalmente desde la barra principal por medio de un contactor. Dicha barra es alimentada, en caso de emergencia, desde la CE correspondiente a la estación respectiva, desde su tablero de BT (barra de emergencia).

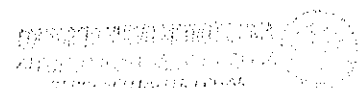
En los SEAT hay una barra 110 Vcc/24 Vcc por logicas, relè, protecciones, mando y control

El tablero de distribución de corriente (alterna y continúa) tendrá las siguientes características generales:

- Tensión Nominal: 380 V / 60 Hz

Llevará los siguientes equipos:

- Sistema de barra principal
- Sistema de barra de emergencia
- Barra distribución en 110 Vcc
- Barra distribución en 24 Vcc
- Interruptores extraíbles termomagnéticos varios
- Transformadores e instrumentos de medición



[Handwritten signature]



C.1.2.5) Sistema de Alimentación

- Contactores de comando
- Contactores de potencia
- Protecciones diferenciales
- Transformadores de medición
- Instrumentos varios de medición (V-I)
- Llaves conmutadoras
- Lámparas de señalización
- Elementos necesarios para tele señalización y telecontrol

1.4.1.9. Dimensionamiento de la potencia eléctrica

El proceso que nos ha llevado a la definición de las cargas eléctricas de metro de lima es el siguiente:

- UPS Estación: la carga eléctrica se obtiene de la suma de las cargas eléctricas del sistema (señalización, telecomunicaciones, scada, estación de agente por la ciudad) y se compararon con la línea C de metro de Roma. El valor encontrado en la cuenta, trae una estación que tiene el equipo de la señalización. También se consideró un margen de seguridad del 10%;
- UPS Patio Taller: la carga eléctrica se obtiene de la suma de las cargas eléctricas del sistema (señalización, telecomunicaciones, scada) y se compararon con la línea C de metro de Roma. El valor encontrado en la cuenta, trae una estación que tiene el equipo de la señalización. También se consideró un margen de seguridad del 10%;
- UPS central de mando y control: la carga eléctrica se obtiene de la suma de las cargas eléctricas de la central de mando y control, y se compararon con la línea C de metro de Roma. También se consideró un margen de seguridad del 10%;
- Transformers: las tallas se muestran en los dibujos y especificaciones técnicas. Las cargas fueron calculadas por la suma de las cargas civiles y las cargas del sistema de ASTS, a saber 126 kW por los UPS y 14 kW para la sección normal (cargador de baterías y auxiliares) por un total de 140 kW;
- Cabe señalar que a la suma de la potencia, estación por estación, se aplica un factor de seguridad del 10% y un $\cos\Phi = 0,9$ para determinar las potencias aparentes y tamaños de los transformadores;

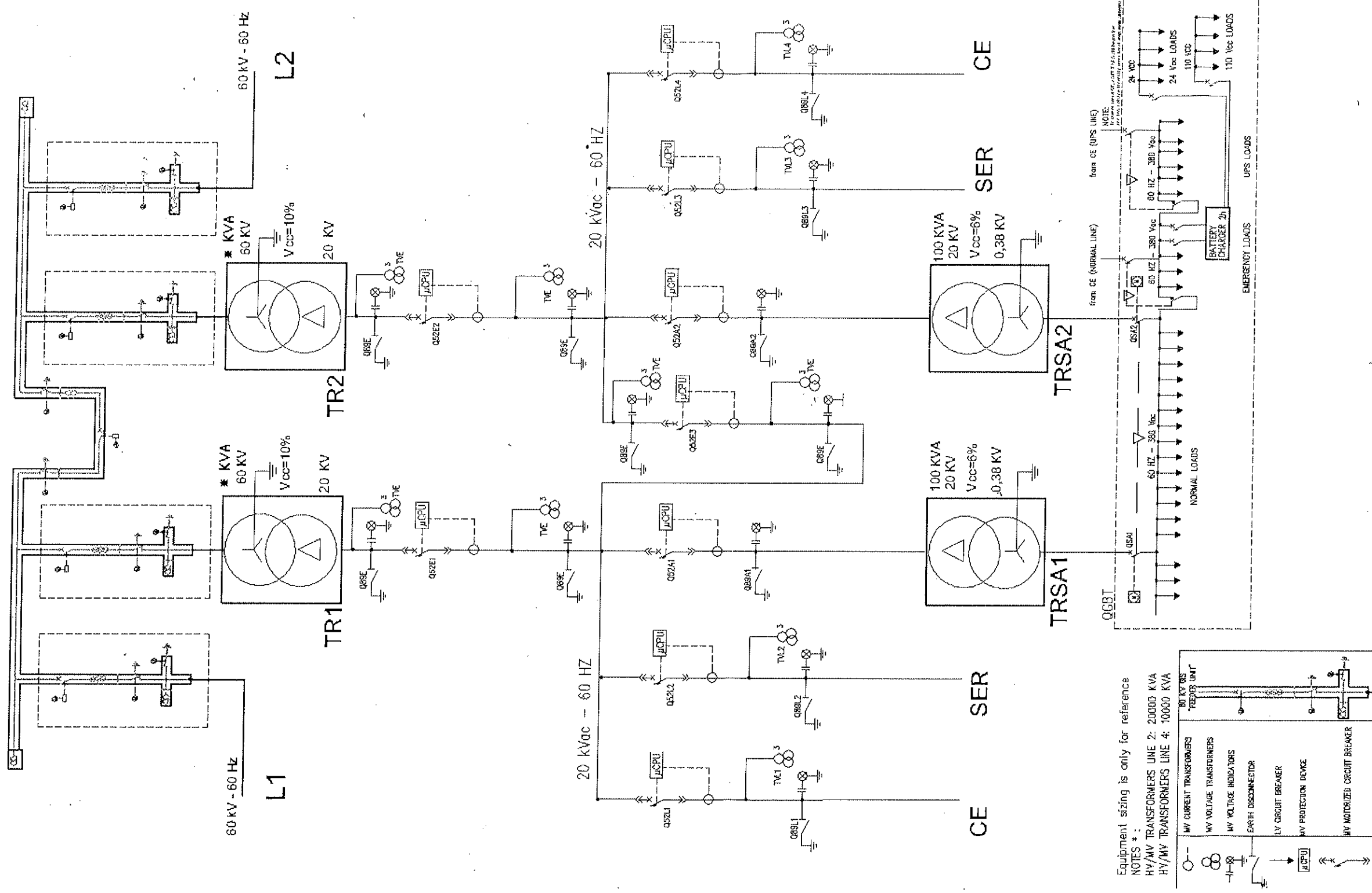
Por último, se aplicó un criterio de uniformidad en la elección de los transformadores.

Respecto a las subestaciones de rectificación y cabinas, estas detalladas en apartado A.7.6.1.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



C.1.2.5) Sistema de Alimentación
1.4.2. SEAT single line diagram



1.5. Informe preliminar de EMI/EMC

En el proyecto, realización, ensayo y puesta en servicio del sistema Metro de Lima se deben identificar las actividades necesarias para asegurar la compatibilidad electromagnética de todos los subsistemas que forman el sistema de transporte y el sistema en su conjunto con el entorno exterior.

1.5.1. Normativa de referencia

Las normas citadas a continuación se tomarán como referencia para el desarrollo de actividades detalladas.

Estándares Ferroviarios


- EN 50121-1: Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 1: General (07/2006)
- EN 50121-2: Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 2: Emission of the whole railway system to the outside world (07/2006)
- EN 50121-3-1: Railway applications - Electromagnetic compatibility - Rolling stock - Part 3.1: Train and complete vehicle (07/2006)
- EN 50121-3-2: Railway applications - Electromagnetic compatibility - Rolling stock - Part 3.2: Rolling Stock Apparatus (07/2006)
- EN 50121-4: Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 4: Emission and immunity of the Signalling and Telecommunications Apparatus (07/2006)
- EN 50121-5: Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 5: Emission and immunity of railway fixed power supply installations (07/2006)
- EN 50238: "Railway applications - Compatibility between rolling stock and train detection systems";

Estándares Generales

- EN 61000-6-1: Electromagnetic compatibility (EMC) Part 6-1: Generic standards - Immunity for residential, commercial and light-industrial environments
- EN 61000-6-2: Electromagnetic compatibility (EMC) Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments
- EN 61000-6-3: Electromagnetic compatibility (EMC) Part 6-3: Generic standards - Emission for residential, commercial and light-industrial environments
- EN 61000-6-4: Electromagnetic compatibility (EMC) Part 6-4: Generic standards - Emission for industrial environments

Otros estándares

- EU Council Recommendation n. 519 of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz);
- EN 61000-2-2: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2-2: Environment - Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage Energy systems
- EN 61000-2-4: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2-4: Environment - Compatibility levels in industrial plants for low frequency conducted disturbances;
- EN 50160: Voltage characteristics of electricity supplied by Public Electricity network
- EN 50500: Measurement procedures of magnetic field levels generated by electronic and electrical apparatus in the railway environment with respect to human exposure;
- EN 62040-2: Uninterruptible power systems (UPS) Part 2: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AV. FAUCETT 1000
 LIMA, PERÚ



005978

1.5.2. Actividades de EMC del proyecto

Para afrontar los aspectos de la compatibilidad electromagnética del sistema de un modo integrado, las actividades de EMC del proyecto se basarán en los siguientes aspectos generales en función de los requisitos contractuales del sistema:

1. Compatibilidad electromagnética del sistema del metro con el mundo exterior
2. Compatibilidad electromagnética dentro del sistema del metro.

1.5.2.1. Compatibilidad electromagnética del sistema del metro con el mundo exterior

El análisis de EMC entre el sistema del metropolitano y el mundo exterior se efectuará teniendo en cuenta las interfaces externas y utilizando los correspondientes modelos de cálculo y simulación.

Se considerarán especialmente los siguientes campos de investigación:

- emisión por radio frecuencia del sistema del metropolitano:
La emisión irradiada del sistema del metro hacia el mundo exterior tendrá valores dentro de la gama de frecuencias de 9 kHz a 1 GHz. Esta actividad estará referida a las normas aplicables en el entorno ferroviario
- análisis de EMC entre la cobertura de radio del sistema de señalización CBTC y los sistemas Wi-Fi externos.
- Análisis de armónicas del sistema de tracción del sistema del metro:
Las armónicas del sistema del metropolitano se evaluarán mediante análisis y cálculos para verificar el cumplimiento de los requisitos de emisión aplicables.

Especificaciones y procedimientos de prueba de EMC se prepararán según evaluaciones y resultados obtenidos del análisis de EMC del sistema metropolitano con el mundo exterior.

Los resultados de las pruebas y de las eventuales sesiones de medición serán recogidos y presentados en el informe de prueba de EMC del sistema.

1.5.2.2. Compatibilidad electromagnética dentro del sistema del metro

Esta actividad del proyecto se referirá a los siguientes campos de acción:

1.5.2.3. Compatibilidad electromagnética entre subsistemas

La compatibilidad electromagnética entre los principales subsistemas que componen el sistema del metropolitano se estudiará dentro de este tipo de actividad del proyecto.

Se considerarán especialmente los siguientes campos de investigación:

- La EMC entre el circuito de tracción y el sistema de señalización y en forma especial:
 - la determinación de las perturbaciones electromagnéticas generadas por el circuito de tracción
 - la susceptibilidad del sistema de señalización
 - la descripción de los modelos utilizados para efectuar los cálculos cuantitativos
- Análisis de EMC entre el circuito de tracción y los sistemas de telecomunicación del sistema del metro.
- Especificaciones y procedimientos de prueba de EMC que se consideren necesarios en función de los resultados del análisis de EMC entre subsistemas.

Los resultados de las mediciones efectuadas, en caso de ser necesarias, serán recogidos y presentados en el documento informe de prueba Inter-Systems EMC.

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA
Administración de Lima



1.5.2.4. Compatibilidad electromagnética dentro de cada subsistema

005979

El objetivo principal de esta actividad de proyecto es definir los requisitos adecuados de emisión y de inmunidad de los aparatos de cada subsistema para que sean correctamente diseñados conforme con el ambiente electromagnético de instalación.

En general, dichos requisitos derivan de los estándares armonizados definidos en el apartado 1.5.1, pero existe la posibilidad de que se definan requisitos adicionales específicos durante el desarrollo del proyecto, en función de los resultados de las actividades de análisis de EMC descritas en los apartados anteriores.

Dicha aproximación se aplicará a los principales subsistemas que constituyen el sistema del Metro y especialmente a:

- Sistema de suministro de energía eléctrica
- Sistema de tracción eléctrica
- Sistema integrado de automatización
- Sistema de señalización
- Sistema de telecomunicación
- Puertas de andén

1.6. Conexión a tierra – Descripción general

En este documento se describen los criterios generales para la protección y el monitoreo de corrientes de fugas para el proyecto metro de Lima.

Además, se brinda información sobre la protección eléctrica para garantizar las condiciones de seguridad sobre la parte de d.c. a lo largo de la línea, y proporcionar indicaciones generales para lograr la coordinación entre el esquema de monitoreo de la corriente de fuga y el sistema de conexión a tierra.

El documento no es parte de un diseño detallado y ofrece los requisitos de diseño inicial a considerar durante la etapa de licitación.

1.6.1. Normas y documentos de referencia

Las principales normas de referencia son:

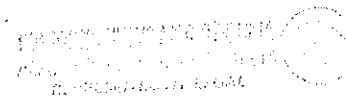
- EN 50122-1 "Railway applications – Fixed Installations. Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing"
- EN 50122-2 "Railway applications – Fixed Installations. Part 2: Protective provisions against the effects of stray currents caused by d.c. traction system"
- EN 50522 "Earthing of power installations exceeding 1 kV a.c."

Los principales documentos de referencia son:

- Todo documento de la documentación de licitación, en especial "ANEXO 6 , párrafo 4.5.3 y 4.5.4"

1.6.2. Términos, acrónimos y abreviaturas

- | | |
|--------|------------------------------|
| ○ AC | Corriente alterna |
| ○ ASTS | Ansaldo STS |
| ○ DC | Corriente directa |
| ○ LV | Bajo voltaje |
| ○ MV | Voltaje mediano |
| ○ HV | Alto voltaje |
| ○ Vac | Corriente alterna en voltios |
| ○ Vdc | Corriente directa en voltios |



1.6.3. Definiciones

En general, la referencia se debe hacer a las definiciones incluidas en las normas enumeradas en el párrafo anterior.

No obstante, para definir mejor el tema, a continuación se proporcionan definiciones del sistema principal de masa metálica:

- Suelo de la estructura: *“barras de acero de las estructuras reforzadas de hormigón conectadas eléctricamente para secciones significativamente extensas y, en caso de otros métodos de construcción, piezas metálicas conectadas eléctricamente para secciones significativamente extensas.”*
- Suelo común externo: *“todas las estructuras metálicas enterradas cerca de la línea de tracción y las estructuras relevantes del ferrocarril, las cuales no están conectadas metálicamente a las mismas y no se relacionan en absoluto con el sistema de tracción.”*
- Suelo de tracción: *“todos los conductores que forman el circuito de retorno de la corriente de tracción y todas las piezas metálicas de la línea de tracción que están conectadas a la misma”.*

El “circuito de retorno” está diseñado para incluir todos los conductores que forman el trayecto correspondiente para la corriente de retorno de tracción y la corriente en condiciones de fallo.

Además, se proporciona la siguiente definición:

- Dispositivo de limitación de voltaje: *“un dispositivo que debe limitar el voltaje entre las piezas de metal y el circuito de retorno; en condiciones normales reconocerá una conexión abierta. Este dispositivo reconocerá una conexión cerrada si el voltaje superara un nivel predefinido...”*
- Conductor de conexiones equipotenciales: este conductor se conecta a los sistemas de puesta en tierra de cada estación y subestación y su continuidad se interrumpe al lado de las juntas dieléctricas; sin embargo, la continuidad se puede reestablecer a través de conexiones extraíbles, donde algunas juntas dieléctricas deben mantenerse cerradas, como función de la configuración del sistema de puesta en tierra elegido.
- Juntas dieléctricas: una interrupción física de las estructuras y todas las piezas metálicas relevantes relacionadas (como perfiles de refuerzo, pasos de cables, conductor de conexión equipotencial...) logrando el aislamiento eléctrico, con la posible inserción de material aislante.

1.6.4. Configuración general del sistema de puesta en tierra como función de la condición de las juntas dieléctricas

Varios electrodos de puesta en tierra están presentes en un transporte masivo, ubicados cerca de las estaciones de pasajeros, subestaciones eléctricas y, si es necesario, en otras áreas.

Por lo general, las secciones que pertenecen al sistema pueden estar fuera del área cubierta por un solo electrodo en tierra y están conectadas a este electrodo a través de un conductor de conexiones equipotenciales.

Por esta razón, para garantizar las condiciones de seguridad, todo el voltaje en tierra de la instalación debe estar bajo niveles seguros. Como consecuencia, el electrodo en tierra debe tener un tamaño que garantice las condiciones de seguridad.

Si un solo electrodo en tierra no es suficiente para garantizar tales condiciones, es posible conectar los electrodos de tierra de una o más estaciones contiguas de pasajeros o subestaciones eléctricas. El conductor de conexiones equipotenciales (a lo largo de la línea) logra esta conexión.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
BOULEVARD DE LA AMÉRICA DEL SUR, 1000
LIMA, PERÚ



005981

Obviamente, cada sección sola que no esté provista con su propio electrodo en tierra debe conectarse al menos a una (sección contigua) a través del conductor de conexiones equipotenciales, para asegurar las condiciones de seguridad requeridas (voltaje total por debajo de los niveles de seguridad).

Sólo el electrodo en tierra del depósito no se conectará a los electrodos de tierra de la línea de tracción: de hecho, se realizará en un sistema de conexión a tierra separado para minimizar las corrientes de fugas. Las juntas de vías aislantes separarán la línea principal del depósito.

Debido a esto, se debe controlar correctamente estado de las juntas dieléctricas a lo largo de la línea de tracción. De hecho, siempre que la sección de la línea no esté equipada con su propio electrodo en tierra, se conectará al contiguo: esto significa que la junta de aislamiento interpuesta debe desviarse a través de una conexión en puente.

De la misma manera, la junta de aislamiento interpuesta entre dos secciones de línea contiguas, cada una equipada con su propio electrodo en tierra, debe desviarse a través de una conexión en puente si se requiere una conexión a tierra paralela para limitar el voltaje total en tierra.

Además, cada sección de línea única debe monitorearse en relación con los voltajes en tierra/vía, a través de un dispositivo de limitación de voltaje colocado cerca de las estaciones de pasajeros, cada sección debe conectarse, al menos, a un electrodo en tierra y a un dispositivo de limitación de voltaje.

Para garantizar la seguridad y la protección eléctrica contra las corrientes de fugas, se presentará un determinado número de juntas cerradas y abiertas normalmente en el sistema, según la configuración del sistema.

Por esta razón, el conductor de conexiones equipotenciales se debe interrumpir cada vez que hay una junta; se debe lograr una conexión entre el sistema de puesta en tierra, los perfiles de refuerzo y el conductor de conexiones equipotenciales en cada lado de la junta, a través de terminales dispuestos en forma apropiada.

Las conexiones de continuidad extraíbles se deben realizar para aquellas juntas que normalmente están cerradas.

Obviamente, siempre que se requiera, será posible modificar la configuración del sistema de puesta en tierra quitando o incluyendo conexiones a lo largo del conductor de conexiones equipotenciales, asegurando así una flexibilidad adecuada para el sistema.

La distribución de suministro de voltaje bajo, provista desde las estaciones de pasajeros, implica usuarios ubicados dentro del mismo sitio (por lo tanto, dentro del área cubierta por un electrodo en tierra único) y usuarios ubicados a lo largo de la línea. Generalmente la distribución de voltaje bajo se realiza sin conductor PE, dado que el conductor de conexiones equipotenciales logra este requisito.

Dado que el conductor de conexiones equipotenciales puede pasar a través de las secciones a lo largo de la línea donde se puede modificar el estado de la junta dieléctrica, algunos usuarios a lo largo de la línea podrían remitirse a un electrodo de puesta en tierra, que es diferente del electrodo correspondiente a su fuente de energía; por esta razón, el panel de distribución de voltaje bajo debe equiparse con dispositivos del circuito residual.

Se debe considerar que aún se aplican los requisitos establecidos en "ANEXO 6, párrafo 4.5.3" de la documentación de la licitación.

1.6.4.1. Depósito

Las estructuras del depósito se conectarán a la red en tierra del depósito. El sistema en tierra del depósito se separará del sistema en tierra de la línea de tracción. Por esta razón, junto a la línea principal, se insertarán las juntas de aislamiento para separar las vías del depósito de las vías de la línea principal. Las juntas de aislamiento se colocarán de acuerdo con los



requisitos del sistema de señalización. Además, las juntas dieléctricas ubicadas entre el depósito y la línea deben mantenerse abiertas en forma permanente.

Los rieles del depósito se conectarán en tierra en forma permanente, según se resalta también en la parte del documento de la licitación (ANEXO 6).

El perfil negativo del rectificador de tracción correspondiente al área del depósito a su vez se conectará en la tierra.

1.6.4.2. Lado DC: Conexiones de la tierra a la vía

Los dispositivos de limitación de voltaje, conectados entre las vías y el conductor de conexiones equipotenciales, garantizarán la presencia de voltaje limitado (de acuerdo con EN 50122-1 Standard) de las estructuras y los dispositivos de METRO DE LIMA, accesibles al público y al personal.

Los dispositivos de limitación de voltaje se colocan para evitar la presencia de voltajes peligrosos de la vía o del túnel en toda la línea en caso de producirse fallos, que originan corrientes más bajas que la configuración de Disyuntores de velocidad alta.

Por lo general, en relación al sistema METRO DE LIMA, la presencia de un dispositivo de limitación de voltaje dentro de toda la estación puede garantizar los requisitos de seguridad y no se requieren dispositivos a lo largo de la línea. En el caso de la central de la estación de SER, se usa un dispositivo de limitación de voltaje único para la estación y SER.

1.6.4.3. Lado AC

Las medidas contra los riesgos de electrocución, por fallos en el lado AC, se basan en el tamaño correcto del sistema de puesta en tierra (los electrodos en tierra de la subestación principal HV/MV, las subestaciones de energía de tracción y las subestaciones de la estación de pasajeros).

Para definir los criterios del tamaño y el método de cálculo correspondiente, se deben considerar los siguientes aspectos:

- características primarias de la red de alimentación HV/MV;
- características del sistema de distribución MV (en el lado del sistema de traslado);
- características del equipo y de los dispositivos instalados;
- voltaje total en tierra (valor máximo);
- tensión de paso y tensión en contacto, de acuerdo con las Normas correspondientes.

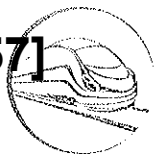
Los electrodos en tierra deben ser apropiados para corrientes de fallos HV/ MV (fallos fase-tierra), de acuerdo con las normas.

En general, un electrodo en tierra se compone de:

- malla de tierra;
- barras de tierra;
- una combinación de los dos componentes previos (si es necesario).

De acuerdo con los criterios de tamaño para el electrodo en tierra, se deben considerar los siguientes principios para realizar el sistema de puesta en tierra:

- se debe utilizar el área más grande al momento de tender el cable de tierra;
- los electrodos de tierra verticales deben colocarse junto al perímetro de la malla de tierra y en posiciones especiales de tal malla para aumentar la capacidad de disipación. se tomarán medidas periódicas dentro de pozos de inspección;
- un electrodo en tierra horizontal (un cable de cobre con un área transversal de 120 mm² generalmente) debe colocarse, como mínimo, en una profundidad de 0,5 m (separación de malla de 1,5 x 1,5 m aproximadamente);



005983

- los empalmes de cable a cable deben realizarse con conectores engarzados apropiados,
- los pozos deben poder inspeccionarse, al menos el 50 % de los mismos;
- una malla de acero soldada en arco (20 cm x 20 cm, barras de acero ϕ 5, colocadas a una profundidad de 10 cm bajo la placa del suelo) se debe colocar en las subestaciones o en otras salas técnicas que contengan equipos eléctricos, debajo del suelo y sobre las barras de hierro del suelo, para garantizar una mejor condición del equipo;
- las barras de hierro de las estructuras, una malla de disipación y una malla soldada en arco se deben conectar al conductor de conexiones equipotenciales;
- todos los componentes del sistema de puesta en tierra deben soportar la máxima tensión que puede ocurrir durante condiciones de fallos, sin deterioros o daños en las propiedades mecánicas o durabilidad. Por esta razón, se debe usar un cable de cobre (generalmente 120 mm²) para realizar los electrodos y las conexiones en tierra;
- se debe colocar una conexión equipotencial (por lo general, una placa de 50 x 4 mm o un cable con un área transversal de 120mm²) dentro del edificio de la subestación y las salas técnicas de la estación de pasajeros (y en el espacio abierto a las áreas de pasajeros);
- se deben considerar, como mínimo, cuatro conexiones entre el conductor equipotencial y el electrodo en tierra; deben realizarse a través de cables de cobre (área transversal típica: 120 mm²) colocada dentro de la subestación/ estación de pasajeros entre el conductor equipotencial y el electrodo en tierra. Los puntos de entrada de estas conexiones deben protegerse de la penetración de agua.

Las conexiones de inspección deben estar exactamente al lado de las conexiones del conductor equipotencial a las barras de hierro del edificio y a la malla equipotencial. Dentro de las salas técnicas, en las estaciones de pasajeros y en las subestaciones, se deben reconocer placas de acero para garantizar fácil acceso de las barras de hierro internas.

1.6.5. Disposiciones contra los riesgos de corrosión galvánica

1.6.5.1. Descripción del fenómeno de corriente de fuga

En las instalaciones de tracción eléctrica DC, una pequeña parte de la corriente del circuito de retorno fluye a través de la tierra; esta corriente puede producir corrosión a las estructuras metálicas del túnel.

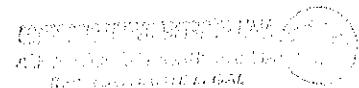
En consecuencia, se deben establecer disposiciones, en relación con la obra de la vía y las obras civiles, para garantizar el valor bajo de las corrientes de fuga del circuito de retorno de METRO DE LIMA y la protección de las estructuras civiles de METRO DE LIMA contra las corrientes de fugas producidas por campos eléctricos externos.

1.6.5.2. Criterios para reducir los riesgos de las corrientes de fuga

Se debe considerar que aún se aplican los requisitos establecidos en "ANEXO 6, párrafo 4.5.3" de la documentación de la licitación.

1.6.5.3. Juntas dieléctricas

Para reducir la corriente a través de las estructuras del túnel, tiene que haber una resistencia; por esto (y también por razones que ya mencionamos), los túneles deben estar separados en secciones aisladas por juntas dieléctricas. Por lo general, se ubican junto a las interrupciones de la estructura (ver anexo 6, sección 4.5.4).

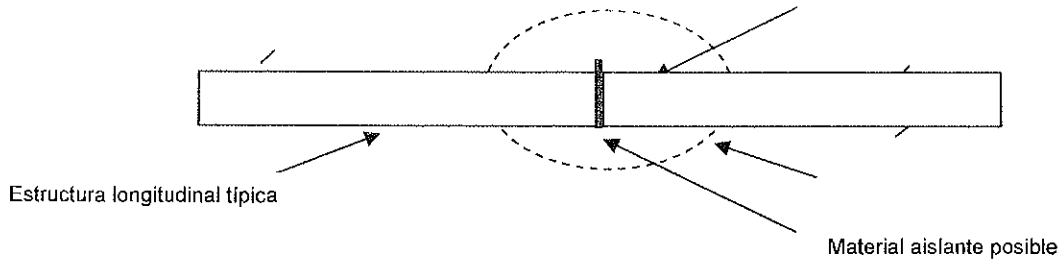


Tales interrupciones deben realizarse junto a las conexiones entre los túneles y las estructuras; de esta forma será posible separar los electrodos en tierra de cada estructura (si corresponde). 005984

Las juntas dieléctricas anteriormente mencionadas aislarán estructuras contiguas para secciones significativamente largas, según el principio a continuación:

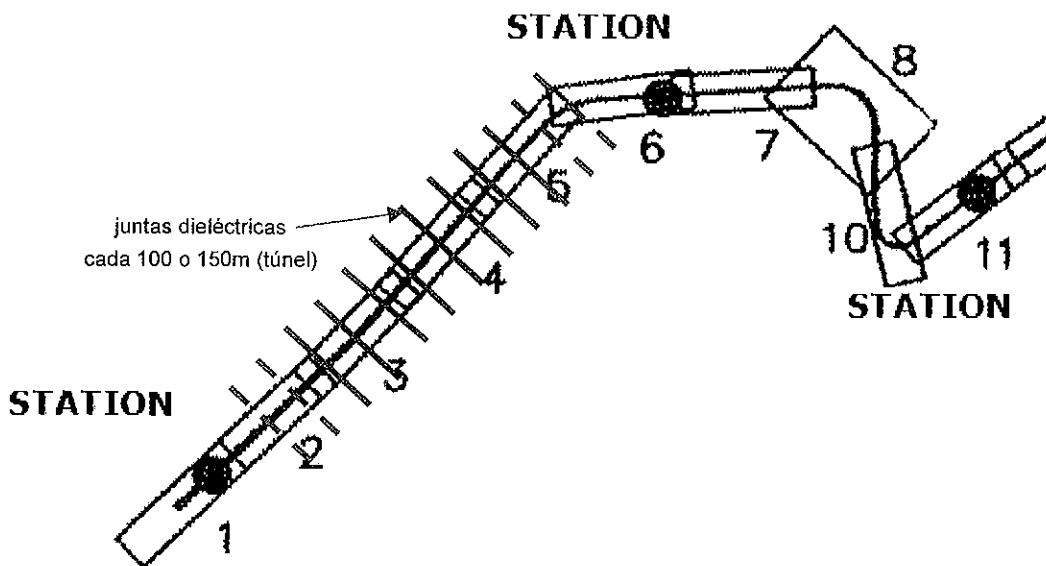
CONSORCIO PROMOCIÓN DE INVERSIÓN PRIVADA
PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
NUEVO METRO DE LIMA

X

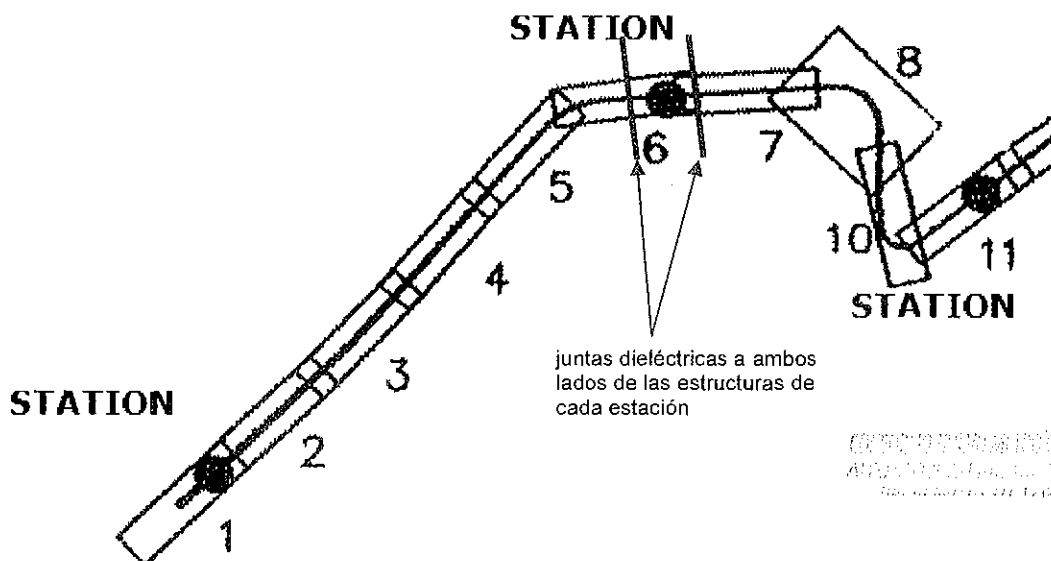


En general, todas las juntas dieléctricas están ubicadas en las siguientes posiciones (no obstante, se hará referencia al "ANEXO 6, párrafo 4.5.4" por la longitud de las secciones individuales de las estructuras longitudinales).

- Para asegurar que la continuidad de la estructura eléctrica longitudinal no será más de 150 m :



- en ambos lados de cada estructura de estación/subestación (remitirse al siguiente diagrama de ejemplificación):



CONSORCIO [6359] NUEVO METRO DE LIMA

[Firma manuscrita]

Una junta dieléctrica se realiza interrumpiendo la continuidad longitudinal de todas las piezas mecánicas (barras de hierro estructurales, conductores de conexiones equipotenciales y todas las demás piezas metálicas tendidas a lo largo de la línea), interponiendo el material dieléctrico y aislando todo el perímetro de la estructura para obtener una longitud suficiente a lo largo de la junta).

Junto a las juntas dieléctricas, las barras de hierro de refuerzo principales tienen que ser eléctricamente accesibles a través de la conexión eléctrica, soldando una cantidad adecuada de ellas (para una sección transversal mayor a 400mm^2) a una placa de hierro galvanizada, limpieza con la carcasa.

La efectividad de las juntas se verificará durante la puesta en servicio del sistema a través de las medidas correspondientes.

1.6.5.4. Requisitos de los perfiles de refuerzo

Este párrafo aplica a los dos edificios y las estructuras de la línea (túnel y otras estructuras).

A continuación, se describen las medidas generales contra las corrientes de fuga para perfiles de hierro:

- la continuidad eléctrica de los perfiles de refuerzo principales se debe realizar utilizando una barra de hierro de tamaño apropiado soldada, como mínimo, al 50 % de la misma;
- las barras de hierro no deben sobrepasar las carcasas en contacto con los ambientes externos;
- posibles formas estructurales, pernos de anclaje u otros elementos metálicos insertados en la carcasa deben estar eléctricamente conectados por soldadura a las barras de hierro de refuerzo principales. Las barras de hierro de los pilares (cuatro barras de hierro principales, como mínimo) se conectarán unas con otras y, a su vez, se conectarán a las barras de hierro de la placa con la misma sección: junto a las paredes del perímetro, las barras de hierro se plegarán y soldarán unas con otras en una barra de hierro horizontal, colocada junto a las paredes. Esta barra de hierro debe garantizar la continuidad a las barras de hierro de refuerzo y se soldará en el 50 % de las barras verticales.
- como ya se mencionó anteriormente, los conductores deben sobresalir de las carcasas, conectados (como mínimo) a cuatro barras de hierro internas, colocadas sobre el perímetro de la placa; deben ser accesibles a través de las placas de acero (al menos 2 para cada pared) de tamaño apropiado;
- las barras de hierro de la plataforma de los pasajeros se considerará según lo anterior.

Además, las barras de refuerzo principales del asiento de la vía estarán eléctricamente conectadas unas con otras (con una sección transversal por lo general mayor a 2000mm^2 para cada vía) y serán accesibles en ambos lados de las juntas dieléctricas.

1.6.5.5. Detalles de las estructuras del túnel para la construcción de elementos de hormigón prefabricados

En particular, en cuanto a las estructuras del túnel, donde hay una superficie impermeable, también representa un aislamiento eléctrico que puede separar eléctricamente las estructuras externas de las internas.

Como regla general, las estructuras correspondientes a METRO DE LIMA:

- **no modificarán el campo eléctrico preexistente en la tierra;**
- **no representarán un camino de regreso para corrientes de retorno negativas de tracción**

En general, cuando las secciones del túnel son de elementos de hormigón prefabricados (colocados en secuencia) ubicados fuera de la posible capa impermeable, no habrá continuidad metálica entre los elementos prefabricados.

Los anclajes de acero de cada elemento prefabricado se aislarán correctamente.

Durante la fase de construcción del túnel, se tomarán medidas de resistencia eléctrica.

A modo de ejemplo, incluso si un valor de referencia no se puede definir fácilmente, 20 kΩ se puede considerar como un valor deseado para la condición en seco de bloque prefabricado mencionada anteriormente.

Como regla general, se pueden prever disposiciones para las medidas de resistencia eléctrica durante la fase de diseño de los elementos prefabricados.

No obstante, se proporcionará un plan de prueba de aislamiento más detallado una vez que se defina el tipo de elemento de hormigón prefabricado; se puede exigir una prueba de fábrica más, en caso de ser necesaria.

No obstante, según la tipología impermeable del túnel y los criterios de construcción del mismo, se puede diseñar una disposición específica.

1.6.6. Riesgos de las corrientes de fuga por el sistema de tracción

El párrafo a continuación describe las medidas principales que se pueden tomar para reducir el peligro de corrosión electrolytica debido a las corrientes de fallo inducidas por el sistema del metro.

1.6.6.1. Aislamiento en tierra de tracción desde el suelo de la estructura

Las normas prescriben un nivel de aislamiento apropiado del circuito de retorno (las vías), para reducir las corrientes de fuga debido al sistema METRO DE LIMA que puede implicar estructuras pertenecientes al sistema de tracción y también estructuras externas.

Los rieles de acero tendrán el aislamiento eléctrico correcto hacia el asiento inactivo, los accesorios de fijación y la estructura de soporte.

Los valores típicos se muestran en la norma de referencia EN 50122-2

Por estas razones, todo el sistema de las vías debe planificarse, instalarse y mantenerse para facilitar la conservación, en el tiempo, de los niveles de aislamiento descritos anteriormente.

Los niveles de aislamiento se deben verificar durante la construcción, la prueba y el funcionamiento.

Las pruebas se realizarán cuando las conexiones eléctricas de la vía se instalan, y se ejecutarán sección por sección durante la disposición, para detectar de inmediato posibles fallos, retirándolas.

Se realizará un drenaje de vías efectivo a lo largo de la línea, para garantizar un flujo rápido del agua de lluvia, de modo que no habrá estancamiento sobre las vías o sobre las estructuras metálicas conectadas a las mismas.

El método de medición del circuito de retorno a la resistencia de la tierra será de acuerdo con la norma europea 50122-2.



1.6.6.2. Conductividad del circuito de retorno

- la resistencia del circuito de retorno de tracción longitudinal debe minimizarse
- las vías deben conectarse correctamente en cada discontinuidad (como juntas de expansión, conexiones, interruptores...) a través de cables aislados del tamaño correcto. la resistencia longitudinal, por las conexiones longitudinales, no puede superar el valor del 5 %, de acuerdo con la norma CEI EN 50122-2 Standard.

005988

- todos los cables que están conectados a las vías deben tener el tamaño y el aislamiento conforme con los valores de la corriente de retorno de tracción.
- la resistencia del circuito de retorno de tracción longitudinal deben verificarse después de la instalación y los métodos de medición correspondientes serán de acuerdo con la norma EN 50122-2 Standard.

1.6.6.3. Conductor de conexiones equipotenciales

Para reducir la corrosión de estructuras metálicas y para garantizar las condiciones de seguridad proporcionando la disponibilidad de conexión en tierra para parte de los elementos del sistema que necesitan una conexión a tierra, se coloca un conductor (el conductor de conexiones equipotenciales) a lo largo de toda la línea, además para minimizar la diferencia potencial en los extremos de las estructuras de hormigón reforzadas.

Este conductor se conecta a los sistemas de puesta en tierra de cada estación y subestación, y la continuidad se interrumpe junto a las juntas dieléctricas; sin embargo, la continuidad se puede volver a establecer a través de conexiones extraíbles, donde algunas juntas dieléctricas deben mantenerse cerradas, como función de la configuración elegida del sistema de conexión a tierra.

1.6.7. Medidas del campo eléctrico externo

Se prevén las medidas del campo eléctrico externo.

Dado que el objetivo es realizar un sistema de traslado donde se reducen las corrientes de fuga tanto como sea posible (y, de cualquier forma, deben ser tales de modo de no inducir daños significativos en las estructuras del sistema de traslado ni en las estructuras externas), es necesario tomar medidas contra el riesgo de corrosión por las corrientes de fuga inducidas por los campos eléctricos externos.

Por esta razón, se deben considerar medidas que apunten a detectar la distribución y la magnitud de posibles campos eléctricos.

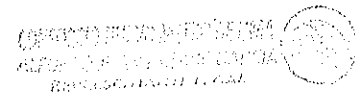
Estas medidas ayudarán a elegir las acciones para hacer aceptables las corrientes de fuga a través de las estructuras.

Las medidas del campo eléctrico externo se repetirán cuando el sistema de traslado se ponga en servicio y en funcionamiento, para evaluar la influencia en las estructuras actuales y, como consecuencia, reducir la corrosión en estructuras externas por las corrientes de dispersión del sistema de traslado (ver EN 50122-2 Standard "Railway applications – Fixed Installations. Part 2: Protective provisions against the effects of stray currents caused by d.c. traction system").

1.6.7.1. Métodos de medición aplicables

Las medidas más importantes son las siguientes:

- reconocimiento del campo eléctrico, más precisamente del gradiente potencial eléctrico
- medidas locales de potencial.



1.6.7.2. Gradiente de potencial eléctrico

Por lo general, las medidas se realizan a lo largo de la alineación del sistema de traslado, sobre las estructuras metálicas enterradas que se ubican en la proximidad.

La medida se aplica de manera longitudinal o transversal respecto a la alineación del sistema de traslado, considerando también la ubicación de estructuras posiblemente interferidas (casos de cruce o paralelismo).

El reconocimiento se realiza registrando el potencial eléctrico entre diferentes electrodos de referencia ubicados en distancias establecidas. En caso de medición de gradiente transversal, la distancia entre electrodos aumenta incrementando la distancia desde la línea (ver Fig. 4.5.1.1-a).

En forma simultánea al registro de potenciales eléctricos entre los electrodos de referencia, y cuando el sistema de traslado ya está en funcionamiento, también se mide el potencial del riel, donde se ha creado la predisposición en cuestión, si corresponde.

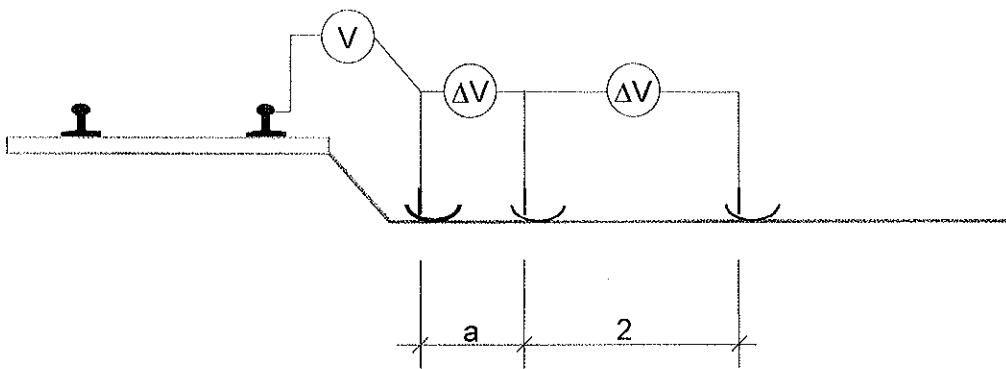
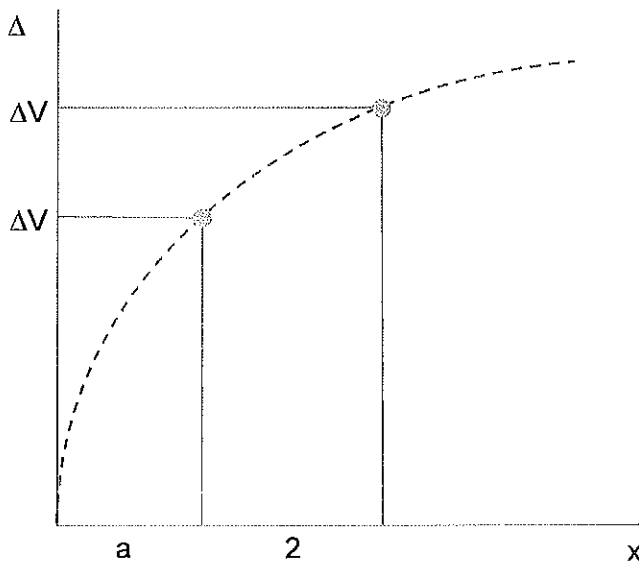


Fig. 4.5.1.1-a

Los valores instantáneos, o promedios en caso de registros, que se miden en distancias progresivas, a, 2a, 4a, 8a, etc., se encuentran en un diagrama (potencial eléctrico vs. distancia), obteniendo gráficamente el perfil potencial eléctrico y su gradiente, esto dura como tangente al perfil potencial eléctrico (ver Fig. 4.5.1.1-b).



CONSORCIO PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN DEL METRO DE LIMA Y CALLAO

Fig. 4.5.1.1-b



1.6.7.3. Potencial eléctrico local

El potencial eléctrico local se registra por un período significativo en relación con el tráfico que opera en el sistema de traslado, generalmente 24 horas, adquiriendo simultáneamente los potenciales de riel y las estructuras ubicadas en posiciones cercanas, en particular cruces y paralelismos.

En caso de cruces, la medición se realiza justo en la posición del cruce.

En caso de paralelismos, los registros se realizan en distintas posiciones a lo largo de la sección paralela.

1.6.8. Monitoreo de corrientes de fuga

1.6.8.1. Introducción

El refuerzo de obras civiles está relacionado, en caso de fugas de corriente, con la interferencia eléctrica y, en condiciones particulares, con la corrosión.

Las medidas adoptadas en la fase de construcción de un sistema de traslado están destinadas a minimizar el uso de refuerzo como trayecto de posible fuga de la corriente y el riesgo de corrosión de las mismas estructuras.

Para minimizar las corrientes de dispersión, se deben tomar las medidas técnicas correctas, mayormente en lo que respecta a obras civiles; sin embargo, los parámetros eléctricos que se incluyen en el fenómeno de la corrosión deben también monitorearse durante el funcionamiento.

1.6.8.2. Descripción del sistema de monitoreo de la corriente de fuga

El sistema propuesto para el monitoreo de las interferencias eléctricas se basa en la medición del potencial eléctrico de refuerzo respecto a un electrodo de referencia y la posible variación vs. tiempo.

La información del potencial eléctrico de refuerzo, considerada sobre posiciones significativas y evaluada de acuerdo con los criterios establecidos de los efectos negativos, permite identificar las situaciones de interferencia y la corrosión de refuerzo posible que deriva en consecuencia.

El sistema de monitoreo propuesto se constituirá de la siguiente manera:

- predisposiciones para la conexión al refuerzo
- puntos de medición
- dispositivo de monitoreo (conectado con el sistema de supervisión de acuerdo con "anexo 6, párrafo 4.5.4)

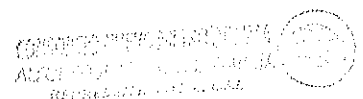
Ubicado junto a la alineación del sistema de traslado en particular:

- en los dos límites de las estaciones
- en los dos límites de las vías entre 2 estaciones

Un cable apantallado (2x6, como mínimo) estará dirigido junto con la alineación y se interrumpirá en cajas de terminación apropiadas en las posiciones de las juntas dieléctricas, para permitir la medición de la diferencia potencial en los extremos de la sección de la estructura.

1.6.8.3. Predisposiciones

El refuerzo de acero del asiento de la vía del sistema de traslado se interrumpirá eléctricamente a lo largo de la alineación en la posición de las juntas dieléctricas. Este tramo


 CONSORCIO METRO DE LIMA
 ASOCIACIÓN DE EMPRESAS PERUANAS
 REPRESENTANTE DEL ESTADO

005991

se realizará a través de discontinuidades del refuerzo de acero de cada sección del asiento de la vía. Dentro de cada sección, se asegurará la continuidad eléctrica del refuerzo de acero.

En los dos extremos de cada sección contigua del asiento de la vía, se dispondrá el acceso a la conexión eléctrica a través de placas metálicas.

Estas predisposiciones se pueden usar para la ejecución de las medidas eléctricas potenciales de refuerzo y los registros que monitoreen el dispositivo (conectado con el sistema de supervisión).

1.6.8.4. Puntos de medición

Cada punto de medición incluirá lo siguiente:

- electrodo de referencia fijo para la medición potencial eléctrica, incrustado en el hormigón;
- conexión eléctrica al refuerzo, que corresponde al mismo punto de medición;
- conexión eléctrica a los rieles, donde corresponda
- cada equipada con placa de terminales, donde se establecen las conexiones eléctricas y el electrodo de referencia, dentro de un pozo ubicado en una posición de fácil acceso y protegida.

En los puntos de medición, se realizarán el refuerzo y los registros de potenciales eléctricos de rieles a través del dispositivo de monitoreo (conectado con el sistema de supervisión).

Las posiciones de los puntos de medición se pueden combinar con los puntos de medición del potencial del riel, donde corresponda.

El monitoreo del potencial del riel también se puede realizar a través del dispositivo de limitación de voltaje.

1.6.8.5. Electrodos de referencia

Los electrodos de referencia (un ejemplo de la instalación se muestra en la Fig. 4.6.5) serán del tipo correcto para aplicaciones de hormigón.

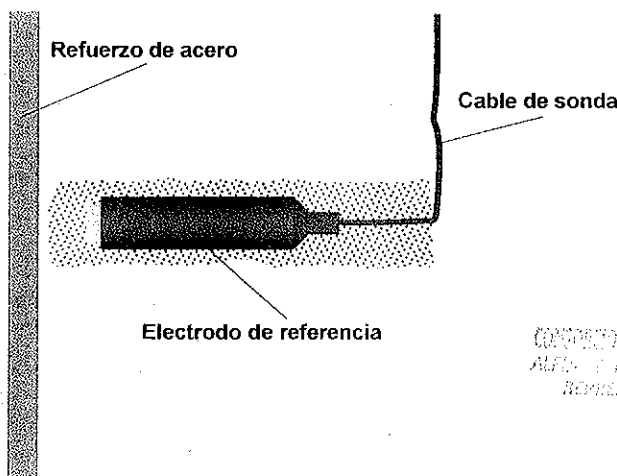



Fig. 4.6.5

005992

<p>C.1.2</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
----------------------------------	---

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.6) SISTEMA DE TRACCIÓN ELÉCTRICA

SECRETARÍA DE INVERSIÓN
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
REPUBLICA DEL PERÚ 

005993

Índice

Índice	2
1. SISTEMA DE TRACCIÓN ELÉCTRICA	1
1.1. Introducción	1
1.2. Especificaciones generales y criterios de diseño	1
1.3. Condiciones medioambientale	2
1.4. Descripción general	2
1.5. Especificación de componentes principales	3
1.5.1. Perfil del catenaria rigida	3
1.6. Corrosión del cobre/aluminio: protecciones	4
1.7. Junta de interconexión	4
1.8. Junta de expansión or Barras paralelas	5
1.9. Anclaje del punto medio	6
1.10. Cruzamiento	7
1.11. Conexión eléctrica	8
1.12. Clip de toma de tierra	9
1.13. Suspension CR	9
1.14. Aislante de sección or Barras paralelas	11
1.15. Planos	13
1.16. Seccionadores	27
1.17. Esquemas deTracción	28
1.18. Descargadores de antena	33
1.19. Sistema propuesto para el tallere de mantenimiento	33
1.20. Catenaria Rigida Escamoteable	34
1.21. Las ventajas de la Catenaria Rigida	35
1.21.1. Concepción y funcionalidad	35
1.21.2. Seguridad / Fiabilidad	36
1.21.3. Prestaciones especiales	36
1.21.4. Mantenimiento	36
1.21.5. Fuerzas que actúan sobre el viaducto:	36
1.22. Montaje del la Catenaria Rigida	37
1.22.1. Almacenaje de material	37
1.22.2. Verificacion	37
1.23. Perforación y collocación de pernos roscados en túnel	38
1.23.1. Decripción general	38
1.23.2. Equipos y herramientas	38
1.23.3. Instalación	38
1.23.4. Verificación	38
1.23.5. Seguridad Industrial	38
1.24. Instrucciones para el montaje de los componentes principales	39
1.24.1. Replanteo	39
1.24.2. Montaje de los soportes	39
1.24.3. Montaje de los aisladores en los soportes	39
1.24.4. Montaje de las barras	39



005994

1.24.5.	Apriete de tornillos de las brida de uniones.....	40
1.24.6.	Los puntos medios.....	40
1.24.7.	Montaje de lo hilo de contacto	40
1.25.	Secciones de Linea, Estacion y Talleres.....	43
1.26.	Tiempos de montaje CR in tunnel	49
1.27.	Tiempos de montaje CR escamotable (in taller).....	49

CONSORCIO [6368]
NUEVO METRO DE LIMA



V

005995

1. SISTEMA DE TRACCIÓN ELÉCTRICA

1.1. Introducción

Este párrafo hace referencia al diseño de la línea de contacto aérea para la electrificación de la LINEA 2 y 4 Metro de Lima y Callao

En virtud del pliego de condiciones, está previsto el uso de una catenaria rígida CR que está compuesta principalmente de un perfil de aluminio en el que se insertará un hilo de contacto.

Está previsto una catenaria rígida para las vías principales y auxiliares en túnel y estaciones y catenaria rígida desplazable sobre fosas de talleres.

El sistema será conforme con el principio del doble aislamiento o equivalente aislamiento reforzado (norma EN 50122-1 y EN 61140).

1.2. Especificaciones generales y criterios de diseño

Las características principales del trazado serán como mínimo las siguientes:

LINEA 2

Longitud de la línea	27 Km
Número de estaciones	27 (2 terminales, 22 de Paso, 3 de conexión)
Terceras Vías	3
Patios-Taller	1
Pozos de Ventilación/ Emergencia	27

LINEA 4

Longitud de la línea	8 Km
Número de estaciones	8 (2 terminales, 5 de Paso, 1 de conexión)
Patios-Taller	1
Pozos de Ventilación/ Emergencia	7

Deberá contar con dos ramales de acceso y salida a los Patios-Taller.

Los parámetros básicos de diseño serán como mínimo los siguientes:

INFORMACION BASICA DISEÑO LINEA 2 y RAMAL LINEA 4	
DESCRIPCION	VALOR
Velocidad de diseño	90 Km/h
Ancho de Trocha	1435 mm
Ancho entrevía recta	3.8 m
Ancho entrevía curva	4.0 m
Pendiente máx. túnel	3.5 %
Pendiente máx. estaciones	0.3 %
Pendiente máx. vías estacionamiento	0.15 %
Radio mínimo curvas horizontal en vía principal	250 m
Radio mínimo curvas horizontal en patios	90 m
Sobre elevación en curvas	160 mm
Radio mínimo vertical	3000 m
Pendiente promedio terreno	1.3 %
Cota más baja riel	-16.5 msnm
Cota más alta riel	323.50 msnm
Profundidad promedio riel	21 m

Profundidad mínima riel	17	m
Profundidad máxima riel	49.50	m
Cobertura mínima túnel	10	m
Distancia máxima entre estaciones (eje-eje)	1900	m
Distancia mínima entre estaciones (eje-eje)	705	m
Aceleración no compensada máxima	0,90	m/s ²
Sobre elevación gradual máxima	3	mm/m

005990

Las estaciones se localizarán guardando una distancia entre ellas del orden de 50m entre su extremo y el inicio de la pendiente más cercana.

Todos los equipos deberán operar correctamente a una temperatura entre 10° y 35°C, con la humedad relativa entre 20 y 70% sin condensación; para todos los equipos deberá ser consentida una temperatura de almacenamiento entre -20 y +50 °C.

1.3. Condiciones medioambientale

El equipo se diseñará para proporcionar un funcionamiento satisfactorio bajo las siguientes condiciones climáticas:

Normas :

EN 50119 Railway applications - Fixed installations - Electric traction overhead contact lines

EN 50124 Railway applications. Insulation coordination

EN 50126 Railway applications. The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)

EN 50149 Railway applications - Fixed installations - Electric traction - Copper and copper alloy grooved contact wires

IEC 60050 International Electrotechnical Vocabulary. Electromagnetic Compatibility

IEC 60071 Insulation co-ordination

IEC 62128-1 - EN 50122 Railway applications. Fixed installations. Protective provisions relating to electrical safety and earthing.

1.4. Descripción general

Un cable de contacto de sección transversal convencional está sujeto en el perfil del catenaria rígida (en adelante RC). El RC está fabricado en longitudes parciales que están conectadas con juntas de interconexión.

El RC está colgado de soportes articulados o deslizantes provistos de aislantes.

Para compensar las variaciones de temperatura, las secciones más largas del RC están divididas por juntas de expansión.

Las secciones entre dos juntas de expansión se estabilizan por medio de un punto medio.

El punto de transición desde la línea aérea convencional hasta el catenaria rígida está equipado con una barra de transición, una barra de anclaje del cable de contacto y un anclaje de punto de extremo.

Los RC que forman parte de secciones de alimentación diferentes, están separados por aislantes de sección.

Los cambiavías están equipados con secciones de extremo que están curvados hacia arriba en un extremo y están dirigidos en paralelo con el RC continuo.

Los RCs dirigidos en paralelo también pueden utilizarse como disposición alternativa respecto a juntas de expansión y aislantes de sección.

005997

En case de falla de una subestacion electrica (SER), el poder de la línea aérea es asegurada por el cierre de extra-rapidos (responsable de garantizar la flexibilidad de la oferta de la catenaria) presentes en ella misma SER; El cierre de estos extra-rapido es capaz de saltar totalmente la SER que es en falla mediante la conexión de las dos secciones de la línea aérea asociados con la misma SER.

1.4.1. Especificación de componentes principales

1.4.2. Perfil del catenaria rígida

El cable de contacto está sujeto a los flancos del perfil, que tienen cierta flexibilidad, y a los extremos inferiores en forma de pinza.

El lado inferior del perfil tiene resaltos en ambos lados para el dispositivo de inserción del cable de contacto.

Los rodillos del dispositivo corren sobre la superficie superior de los resaltos, mientras que las ranuras del lado inferior las utilizan las ruedas del separador para abrir el perfil localmente e insertar el cable de contacto.

El perfil está compuesto por una aleación de aluminio y se fabrica mediante moldeo de extrusión en secciones de 11,90 m.

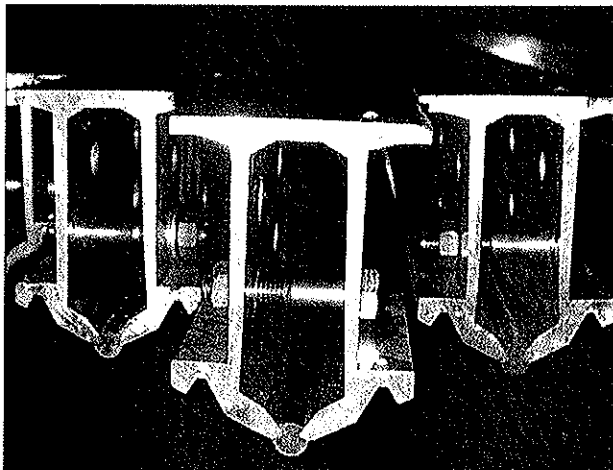


figura 1, Perfil de catenaria rígida

Seccion	Aa = 2214 mm ²
Perímetro exterior	Ua = 694 mm
Densidad	ρa = 2,7 kg/dm ³
Peso (perfil sin fijo de contacto)	ga = 5,9 kg/m linear
Coeficiente de expansión lineal	αa = 24*10-6 1/°C

Se puede decir que la sección transversal de aluminio funciona como alimentador para el hilo de contacto, y en comparación con la resistencia del conductor de ferrocarril / resistencia del hilo de contacto una sección transversal equivalente de cobre se puede definir:

$\rho_{20^{\circ}\text{C a}} = 0.03020$ (for aluminium alloy) ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)

$\rho_{20^{\circ}\text{C c}} = 0.01777$ (for Cu-ETP) ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)



Sección equivalente en Cobre $A_{c\text{equiv}} = A_a * \frac{\rho_c}{\rho_a}$ (mm²)

$A_{c\text{equiv}} = 1'302,70 \text{ mm}^2$

1.4.3. Corrosión del cobre/aluminio: protecciones

Para evitar la corrosión, las conexiones conductivas entre el aluminio y el cobre deben establecerse en ausencia de electrolito.

Para la aplicación en la práctica, se han tomado las siguientes medidas de inhibición de la corrosión: cada sección de 11,90 m de longitud está provista de 4 orificios de drenaje en el lado inferior para evitar la formación de agua condensada con gases disueltos o sustancias agresivas en la sección. el cable de contacto se engrasa durante la instalación por medio de un manguito pasante conectado a una bomba de engrase.

La grasa tiene un efecto protector, pero permite que el flujo de corriente penetre el aluminio y el cobre, ya que contiene un alto porcentaje de zinc.

en el área de bocas de túnel y en puntos de humedad local, el RC está provisto de una tapa de plástico de protección.

La cubierta está fabricada en longitudes de 5 m y tiene un peso muerto de 0,84 kg/m, lo cual no tiene un gran efecto en el combado, ya que es bastante rígida por sí misma.

Como es lógico, la cubierta puede cortarse en secciones más cortas y puede instalarse fácilmente sin ninguna pieza de fijación adicional.

Como la cubierta abarca todo el perfil del RC, no puede utilizarse en el área de soportes y de todas las piezas que sobresalen del perfil.

Importante: debe evitarse el goteo constante de agua de túneles, puentes u otras estructuras civiles sobre el perfil del RC de aluminio.

Sobre todo la llamada agua de hormigón destruye el aluminio. La cubierta de protección de plástico puede ser una solución para este tipo de problemas.

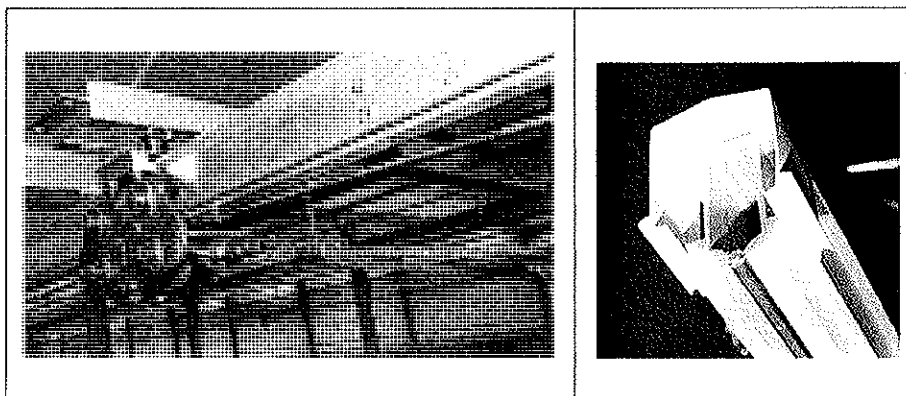


figura 2, Protecciones

1.4.4. Junta de interconexión

La aleación de las juntas de interconexión es similar a la del RC y todas las propiedades físicas son idénticas.

Como las superficies de contacto eléctricas grandes suelen ofrecer resultados insatisfactorios en la aplicación práctica, las juntas se suministran con cuatro resaltes en el lado, reposando de nuevo contra los flancos del RC.

CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA



005099

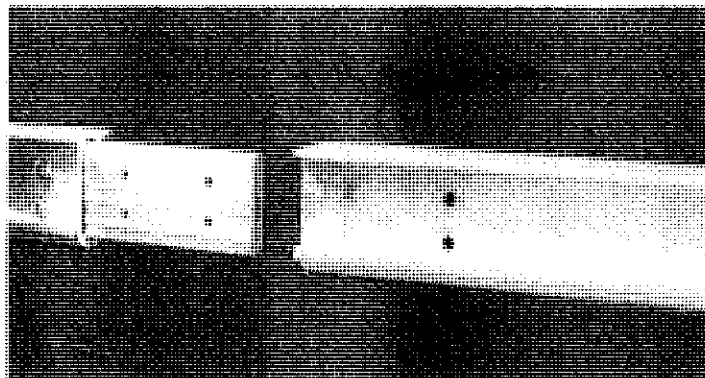


figura 3, Junta de interconexión

1.4.5. Junta de expansión or Barras paralelas

La junta de expansión del catenaria rigida está instalada en el eje del cable de contacto y compensa la expansión y retracción longitudinal resultante de las variaciones de temperatura a lo largo de las secciones del catenaria rigida.

Permite al pantógrafo correr libremente sin interrupción mecánica o eléctrica.

Está compuesta principalmente por un armazón de aluminio rígido y dos varillas de cobre revestidas de plata, conectando las piezas de cola de la catenaria rigida en el hueco.

Un extremo del armazón y las varillas están fijados a una pieza de cola del catenaria rigida, el otro extremo permite el deslizamiento longitudinal del catenaria rigida (apertura y cierre del hueco).

La continuidad eléctrica está garantizada entre lo mismo dispositivo mediante un contacto eléctrico móvil (de sección equivalente al perfil de catenaria) que corre por las varillas de cobre revestidas de plata. La longitud de compensación de la junta de expansión es de 1000 mm.

La junta de expansión debe colocarse en una sección de vía que sea lo más recta posible y encima del eje de la vía, sin disposición en zigzag.

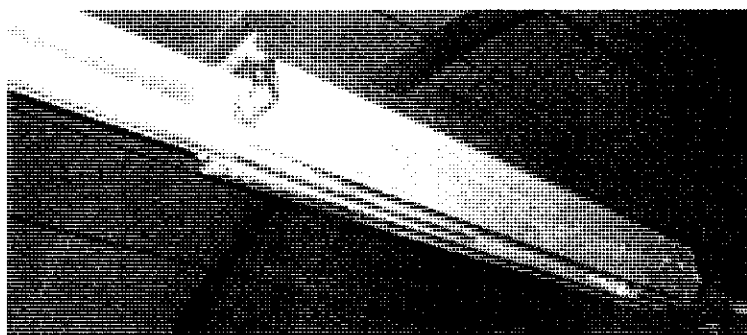


figura 4, Junta de expansión

Para compensar la expansión y retracción longitudinal resultante de las variaciones de temperatura se puede utilizar una rampa de catenaria rigida doblada hacia arriba.

La rampa está compuesta por una barra de 5.95 m curvada en uno de sus extremos.

La parte inclinada tiene una longitud de 1m.

El radio de curvatura de la parte arqueada es de 4 m y de tal modo que el hilo de contacto pueda insertarse sin obstáculo.

En su otro extremo, la rampa tiene una perforación donde se colocará una brida de unión.

✓

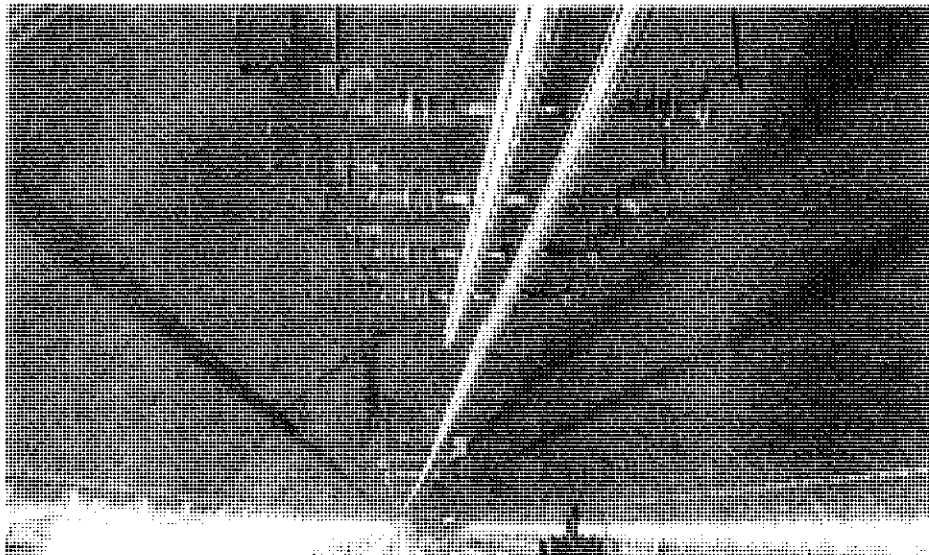
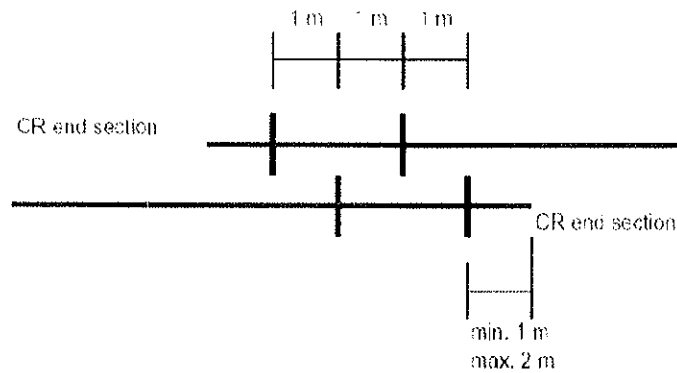


figura 5, Paralelo rampas de CR

La Continuidad Eléctrica de le dos barras in paralelo se logra a través de las conexiones eléctricas ($4 \times 150 \text{ mm}^2$) unidos al perfil con los terminales adecuados (La abrazadera del alimentador).

1.4.6. Anclaje del punto medio

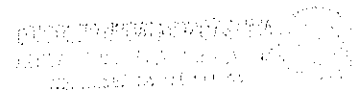
El anclaje del punto medio debe estabilizar las diversas fuerzas ejercidas en una sección de RC entre dos juntas de expansión.

En casos en los cuales hay presencia de fuerzas de tracción desde una línea aérea entrante en el cable de contacto, se habla de anclaje de punto final en vez de anclaje de punto medio.

El anclaje del punto fijo debe estabilizar las diversas fuerzas ejercidas en una sección de RC entre dos juntas de expansión.

Un conjunto de anclaje de punto fijo se compone de los siguientes elementos:

1. Placa de punto fijo.
2. Cables de anclaje con terminaciones, tensores y aislantes.
3. Estructuras de anclaje (postes cortos de suspensión), previstos para un anclaje independiente de los cable.



006001

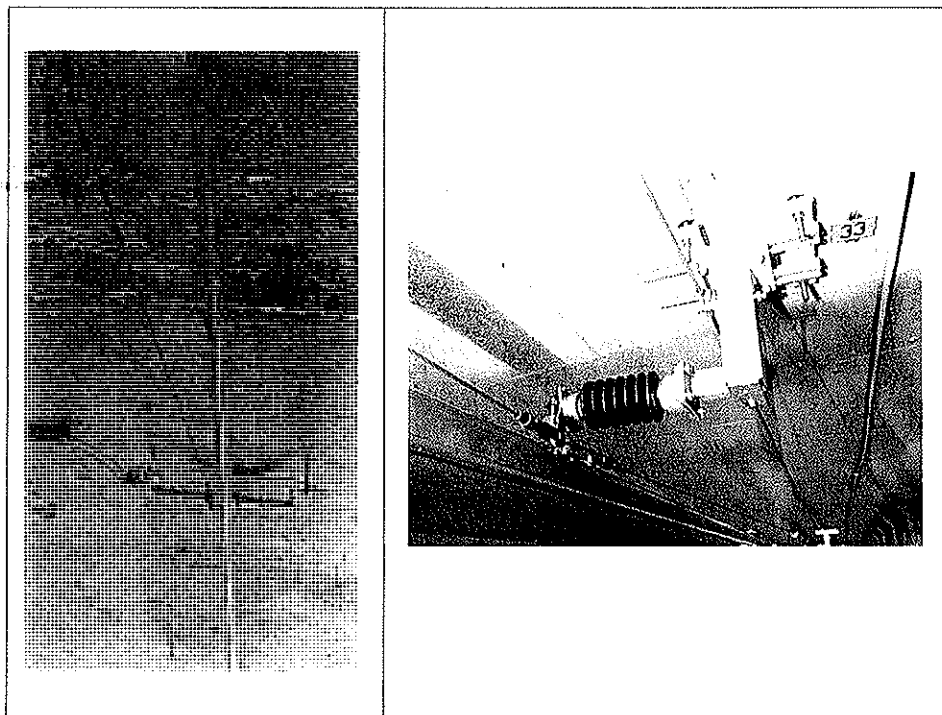


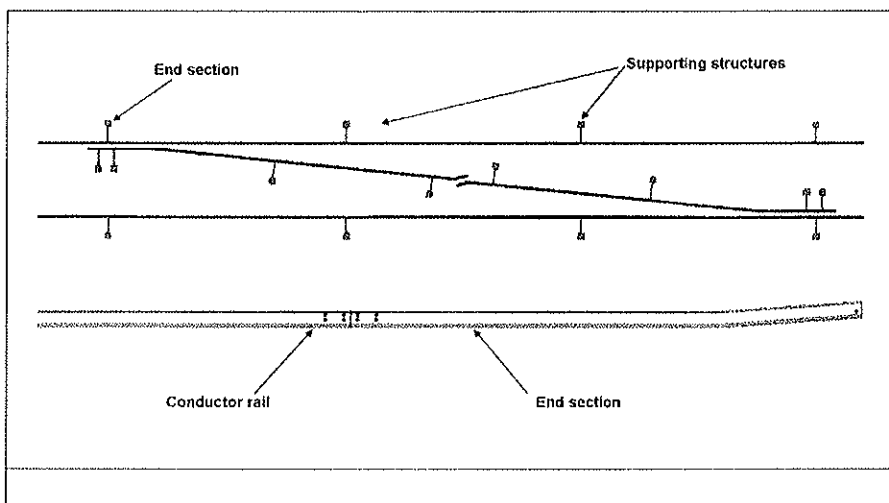
figura 6, Anclaje del punto medio

1.4.7. Cruzamiento

En los puntos de cruce o de desvío se utiliza una pieza de catenaria rigida doblada hacia arriba.

En el esquema/imagen siguiente se muestra la sección final.

La sección final se instala en paralelo al catenaria rigida desde la vía recta en la sección del catenaria rigida de la vía desviada y permite un mejor comportamiento dinámico del pantógrafo.



CONSORCIO [6375] NUEVO METRO DE LIMA

Handwritten signature

006002

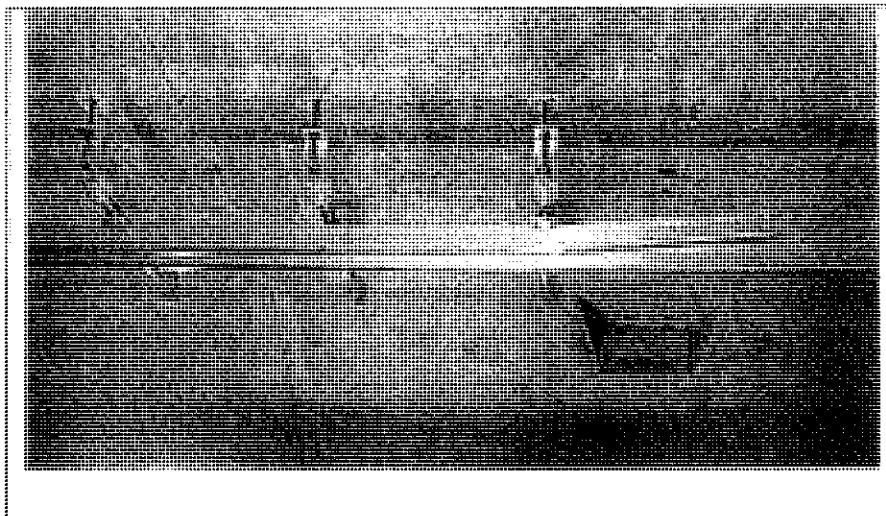


figura 7, Sección final

Como por el paralelo de expansion aqui tambien la continuidad eléctrica se logra a través de las conexiones eléctricas (4 x 150 mm²) unidos al perfil con los terminales adecuados (La abrazadera del alimentador).

1.4.8. Conexión eléctrica

Las conexiones eléctricas hasta y entre secciones del RC (conexión desde la catenaria al RC, alimentación desde desconectores, interconexión de RC dirigidos en paralelo, en desvío, etc.) se realizan utilizando la abrazadera del alimentador del RC.

Esta abrazadera de terminal está especialmente adaptada para fijarse a la parte superior del perfil de RC.

Pueden sujetarse dos cables de cobre flexibles, cada uno con una sección transversal máxima de 150 mm².

La abrazadera del alimentador del RC es de aleación de aluminio, por lo tanto, la conexión con terminales de cable de cobre debe efectuarse con interposición de una arandela bimetálica proporcionada con la abrazadera.

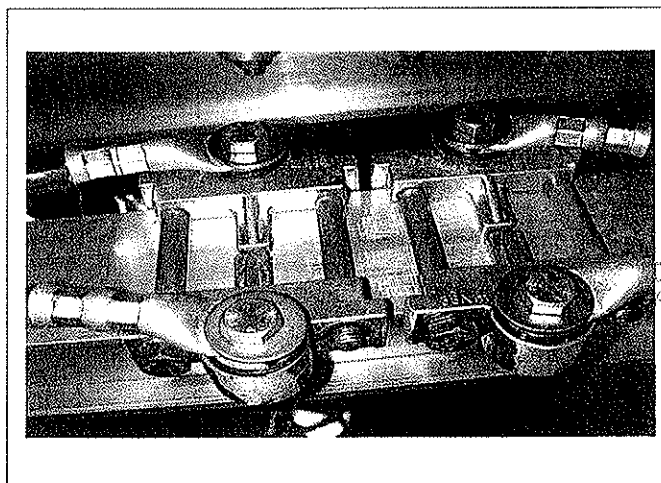


figura 8, Conexión eléctrica

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AL FONDO DE INVERSIÓN DEL
 REVOLUCIONARIO

X

006903

1.4.9. Clip de toma de tierra

Para proporcionar un dispositivo de seguridad para los trabajos de mantenimiento en el OCR (Catenaria rígida Aéreo) y para poder poner a tierra la instalación, el OCR puede equiparse con un clip para varilla de toma de tierra.

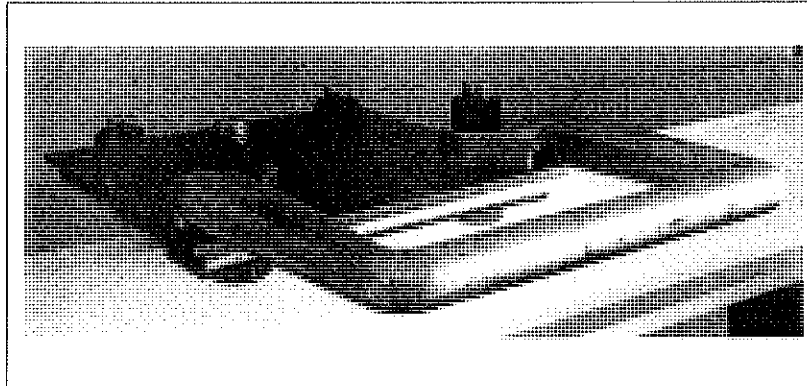


figura 9, Clip de toma de tierra,

1.4.10. Suspension CR

El espaciado del soporte depende de la velocidad de aplicación.

Suele ser de entre 12 m, el descentramiento del hilo de contacto es de 150mm a cada lado del eje de la vía.

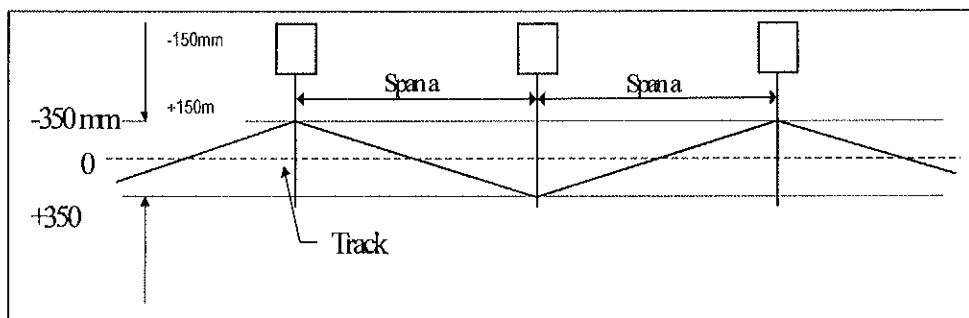


figura 10, Descentramiento

El soporte del catenaria rígida es una unidad hecha a medida que se optimiza y construye para cada proyecto en particular para cumplir las necesidades de la especificación.

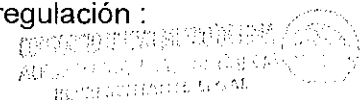
Siempre es un diseño de última generación.

El soporte del catenaria rígida es una unidad hecha a medida que se optimiza y construye para cada proyecto en particular para cumplir las necesidades de la especificación.

Siempre es un diseño de última generación.

Los soportes propuesto para el Metro de Lima puede garantizar la regulación :

- Regulación lateral (zigzag)
- Regulación en altura
- Regulación de la rampa referida al ángulo de la línea ferroviaria



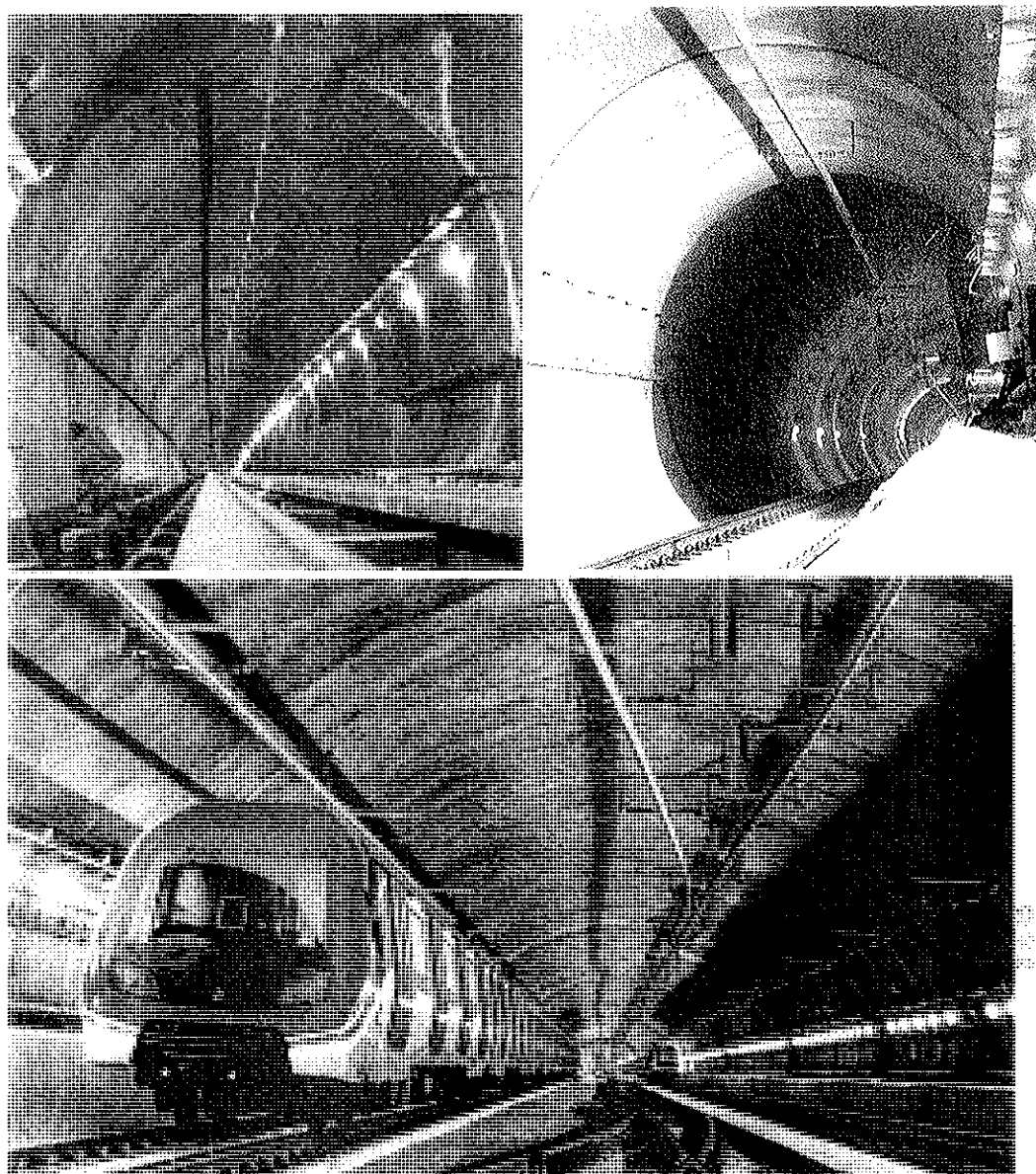
A una diferente distancia entre los soportes (span) corresponde un diferente hundimiento (sag) de la línea y segundo las normativas este debe ser mas pequeño mas grande es la velocidad .

En nuestro calculo puede ser


Hundimiento teorico

Span a	(m)	8	10	11	12
Sag f	(mm)	3-5mm	8-10mm	12-16mm	17-22mm

Velocidad (km/h)	70	80	95	110	≥120
Espacio entre soportes (span) (m)	12	12	11	10	8



CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA
 S.A.S.



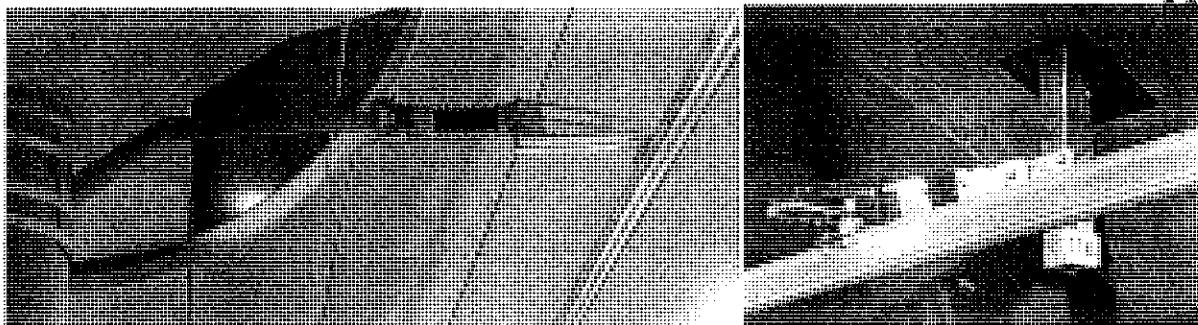


figura 11, Suspensión CR

1.4.11. Aislante de sección or Barras paralelas

Aislante de sección

Los soportes deslizantes permiten la expansión y retracción longitudinal del CR resultantes de variaciones de temperatura a lo largo de las secciones del CR.

El elemento se compone principalmente de una varilla de aislamiento de fibra de vidrio revestida de PFTE y dos deslizadores laterales para el pantógrafo.

Los extremos de los deslizadores tienen cuernos de arqueado para una mejor extinción de arcos de cortocircuito que pueden ocurrir si un tren entra en una sección toma de tierra.

El aislante de sección debe colocarse en una sección que sea lo más recta posible y, como es típico para todos los aislantes de sección, encima del eje de la vía sin disposición en zigzag.

Ambos extremos deben estar en perfecta alineación para evitar cualquier torsión del dispositivo.

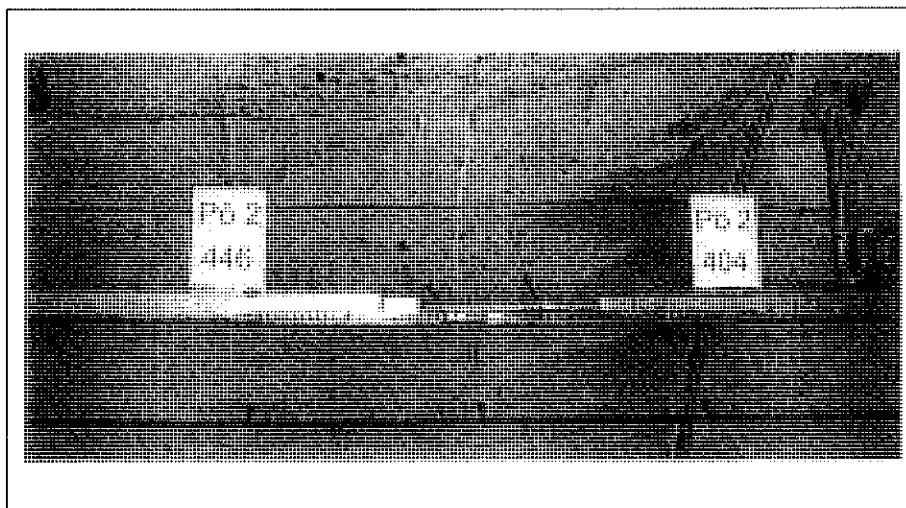


figura 12, Aislante de sección

CONSORCIO METRO DE LIMA
 AV. FAUCETT 1000
 REPUBLICA DEL PERU

Barras paralelas

El aislamiento de las secciones se pueden realizar con una rampa CR

La rampa está compuesta por una barra de 5.95 m curvada en uno de sus extremos.

La parte inclinada tiene una longitud de 1m.

El radio de curvatura de la parte arqueada es de 4 m y de tal modo que el hilo de contacto pueda insertarse sin obstáculo.

[Handwritten signature]

T
B
C
M



En su otro extremo, la rampa tiene una perforación donde se colocará una brida de unión

006006

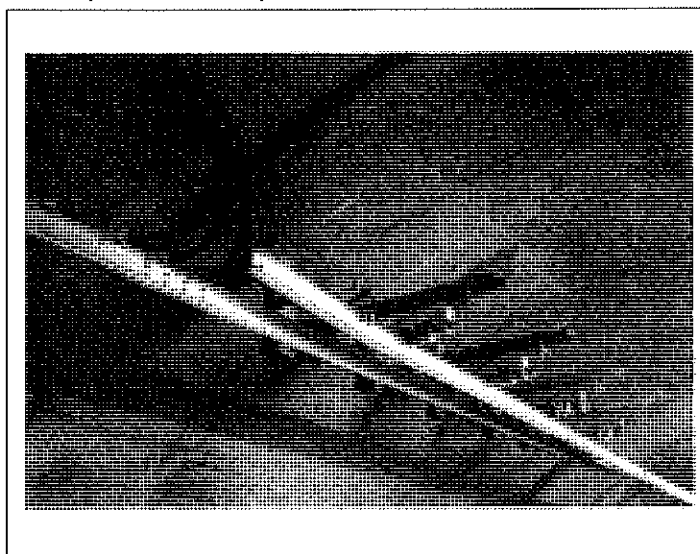
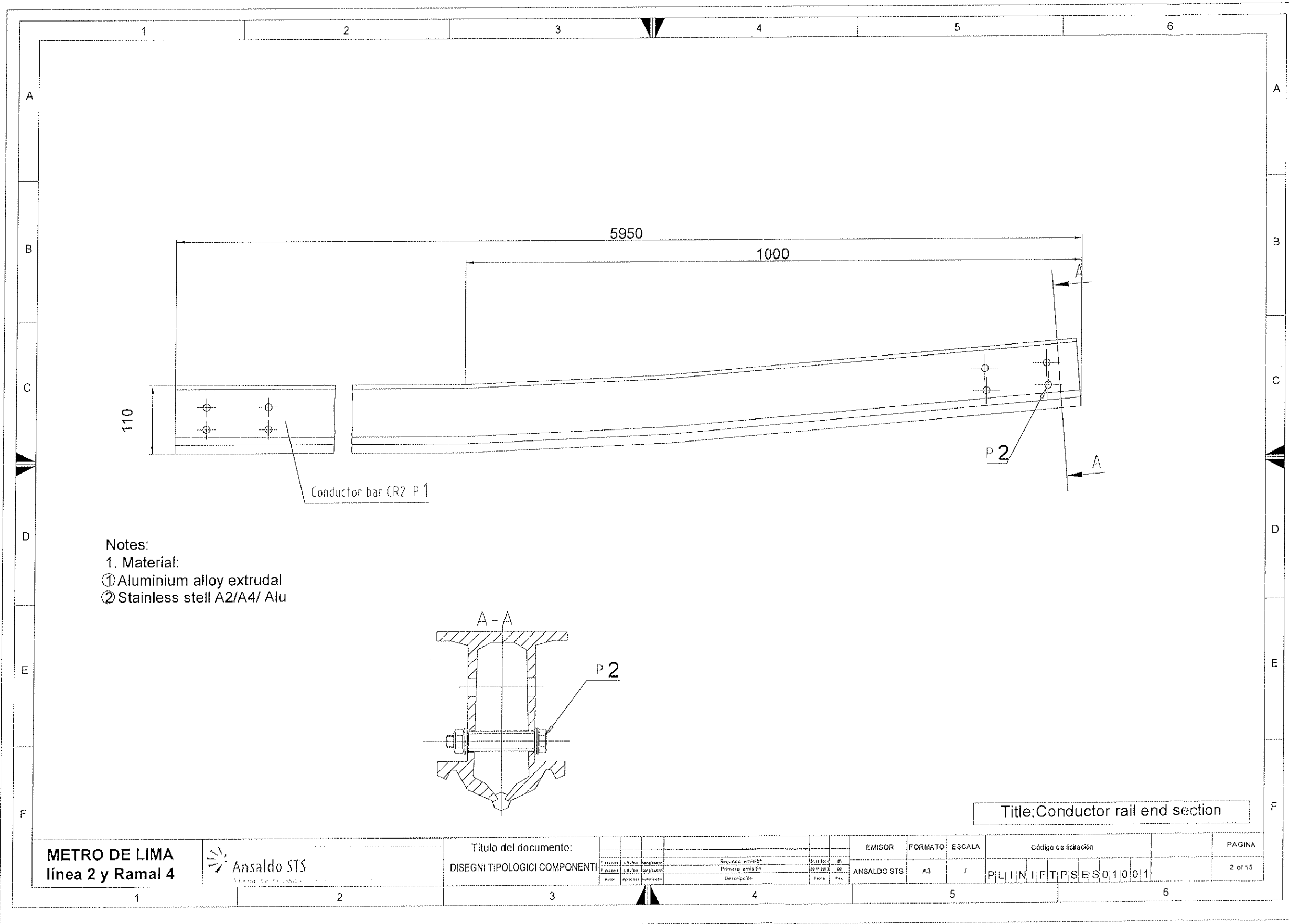
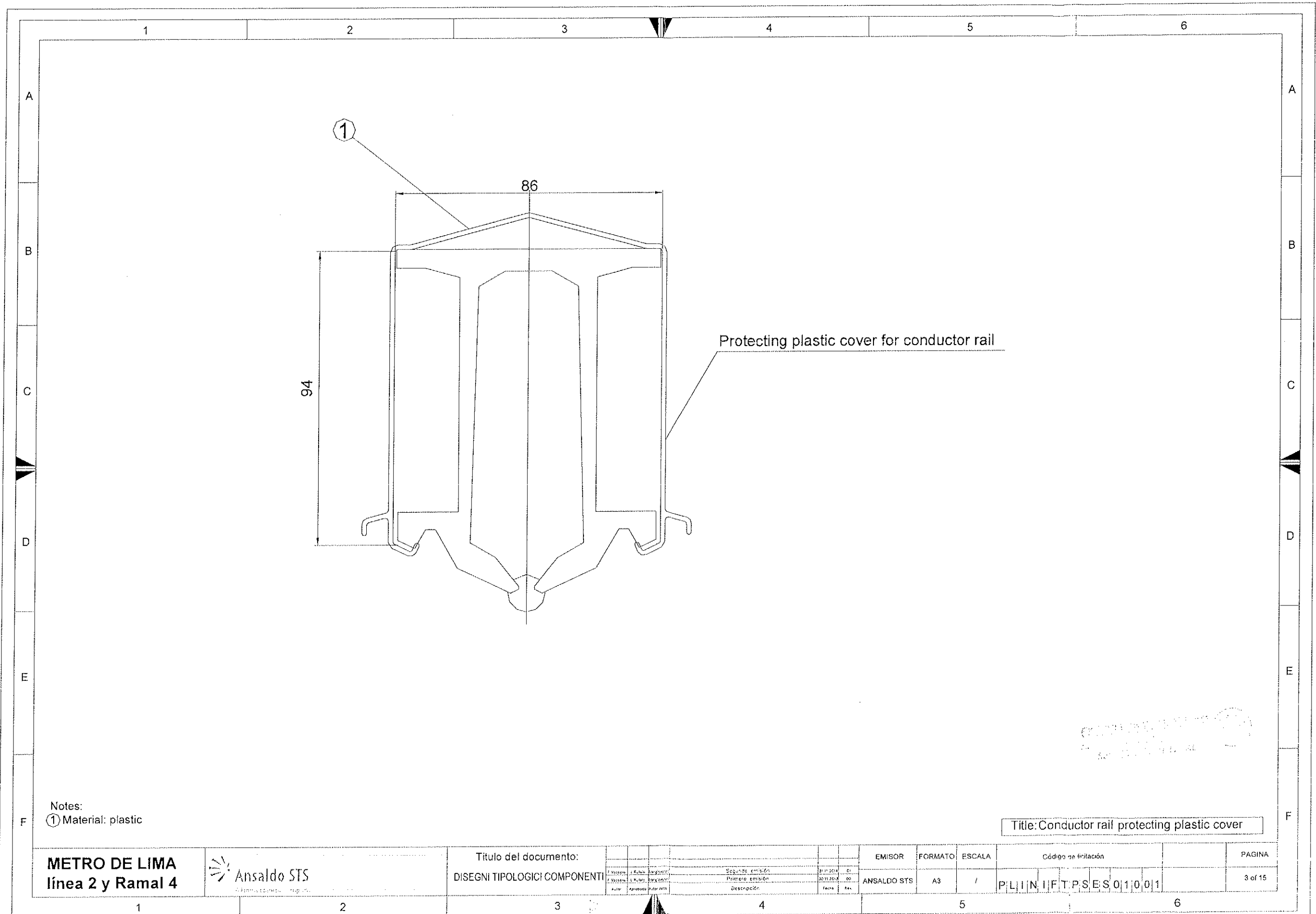


figura 13, Aislamiento con barras paralelas

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALSA S.A. - INGENIERIA DE LIMA
REPUBLICA DEL PERU

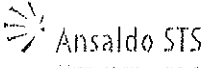


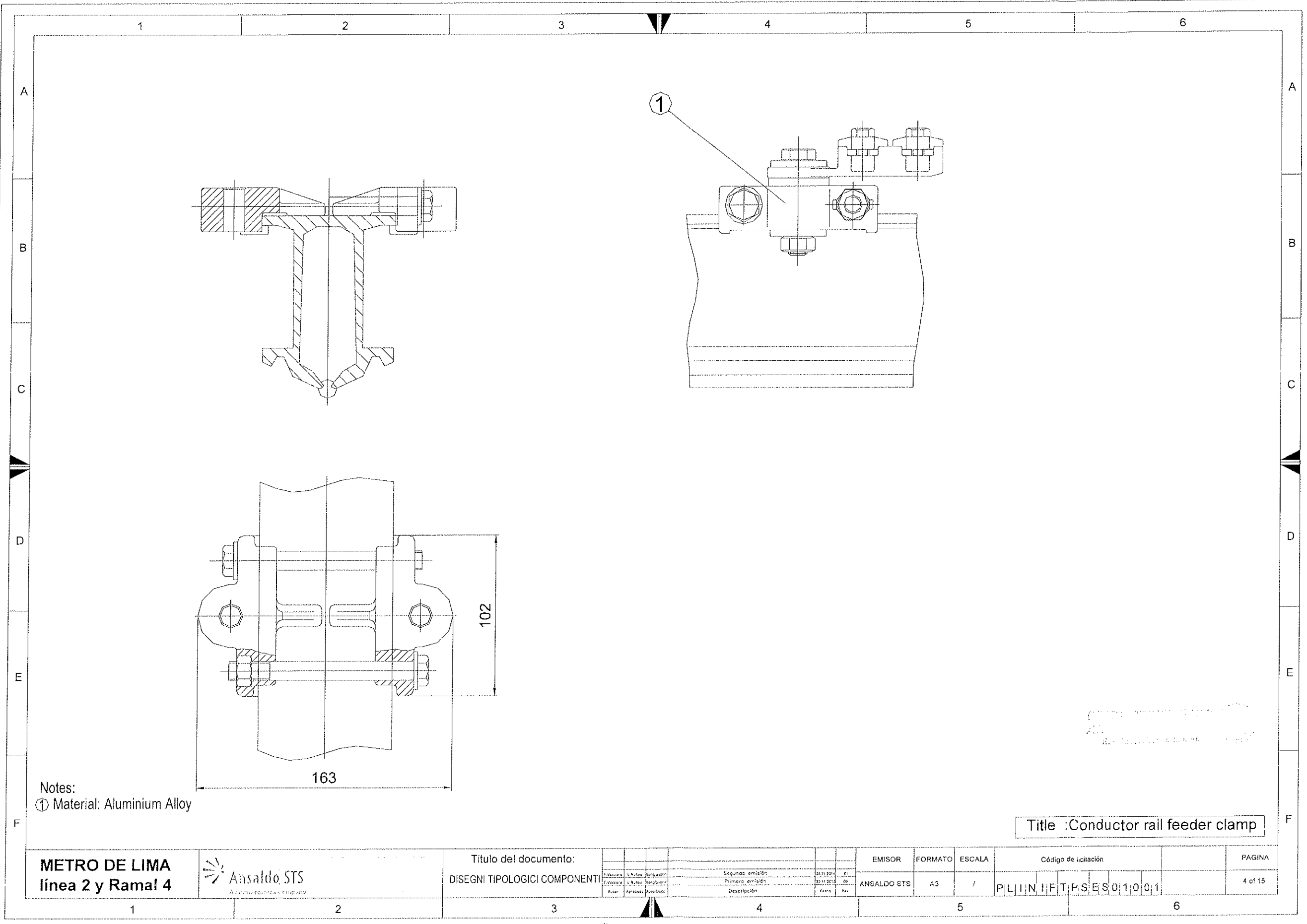
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA



Notes:
① Material: plastic

Title: Conductor rail protecting plastic cover

METRO DE LIMA línea 2 y Ramal 4		Título del documento: DISEÑOS TIPOLOGICOS COMPONENTES				EMISOR ANSALDO STS	FORMATO A3	ESCALA 1	Código de filiación P L I N I F T P S E S 0 1 0 0 1	PAGINA 3 of 15
		Fecha: 30.11.2014 Descripción:	Segundo emisión: 30.11.2014 Tercera emisión:	Autor:	Revisado:	Aprobado:	Fecha:	P:	E:	S:

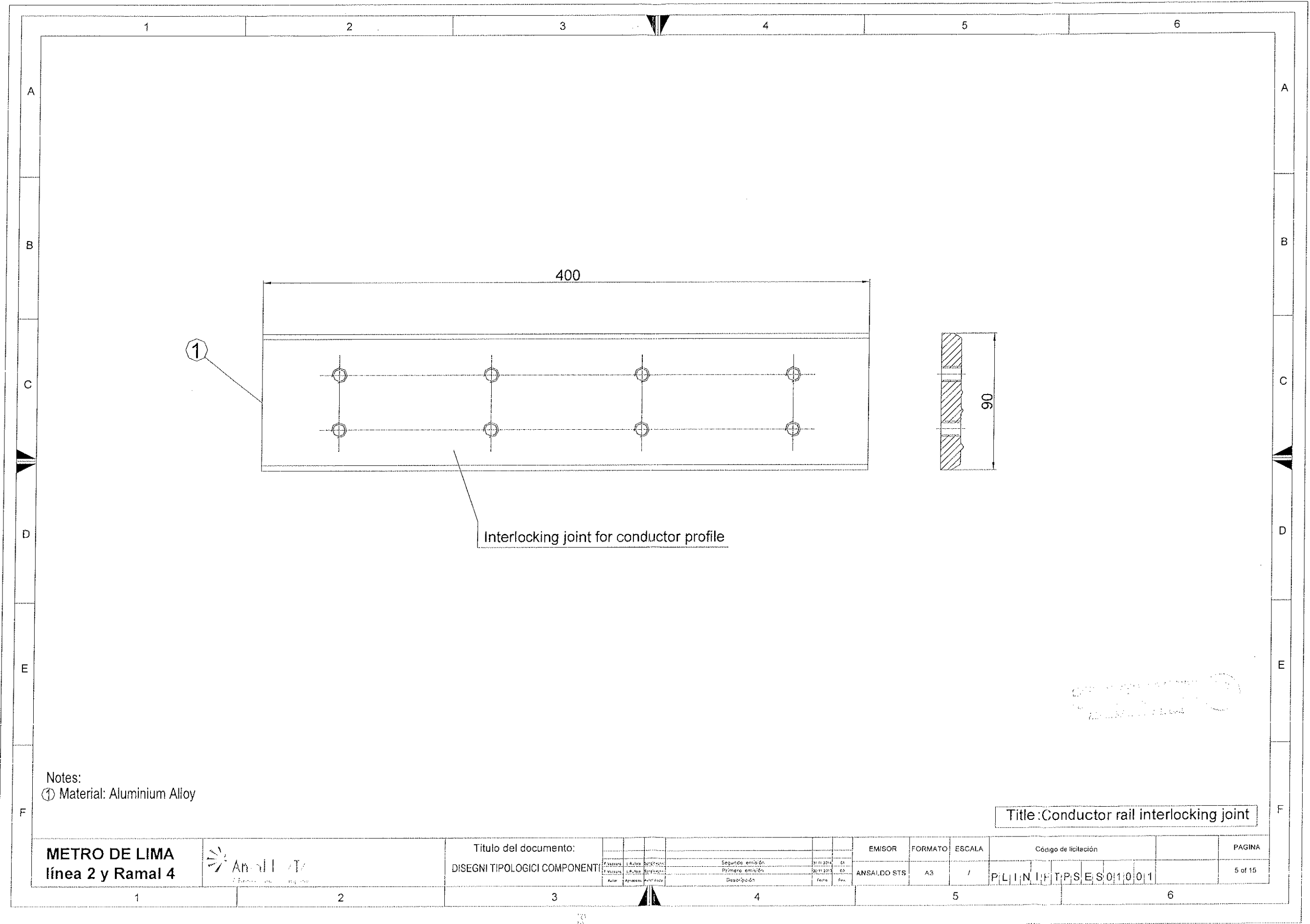


Notes:
① Material: Aluminium Alloy

Title : Conductor rail feeder clamp

METRO DE LIMA línea 2 y Ramal 4		Titulo del documento:				EMISOR	FORMATO	ESCALA	Código de citación	PAGINA
		DISEÑI TIPOLOGICI COMPONENTI				ANSALDO STS	A3	/	PLI I N J F T P S E S 0 1 0 0 1	4 of 15



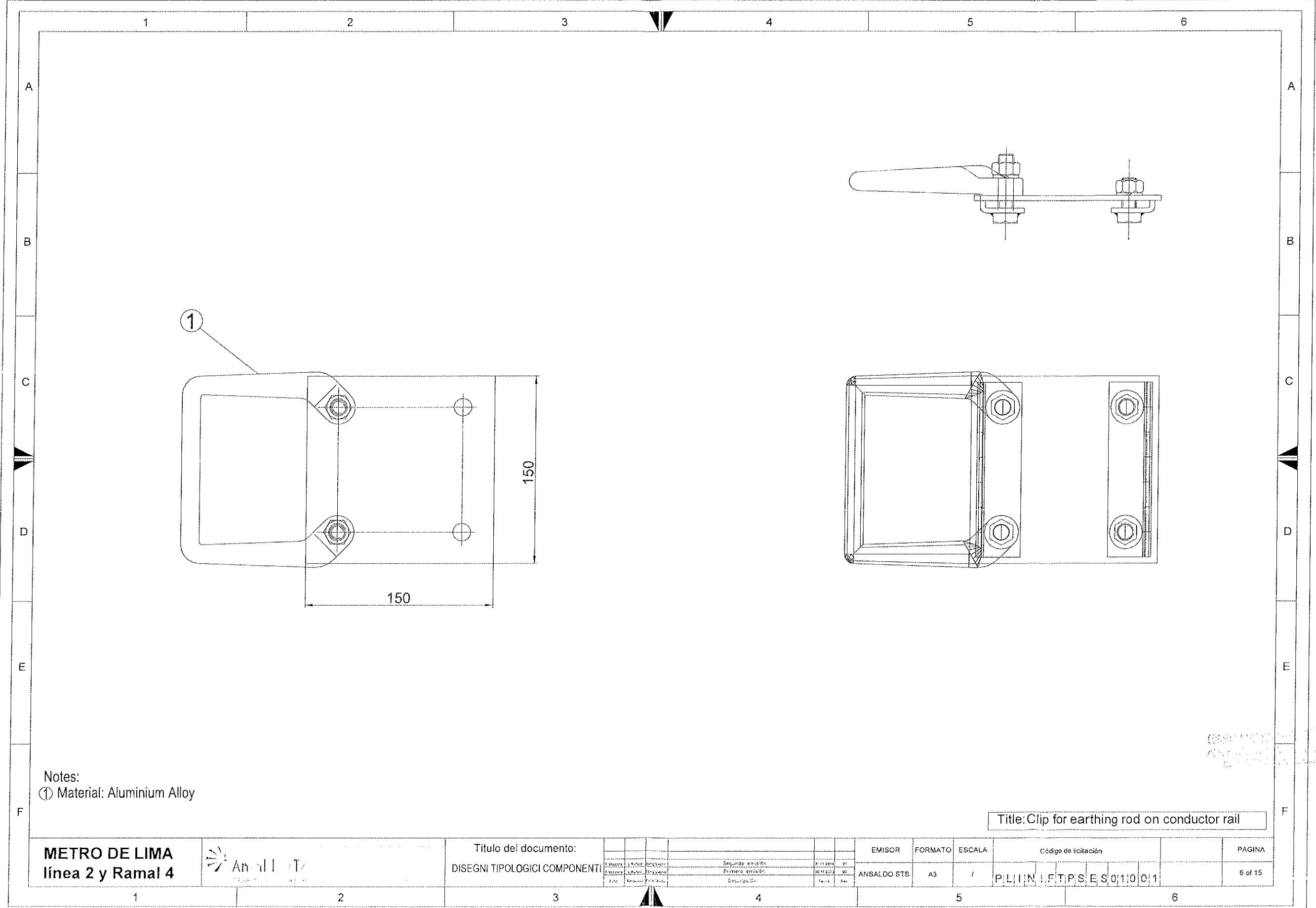


Notes:
① Material: Aluminium Alloy

Title: Conductor rail interlocking joint

METRO DE LIMA línea 2 y Ramal 4		Título del documento:				EMISOR	FORMATO	ESCALA	Código de licitación			PAGINA
		DISEÑOS TIPOLOGICOS COMPONENTES				ANSALDO STS	A3	/	P/L/IN/IT/PS/ES/01/0/0/1			5 of 15

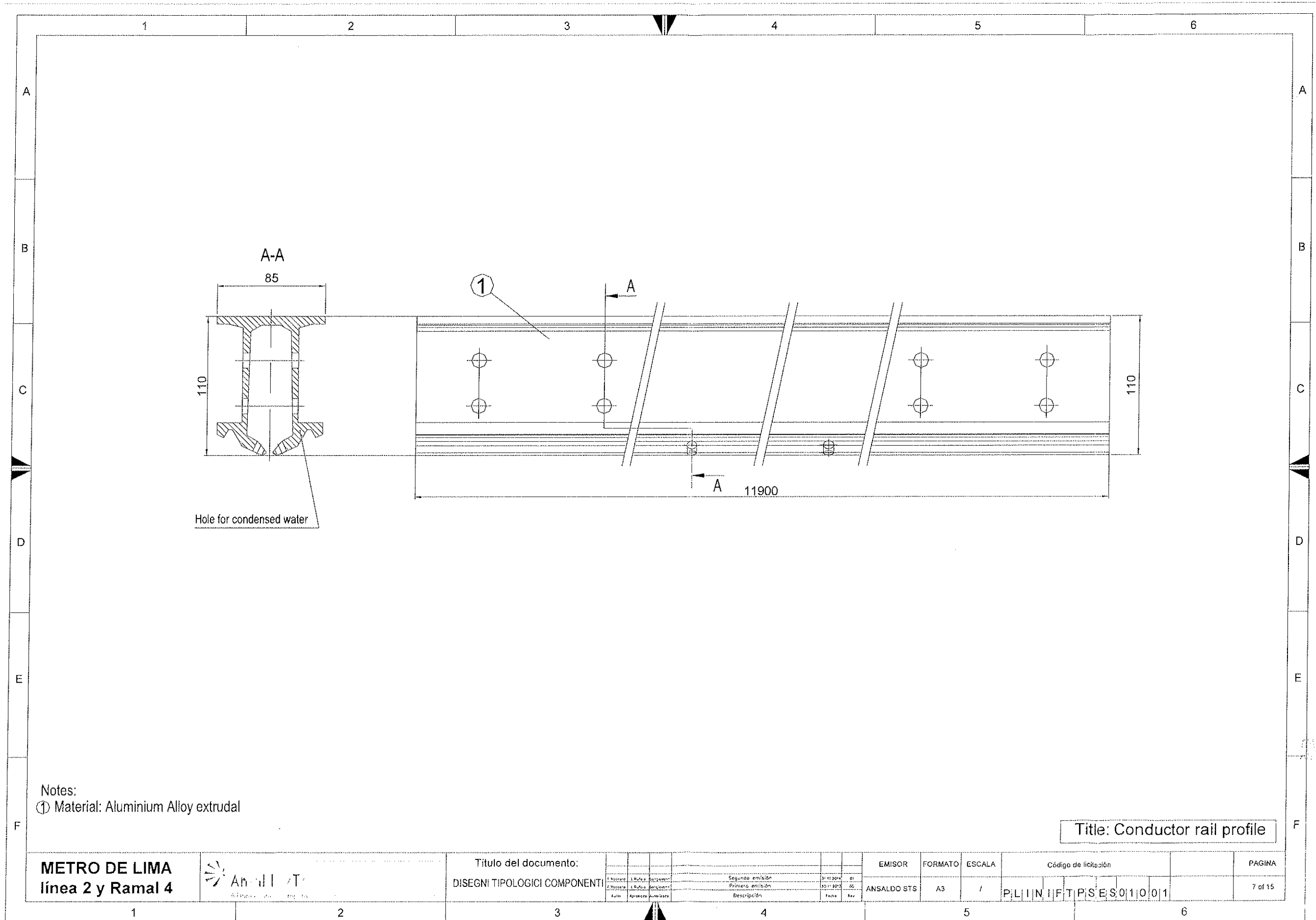
W

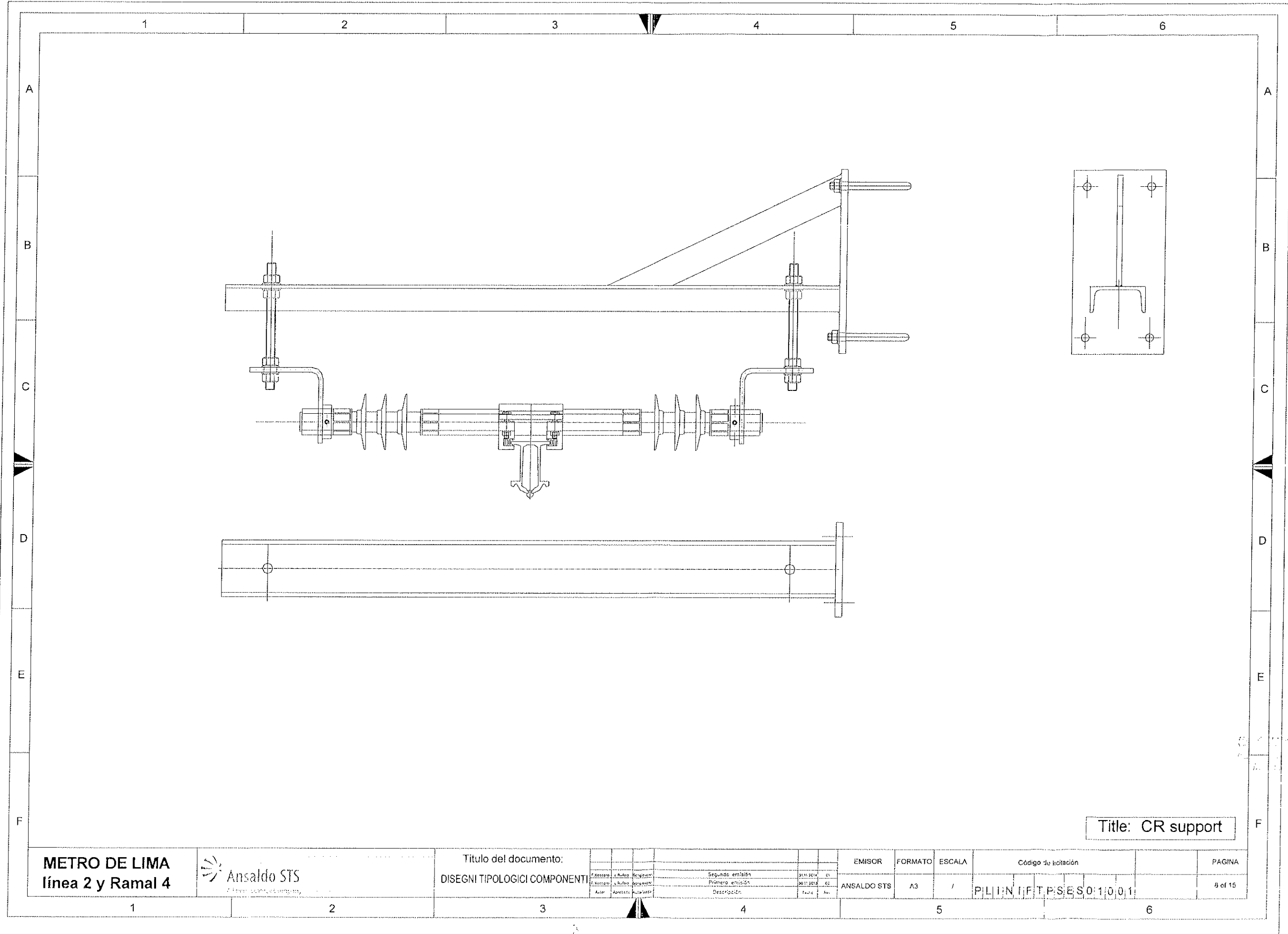


Notes:
① Material: Aluminium Alloy

Title: Clip for earthing rod on conductor rail

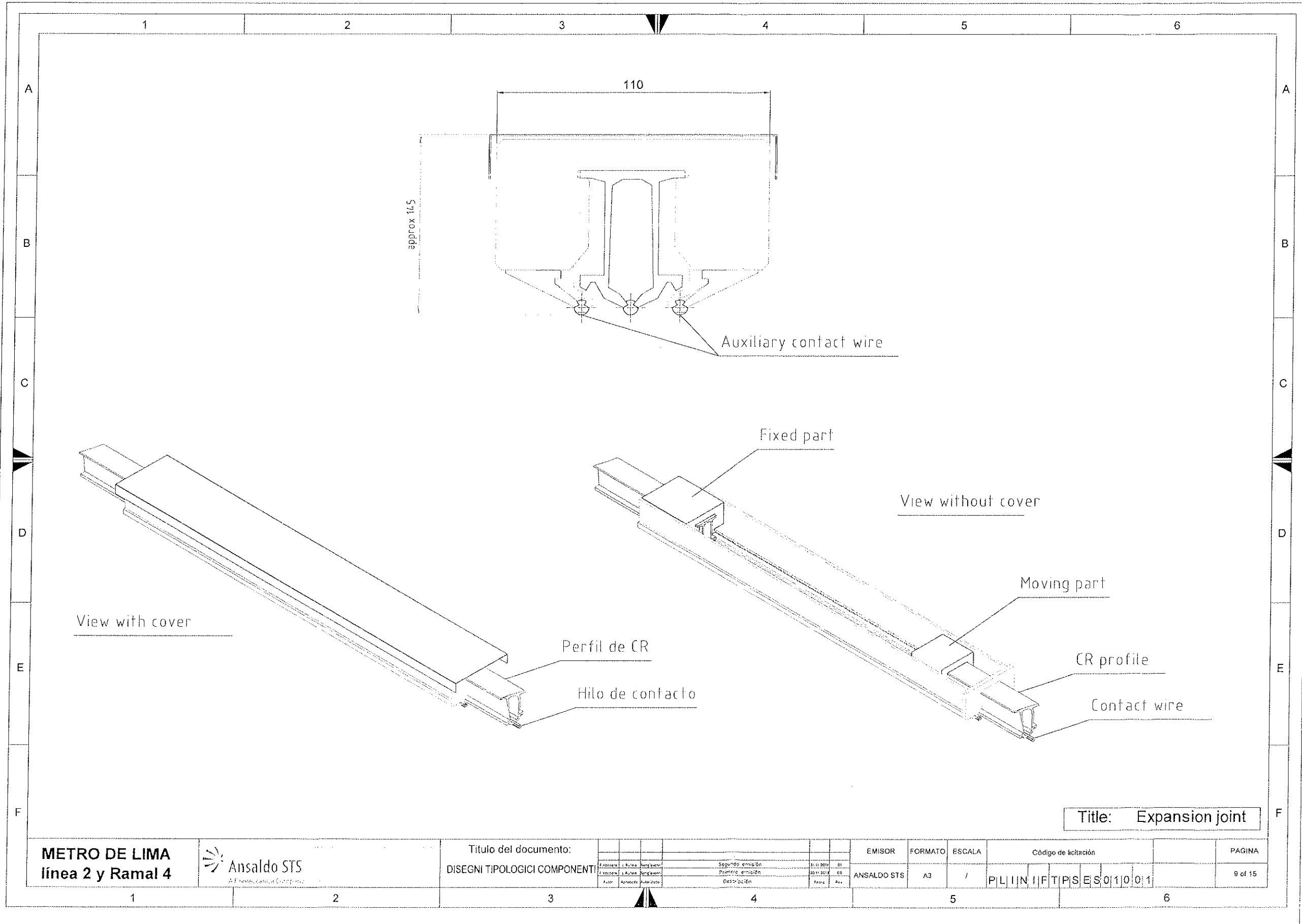
METRO DE LIMA línea 2 y Ramal 4		Título del documento: DISEÑOS TIPOLOGICOS COMPONENTI		Segunda emisión 201104 01	EMISOR ANSALDO STS	FORMATO A3	ESCALA /	Código de licitación P/L/1/N/1/F/T/P/S/E/S/0/1/0/0/1	PAGINA 6 of 15
		Primerá emisión 201103 00	ANSALDO STS	A3	/	P/L/1/N/1/F/T/P/S/E/S/0/1/0/0/1	6 of 15		





Title: CR support

METRO DE LIMA línea 2 y Ramal 4		Titulo del documento:		EMISOR		FORMATO	ESCALA	Código de licitación		PAGINA
		DISEÑI TIPOLOGICI COMPONENTI		ANSA	STS	A3		PILINI IFT.P.S.E.S 010001		8 of 15



Title: Expansion joint

METRO DE LIMA
línea 2 y Ramal 4

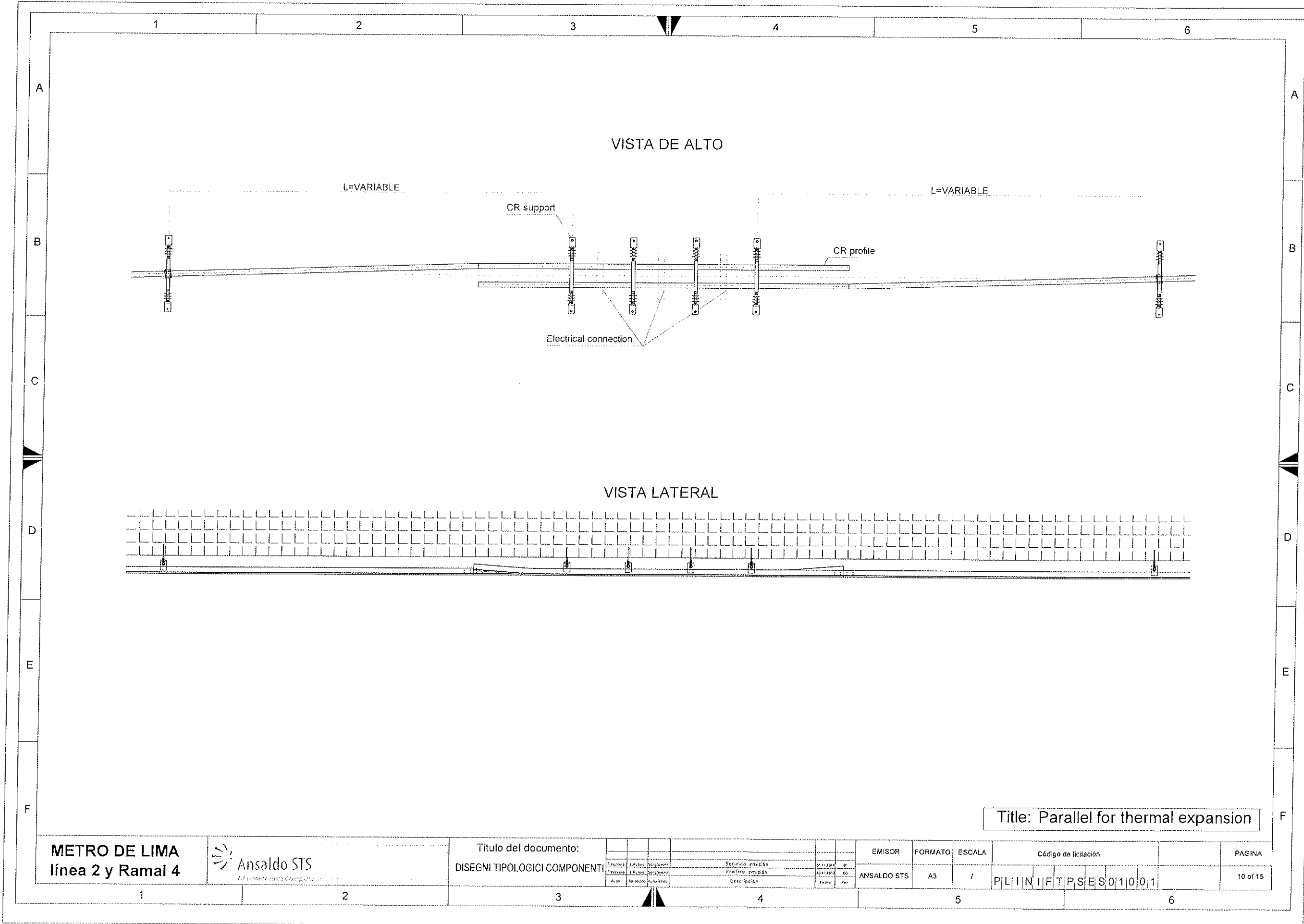


Título del documento:
DISEÑI TIPOLOGICI COMPONENTI

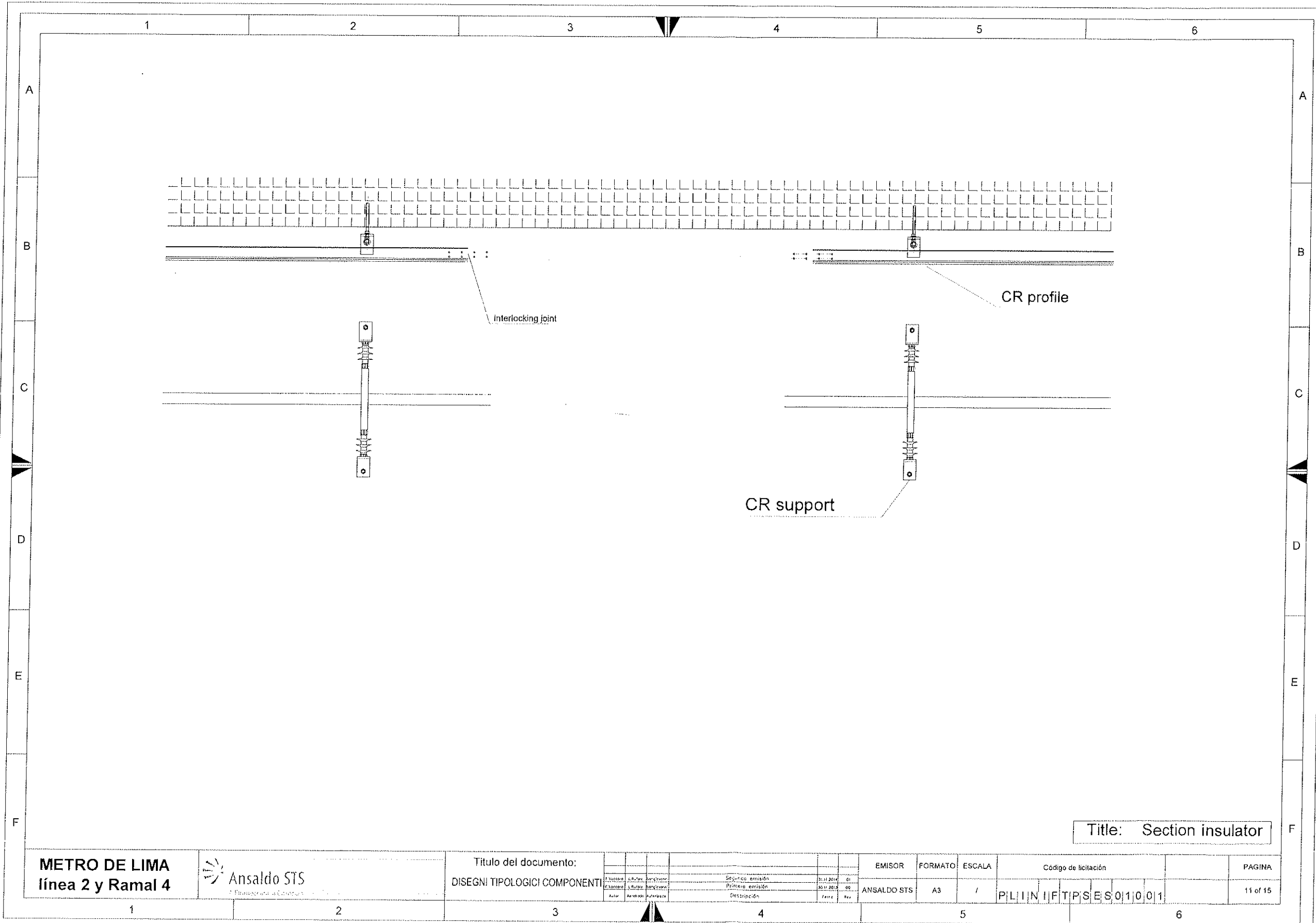
Proyecto	Sub-proyecto	Segunda emisión	31/11/2011	01
Proyecto	Sub-proyecto	Primera emisión	30/11/2011	09
Auto	Aprobado	Distribución	Fecha	Rev.

EMISOR	FORMATO	ESCALA	Código de licitación	PAGINA
ANSALDO STS	A3	/	PLI IN IFT P SES 0 1 0 0 1	9 of 15





[Handwritten signature]



Title: Section insulator

METRO DE LIMA
línea 2 y Ramal 4



Título del documento:
DISEÑOS TIPOLOGICOS COMPONENTI

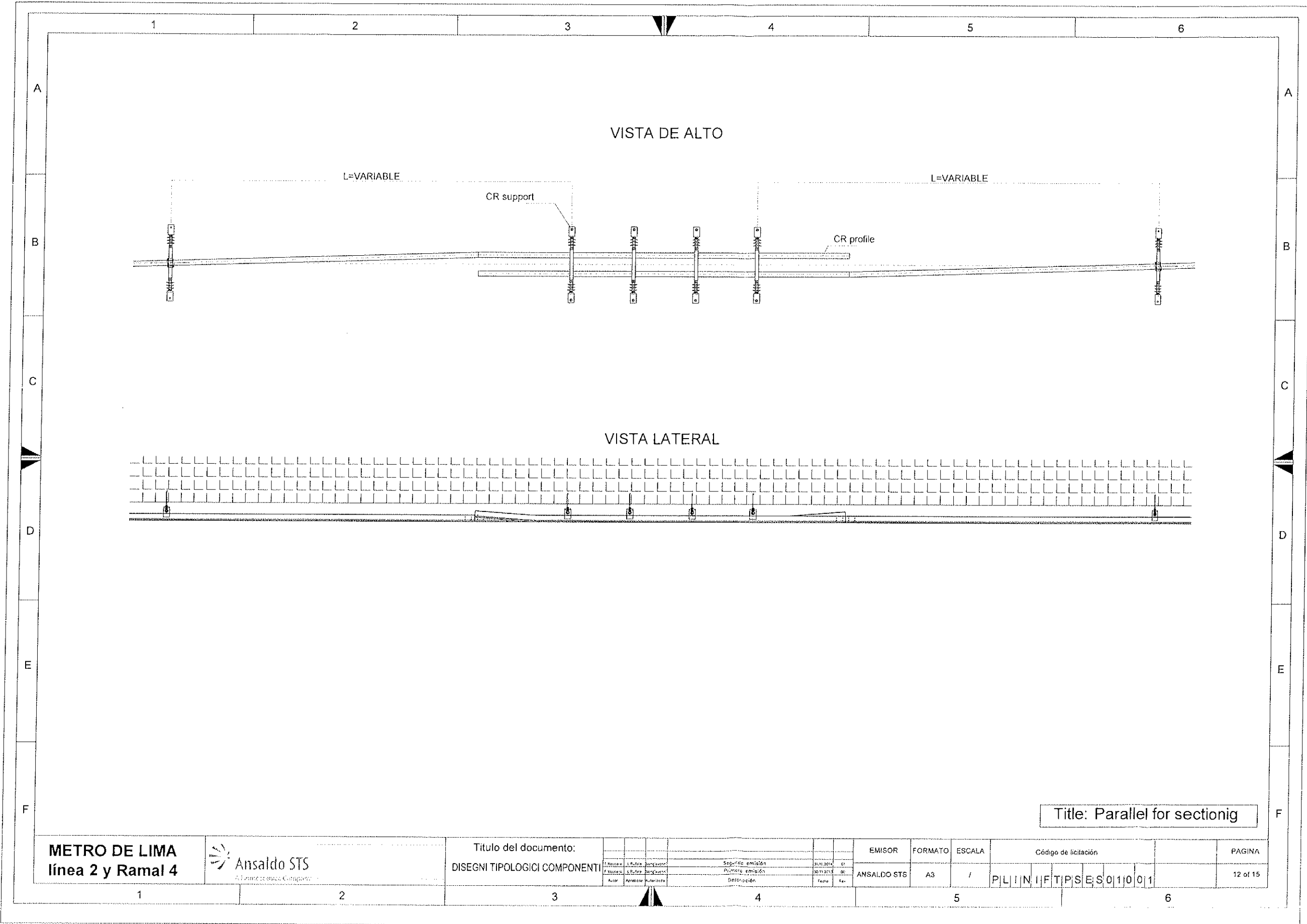
Autores	Revisores	Fecha	Descripción
...	Segunda emisión
...	Primera emisión
...	Descripción

EMISOR: ANSALDO STS
FORMATO: A3
ESCALA: /


Código de licitación:
PIL|I|N|I|FT|P|SES|0|1|0|0|1

PAGINA:
11 of 15

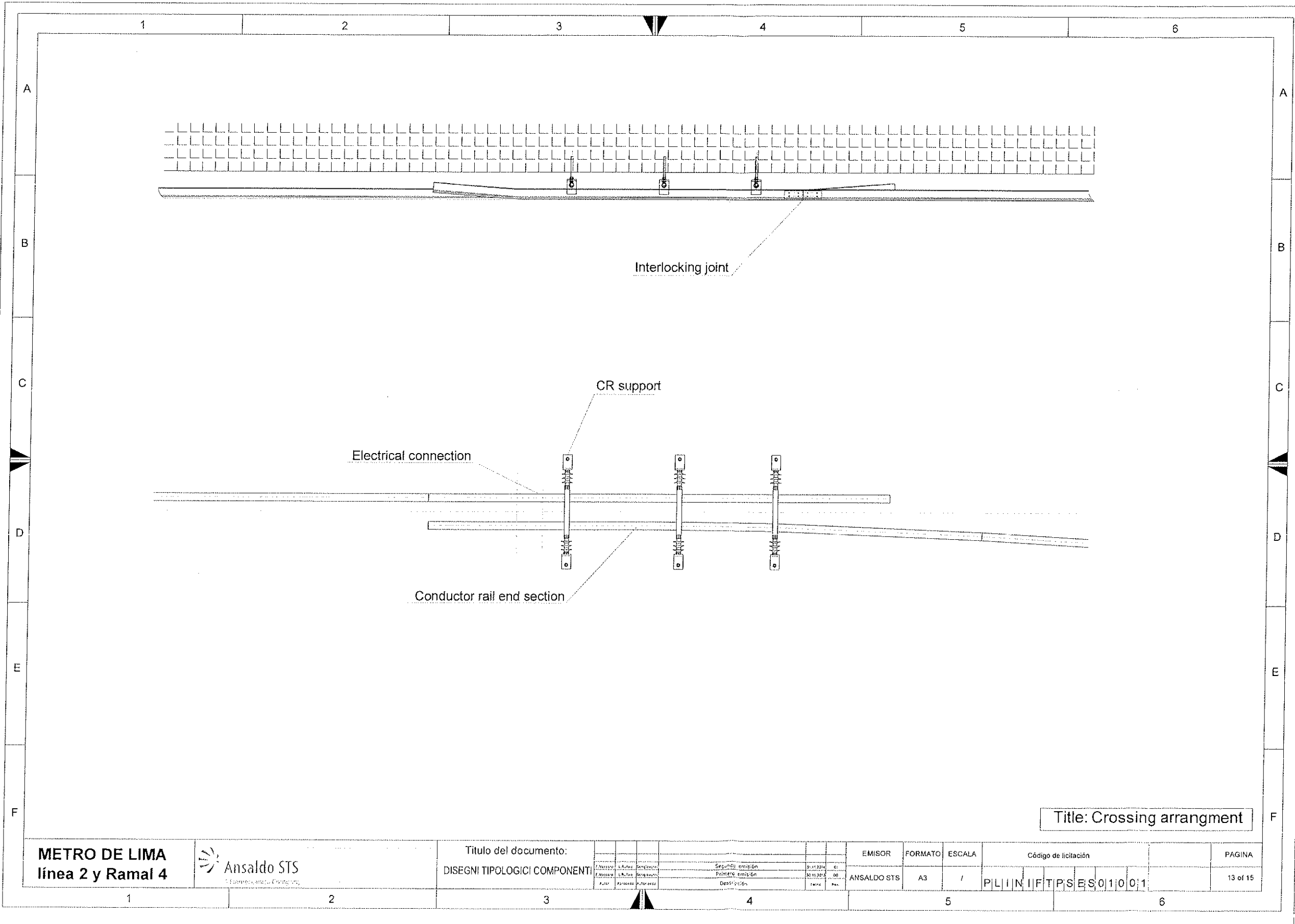
[Handwritten signature]




Title: Parallel for sectionig

METRO DE LIMA línea 2 y Ramal 4	 Ansaldo STS Ansaldo STS Group	Titulo del documento: DISEÑI TIPOLOGICI COMPONENT	Versión 1.0	Fecha 30/11/2014	Estado en	EMISOR ANSALDO STS	FORMATO A3	ESCALA 1	Código de licitación				PAGINA 12 of 15
			Autor Ansaldo	Descripción Descripción	Fecha 30/11/2014				Estado en	PL I N I F T P S E S 0 1 0 0 1			

V



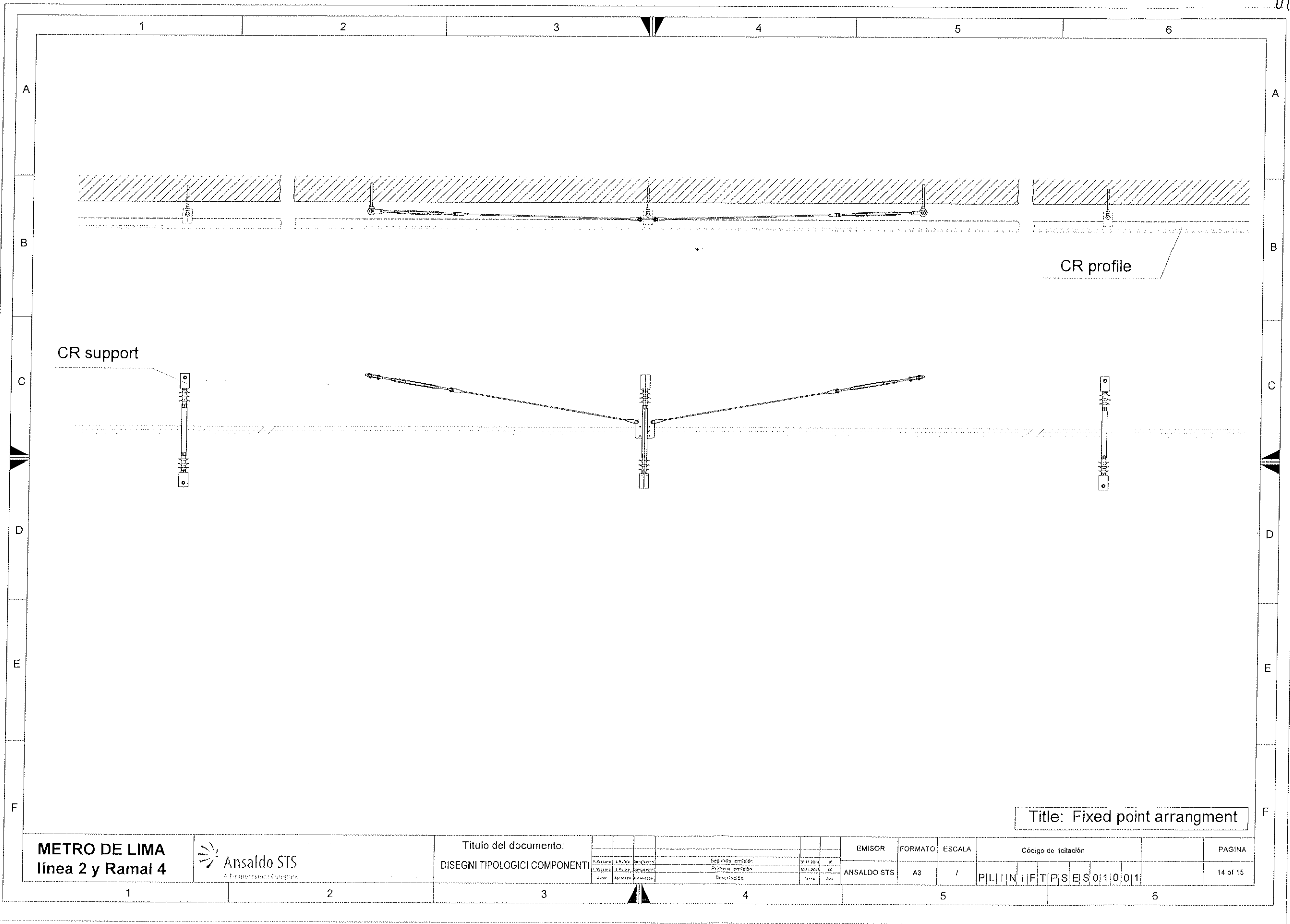
Title: Crossing arrangement

METRO DE LIMA línea 2 y Ramal 4		 Ansaldo STS <small>1. Ferrovie dello Stato Italiane</small>		Título del documento: DISEÑI TIPOLOGICI COMPONENTI		<table border="1"> <tr> <td>Autore</td> <td>Progettista</td> <td>Disegnista</td> <td>Verificatore</td> <td>Revisione</td> <td>Approvazione</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Autore	Progettista	Disegnista	Verificatore	Revisione	Approvazione							EMISOR ANSALDO STS	FORMATO A3	ESCALA /	Código de licitación P L I N I F T P S E S 0 1 0 0 1	PAGINA 13 of 15
Autore	Progettista	Disegnista	Verificatore	Revisione	Approvazione																			



8
20

006019



Title: Fixed point arrangement

METRO DE LIMA
línea 2 y Ramal 4



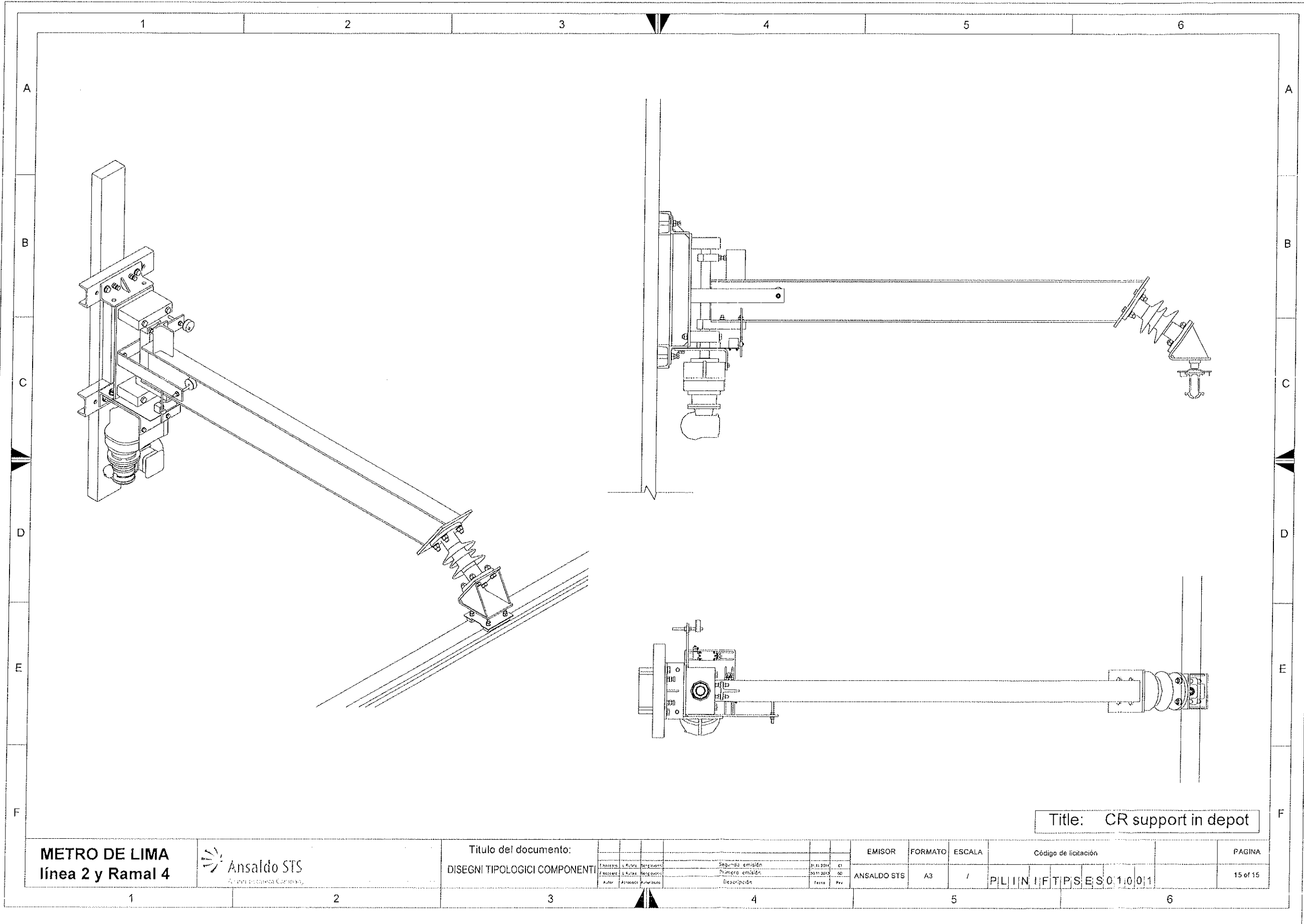
Titulo del documento:
DISEÑOS TIPOLOGICOS COMPONENTI

Autore	Elabor	Revisión	Segunda emisión	Fecha	Rev
Aut	Elabor	Revisión	Primera emisión	2011/01/13	00
			Descripción		

EMISOR	FORMATO	ESCALA	Código de licitación	PAGINA
ANSALDO STS	A3	1	P L I N I F T P S E S 0 1 0 0 1	14 of 15

Handwritten signature or mark.

Handwritten mark.



Title: CR support in depot

METRO DE LIMA
línea 2 y Ramal 4



Título del documento:
DISEÑI TIPOLOGICI COMPONENTI

Numero	L. N° 001	Revisión	Segunda emisión	01	01
Fecha	12/02/2012	Numero	Numero emisión	00	00
Autor	Armando Benavente	Descripción	Fecha	Per	

EMISOR
ANSALDO STS

FORMATO
A3

ESCALA
/

Código de licitación
PIL|IN|IFT|P|S|E|S|0|1|0|0|1

PAGINA
15 of 15



C.1.2.6) Sistema de Tracción Eléctrica

1.6. Seccionadores

Los seccionadores en cuadro con función de alimentación tendrán los recursos para ser controlados remotamente. Por tanto, tendrán accionamiento eléctrico o hidráulico e interface para el sistema de control de energía. La operación podrá ser manual, local o remota.

Los seccionadores deberán atender las siguientes especificaciones:

LINEA 2

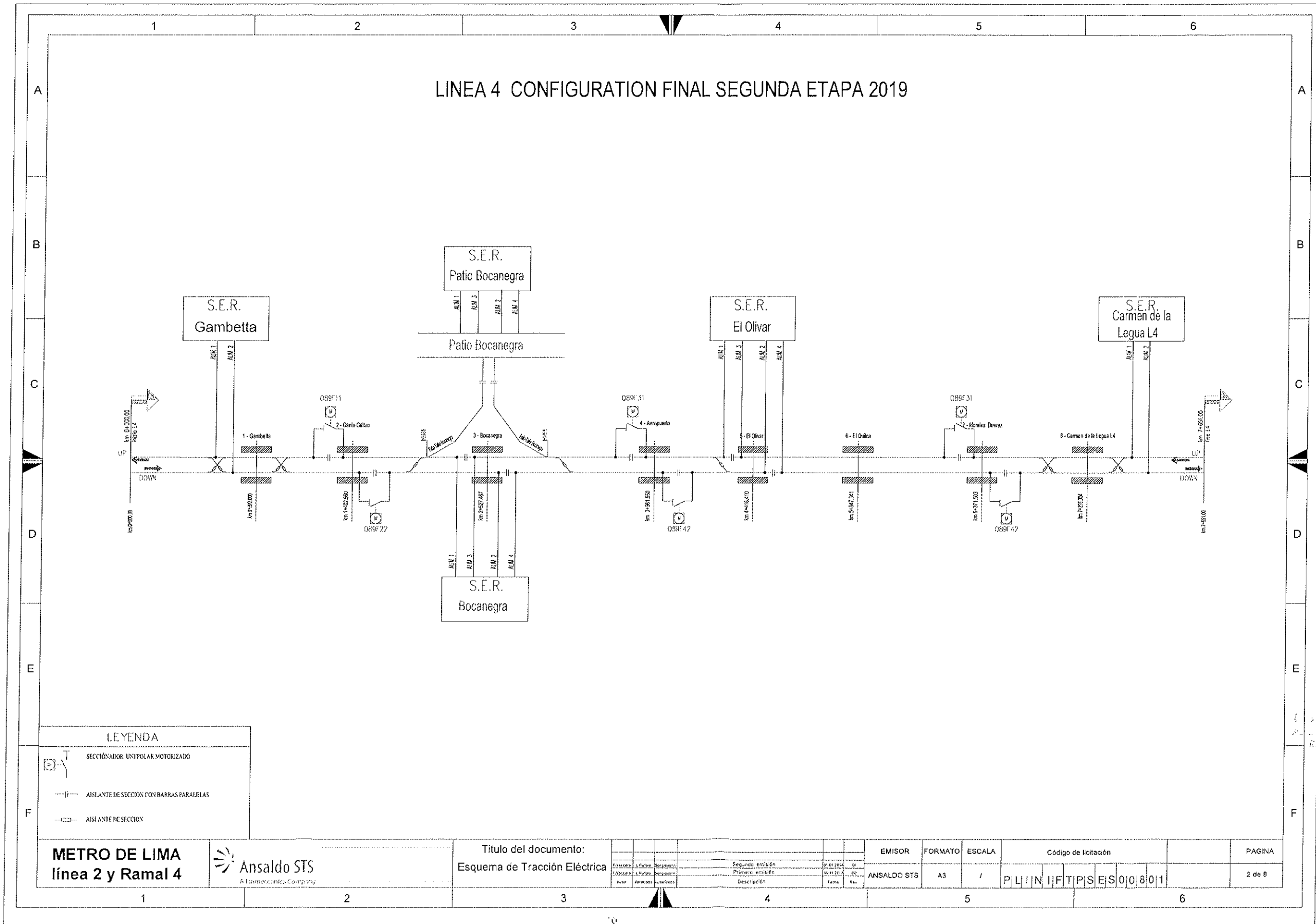
- Tensión nominal: 3.400 Vcc
- Tensión de operación: 1.500 Vcc
- Intensidad de corriente nominal: 4000 A
- Tensión auxiliar de control: 110 Vcc
- Capacidad de corto circuito: 80 kA

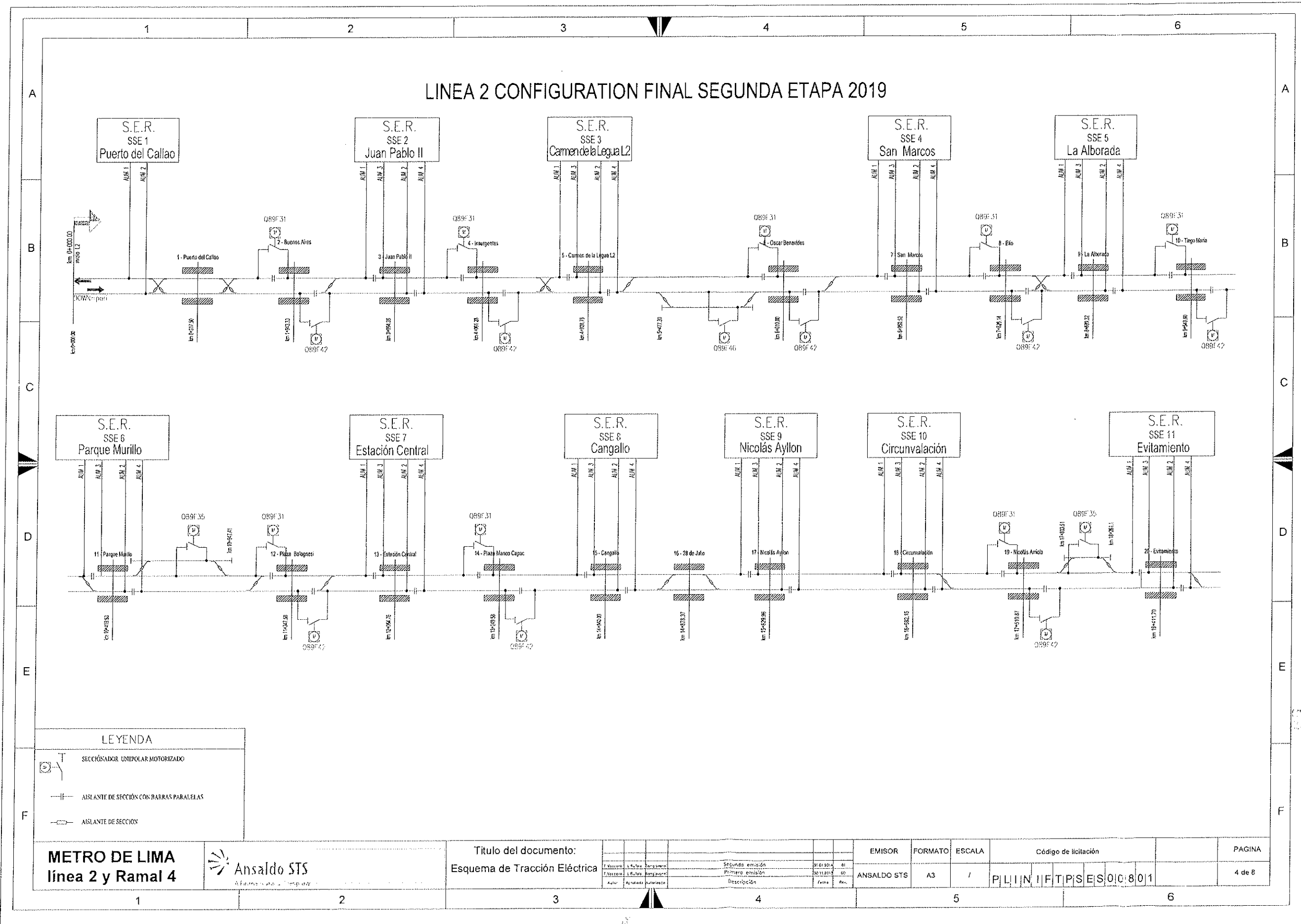
LINEA 4

- Tensión nominal: 3.400 Vcc
- Tensión de operación: 1.500 Vcc
- Intensidad de corriente nominal: 2000 A
- Tensión auxiliar de control: 110 Vcc
- Capacidad de corto circuito: 40 kA

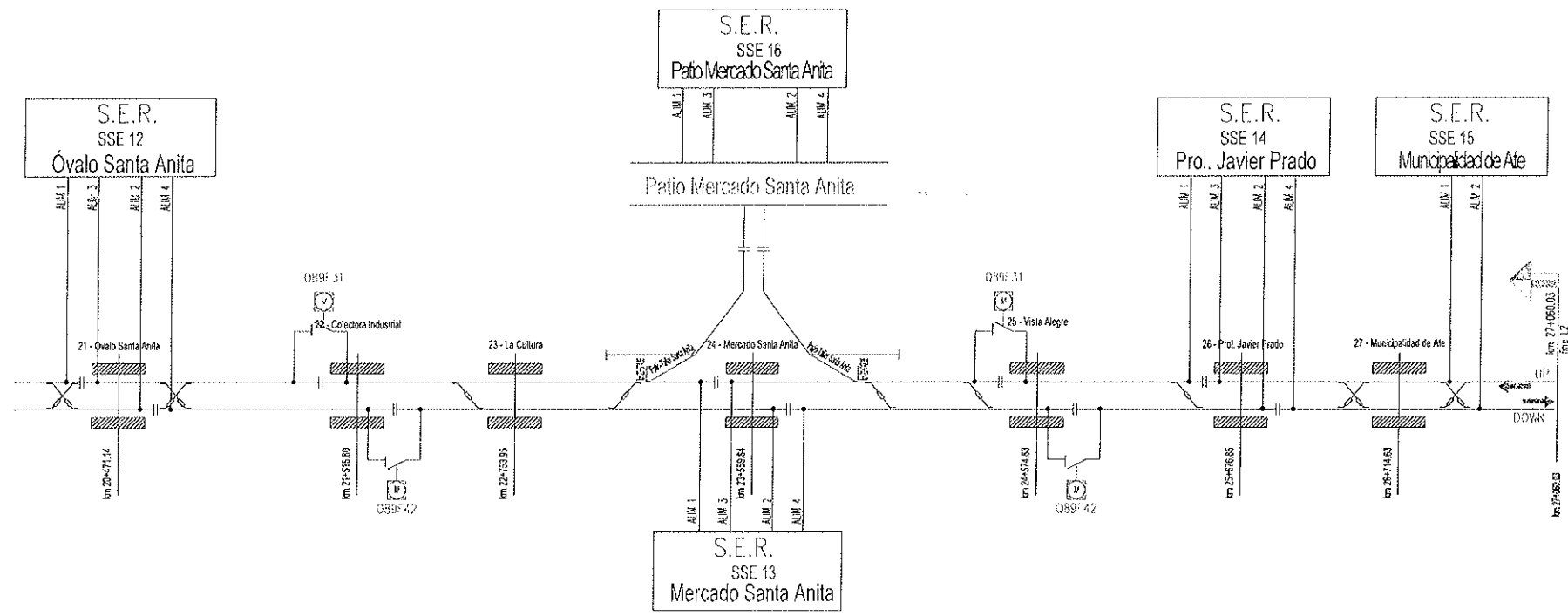
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALIANZA PÚBLICO PRIVADA
RENTAL DE ENERGÍA

1.7. Esquemas de Tracción





LINEA 2 CONFIGURATION FINAL SEGUNDA ETAPA 2019

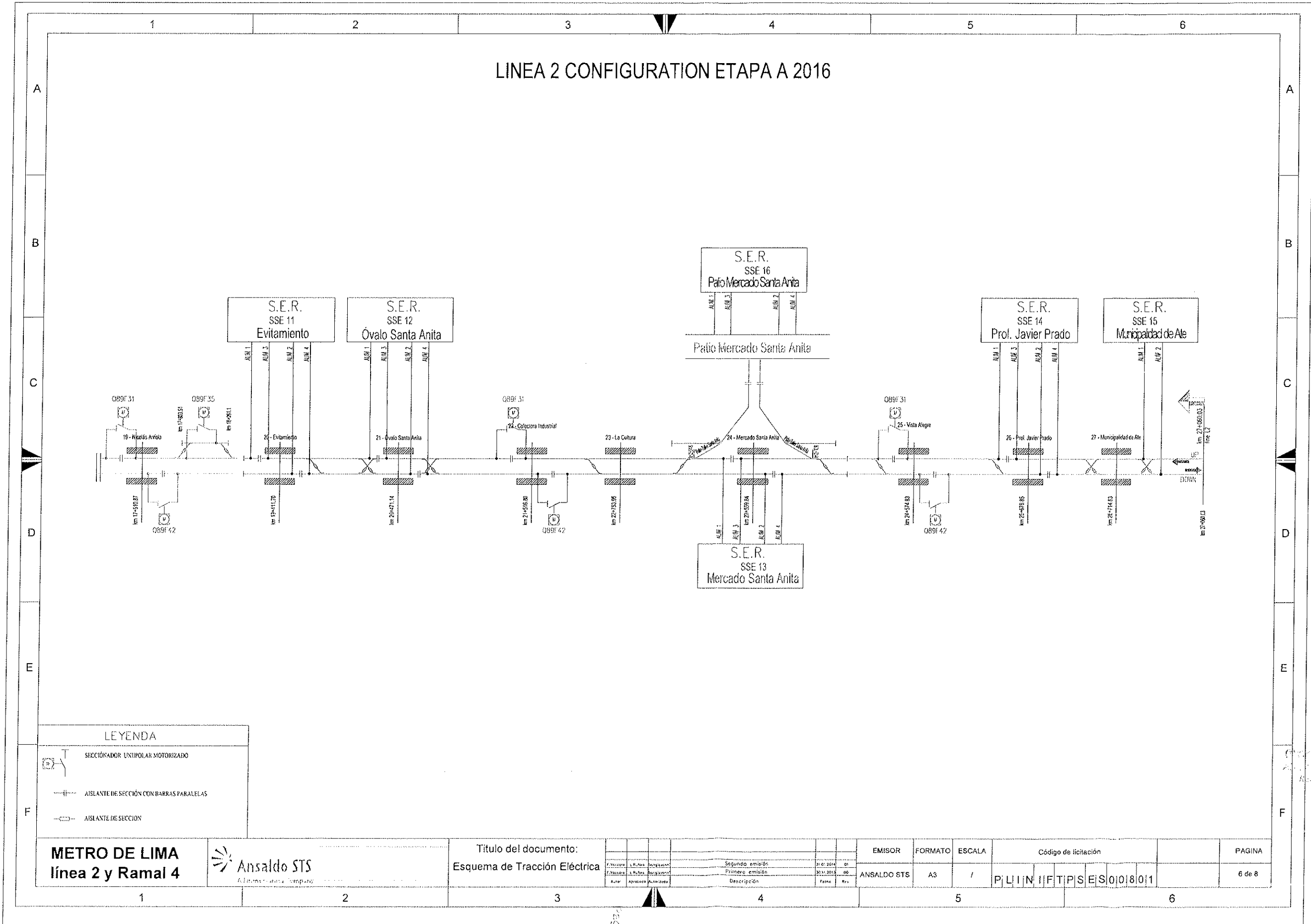


LEYENDA

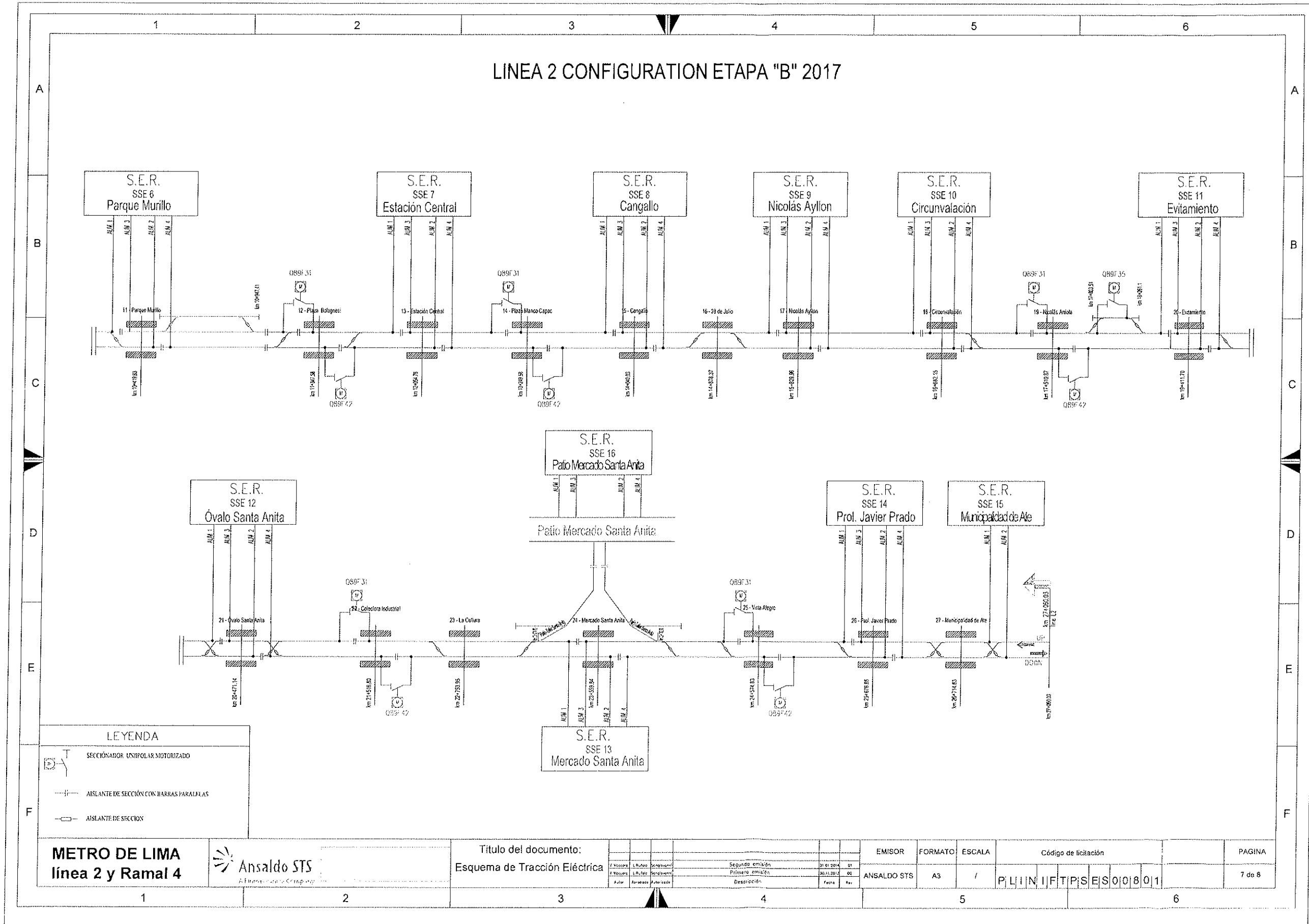
	SECCIONADOR (UNIPOLAR MOTORIZADO)
	AISLANTE DE SECCIÓN CON BARRAS PARALELAS
	AISLANTE DE SECCIÓN

METRO DE LIMA línea 2 y Ramal 4	Ansaldo STS A Division of STS Corporation	Título del documento: Esquema de Tracción Eléctrica				EMISOR ANSALDO STS	FORMATO A3	ESCALA /	Código de licitación P L I N I F T I S E S O I 8 0 1	PAGINA 5 de 8
		1	2	3	4	5	6			

INGENIERO EN ELECTRICIDAD
 RAYMUNDO ALVARADO
 RAYMUNDO ALVARADO



[Handwritten signature]



CONSULTAR EN: Oficina de Ingeniería de Tracción Eléctrica
 Av. Faucett 1000, Lima 1, Perú
 Teléfono: 011 476 1000



006027

1.8. Descargadores de antena

Como es requerido por las especificaciones de diseño de las líneas 2 y 4 del Metro de Lima que se espera de descargadores de antena (con pararrayos de "cuernos" o antenas)

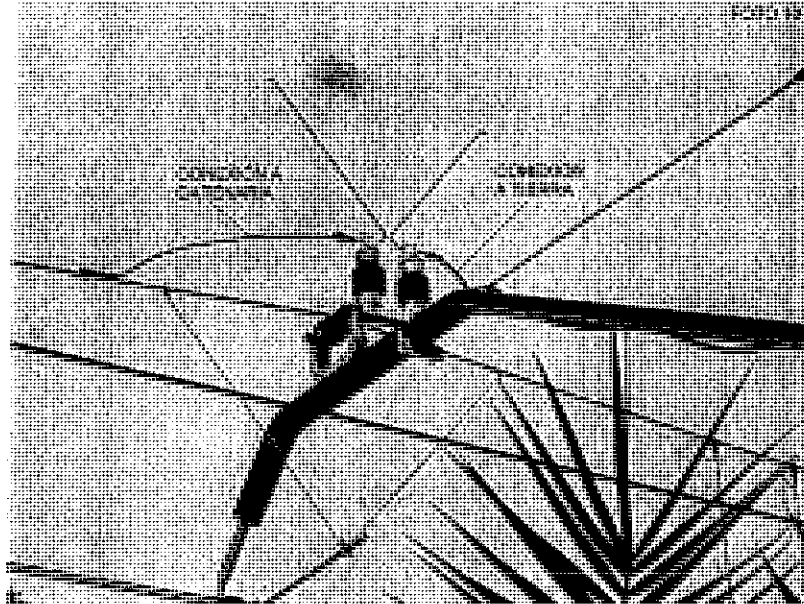


figura 14, Descargadores

Estas línea metropolitana utilizará como primera protección contra sobretensiones atmosféricas el pararrayos denominado de "cuernos" o antenas

Estos descargadores se colocan cada 1200 metros y a tierra coincidiendo con la puesta a tierra del poste.

Las líneas ferroviarias como las mostrada es susceptible de sufrir las inclemencias del tiempo, hielo, viento, temperaturas extremas, dilataciones, etc., con sus consecuencias asociadas, es por eso que puede ser necesario realizar la instalación de sistemas de compensación para mantener constante la tensión mecánica de las catenarias entre los hilos y los cables, en las fotos 11 y 12 se muestran uno de los sistemas empleados.

1.9. Sistema propuesto para el tallere de mantenimiento

El Área Depot estará equipado con Conductor tren con el apoyo de portales y voladizos.

La solución de CR simplificará la línea ya que todos los cruces y líneas laterales serán simplemente "suspendidas" y no requiere ningún dispositivo tensor. Además, puesto que todo el resto de la línea está equipado con lo mismo sistema, habrá una completa uniformidad del sistema de catenaria. Esto significa que no habrá transiciones entre diferentes sistemas, habrá un rango menor de productos para mantener como piezas de repuesto, habrá un procedimiento de mantenimiento único, y esto reducirá los costes para el mantenimiento y mejorar la fiabilidad de la línea.

Il sistema Catenaria Rigida proposto nei dwepositi è esattamente lo stesso di quello proposto in galleria per cui tutti i componenti e le caratteristiche sono quelle esposte nei paragrafi precedenti

Unica particolarità sono le sospensioni che dovranno essere sostenute tramite portali e mensole su palo.

En este proyecto hemos supuesto uso Fasse del tipo portales reticular de longitud adecuada de acuerdo con el uso de 2 -3-4 5 rieles en los laterales y con el apoyo de los polos de H 260, los estantes son una especie de ferrocarril y con el apoyo de los polos de H 240. Mensulas y



C.1.2.6) Sistema de Tracción Eléctrica

portales serán, como ya he dicho, "luz", ya que se mantienen el peso de los perfiles de CR, pero no deberá recibir el tirón de los cables y su regiolazioni, y por lo tanto fundaciones anch serán "luz".

La distancia máxima entre dos soportes (cantilever o portal) será de unos 20 metros, pero con la ingeniería mecánica adecuada o suspensiones sospesela el perfil de catenaria rígida será apoyado por lo menos cada 12 m.

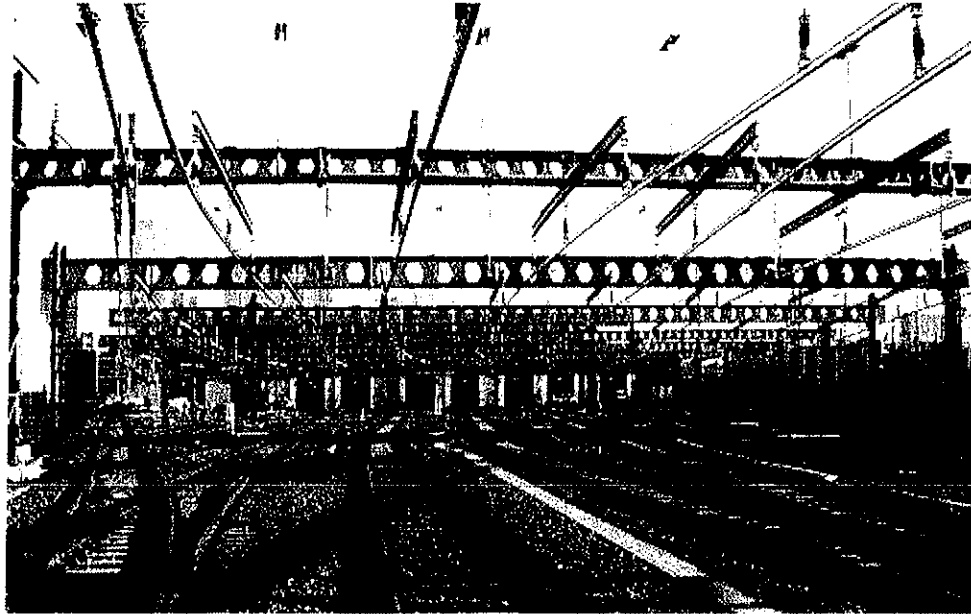


figura 15, Portal en talleres

1.10. Catenaria Rígida Escamoteable

Los talleres pueden ser equipados con una catenaria rígida escamoteable.

Se instala un perfil aéreo de contacto escamoteable en el cual se inserta un hilo de contacto de cobre según la norma EN 50149.

Dentro del área, el perfil se coloca de modo que hilo de contacto, una vez inserto en el perfil, quede ubicado a una altura deseada con respecto al riel.

La Catenaria Rígida Escamoteable se sujeta con la cantidad necesaria de ménsulas laterales colocadas en la estructura del edificio.

La rotación de la catenaria escamoteable se realiza con motores eléctricos.

Estos motores se alimentan a través de un armario de alimentación específico y se controlan a distancia por medio de un armario de automatización y control instalado cerca de la vía equipada.

Los motores permiten una rotación de aproximadamente 80° y se regulan para que no se produzca un impacto entre las estructuras durante el descenso de la catenaria rígida escamoteable.

CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA

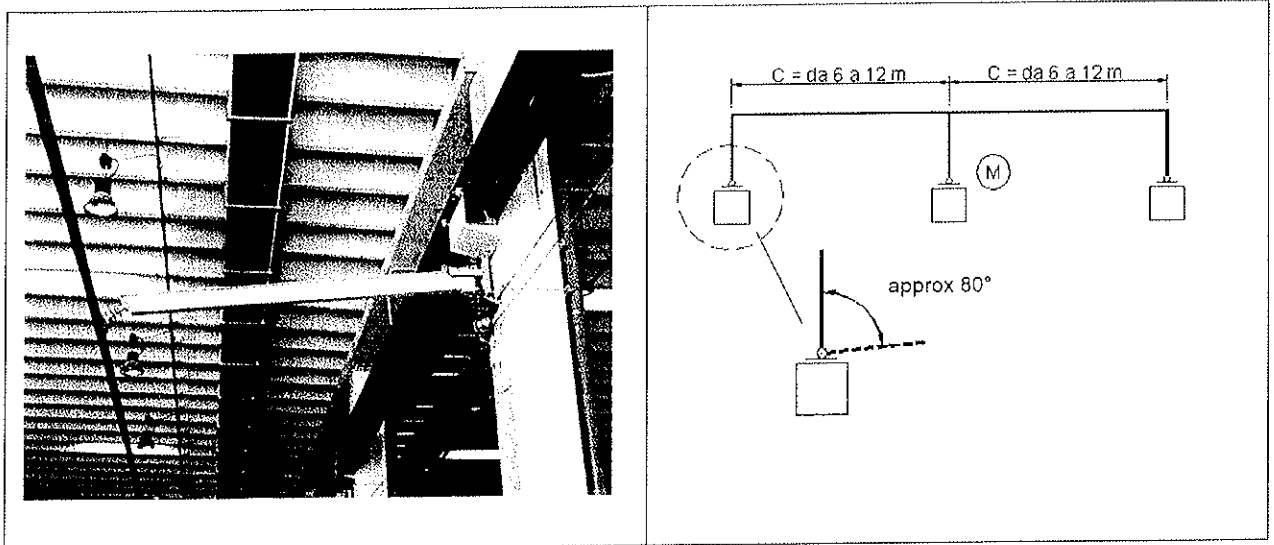


Figura 16, Catenaria rigida escamoteable

Una vez montada la suspensión y el perfil de Catenaria Rigida con las mismas indicaciones visto para el túnel, se montará motores y conectados al armario de control y comando principal.

La catararia rigida escamoteable depende del auxiliar de tracción que alimenta la tracción con corriente eléctrica.

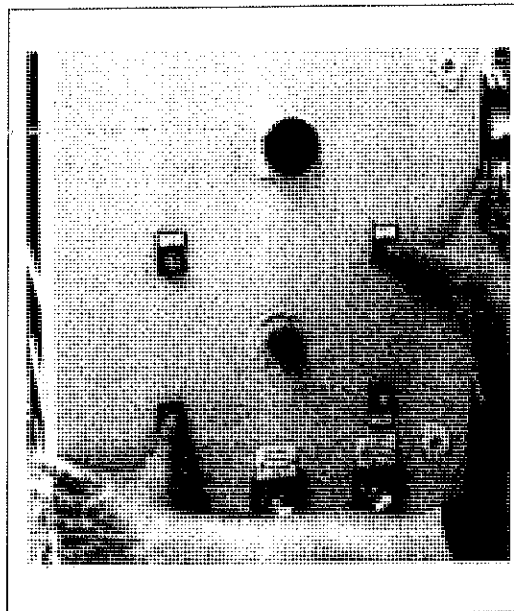


Figura 17, Armario de control y mando

1.11. Las ventajas de la Catenaria Rigida

En este párrafo se listan los motivos por los cuales proponemos el sistema de Catenaria rigida móvil y fijo en los almacenes.

1.11.1. Concepción y funcionalidad

Altura del sistema baja y constante para reducir el espacio necesario para la línea aérea.

Compatibilidad con sistemas de catenaria "tradicional" (asegurada utilizando elementos de transición)



- Sin elevación del cable de contacto y sin fuerzas de tracción en el cable de contacto

1.11.2. Seguridad / Fiabilidad

Como no hay fuerza de tracción en el cable de contacto, el sistema de catenaria rígida responde a normas de altaseguridad, sobre todo en áreas públicas/de aparcamiento (sin riesgo de cables de contacto rotos que toquen las plataformas)

Incluso si el cable de contacto se ha quemado parcialmente como resultado de un cortocircuito, un funcionamiento continuo no representa riesgo alguno, ya que el cable de contacto en el catenaria rígida no sufre esfuerzos

1.11.3. Prestaciones especiales

El sistema de catenaria rígida no requiere instalaciones de tensado

La sección transversal del catenaria rígida, con un equivalente de cobre de $>1300 \text{ mm}^2$ y permite flujos de alta corriente de hasta 5.000 Amp y más

El cable de contacto en el catenaria rígida puede utilizarse hasta alcanzar el 50% de su sección transversal nominal, mientras que el mismo cable de contacto en una catenaria "tradicional" ya necesita cambiarse cuando alcanza el 20-27% de su sección transversal nominal

1.11.4. Mantenimiento

La experiencia muestra que, debido a su sólido diseño, básicamente el sistema no requiere mantenimiento

Si es necesario, pueden cortarse y sustituirse fácilmente partes del cable de contacto sin afectar a las secciones vecinas

El cambio y la reinstalación de todo el cable de contacto puede realizarse sencillamente y de una vez utilizando el dispositivo de inserción del cable de contacto

El conductor utilizado como línea aérea desmontable para almacenes de mantenimiento de material rodante, terminales de contenedores, vías de carga, puentes giratorios, etc. Resuelve algunos problemas que, de otro modo, serían imposibles de resolver.

1.11.5. Fuerzas que actúan sobre el viaducto:

Mediante una comparación entre la catenaria tradicional instalada en ménsulas de mástil sencillo y un pórtico con catenaria rígida de vía doble podemos ver el impacto menor del sistema de la CR sobre el viaducto:

En cualquier caso de accidente, es prácticamente imposible que una pieza de la CR con tensión caiga sobre las plataformas, e incluso con un gran incendio, el perfil de la CR garantiza una mayor resistencia que la catenaria normal, vea la información detallada sobre la resistencia al fuego de la CR.

La alta tonelada de la resistencia al fuego DE 5.4 MW bajo de fuego de A en el of entrante VE de las mercancías de los especímenes de la prueba de A creó la estructura de acero de A (esqueleto de un carro del tren) y el lago el comportamiento del carril del conductor en informe con la catenaria tradicional.

CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA
 006030

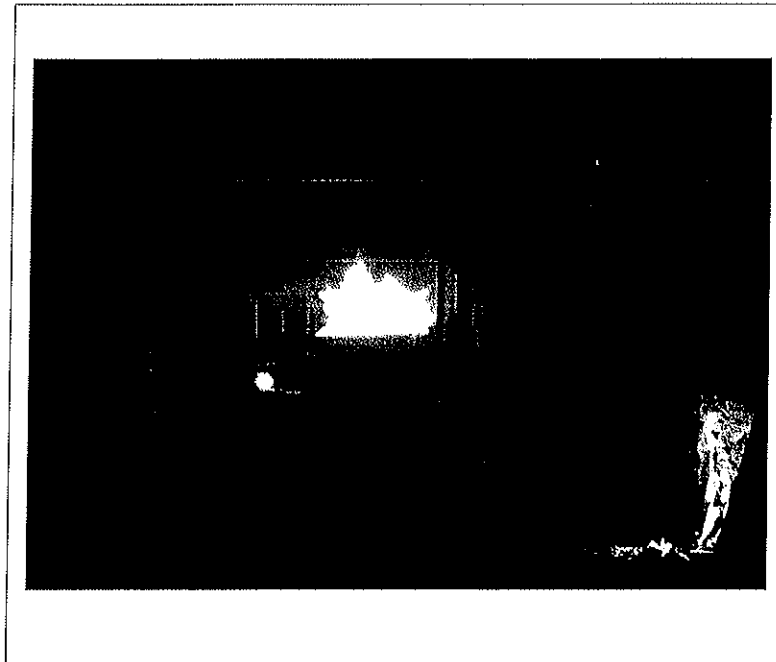


figura 18, Prueba resistencia el fuego

Bueno : después de 3 minutos normalmente el wite 107mm^2 del contacto en el cual rómpase ya, después de 7 minutos que el momento del alambre 150mm^2 y después de que 30 de mercancías entrantes de los minutos bloquearan simplemente el experimento y verificaran que en la CR allí que NINGUNA cualquier daños y las medidas de la temperatura máxima durante la prueba que menos de 450 toneladas debidas del $^{\circ}\text{C}$ nos dejaron doblar el intercambio de calor del aluminio de perfiles con el aire.

1.12. Montaje del la Catenaria Rigida

1.12.1. Almacenaje de material

El almacenaje del Material debe seguir los lineamientos e instrucciones siguientes :

- El almacenaje del material debe dividirse por "obra" o "montaje típico" (ensamblaje metálico, suspensión, mordazas y herrajes, aisladores, conductores), disponiendo el acceso del mismo en forma ordenada sobre superficies de apoyo, para evitar la deformación y/o daños a los materiales y equipos.
- Verificar las características técnicas particulares previstas en las especificaciones de cada material.
- Efectuar las movilizaciones del material de acuerdo con métodos idóneos, con capacidades de carga suficientes que garanticen la ejecución de la operación de manipulación y traslado dentro de un régimen de seguridad para el personal y para la integridad del material.

1.12.1.1. Verificacion

El responsable en obra de los trabajos, debe controlar cuidadosamente el material para asegurar los siguientes parámetros:

- La Integridad del embalaje.
- El adecuado manejo durante el transporte.
- El control y adecuado uso de la documentación de control.
- El acople y adecuación del material y los componentes para el uso destinado.



6.1.2.6) Sistema de Tracción Eléctrica

1.12.2. Perforación y colocación de pernos roscados en túnel

1.12.2.1. Descripción general

Esta actividad se refiere a la ejecución de perforaciones en las bóvedas de los túneles.

De igual manera, colocación de pernos roscados de acero en cada perforación, para la fijación de soportes.

1.12.2.2. Equipos y herramientas

- camión Grúa
- andamios
- planta eléctrica
- tanque de agua
- bomba de agua
- taladro eléctrico para perforación mecha de diamante
- plantillas (molde base del soporte).

1.12.3. Instalación

Se procede a ubicar la planimetría marcando con barniz o pintura sobre el eje o sobre la pared de la bóveda, el número de la progresiva del soporte.

Se ubica sobre el eje real, en la bóveda, el eje del soporte y de los respectivos puntos de fijación, utilizando un punzón, y con la utilización de una plataforma de trabajo, establecida.

La plataforma de trabajo se desplaza sobre rieles donde esté instalados, o se admite el uso de vehículos de transporte convencional para aquellos sectores de la línea donde aun no se hayan tendido los rieles, disponiendo con suficiente maniobrabilidad para alcanzar las alturas de instalación de manera segura, y brindar un área de trabajo estable.

Se procede a la ejecución de las perforaciones para las fijaciones en la bóveda con la ayuda de un perforador con base y guía ajustable con posicionamiento de precisión.

El sistema de perforación debe disponer de lazo cerrado de recolección de agua de enfriamiento, y utiliza mechas acordes con el diámetro de la perforación, profundidad de la misma y a la inclinación determinada en los planos de diseño.

Una vez ejecutados las perforaciones y verificadas su ubicación, profundidad, orientación y dimensiones, se procederá a colocar los pernos de anclaje mediante la utilización del aditivo químico.

1.12.3.1. Verificación

La verificación de la adecuada perforación corresponde a los siguientes aspectos:

- ubicación según plano de electrificación (ubicación de soportes)
- diámetro
- profundidad de perforación
- inclinación según diseño
- limpieza de la perforación y aseguramiento de que no existan agentes externos dentro de la perforación



1.12.4. Seguridad Industrial

El personal está dotado de implementos de seguridad industrial (Casco, botas, lentes, arnés de seguridad de tres puntas, eslingas de seguridad).



El personal que labora sobre el camión grúa ó andamios, utiliza arnes con dos eslingas (una de tensión y otra en caso de caída el cual tiene un resorte de seguridad para evitar fractura en el cuerpo), ambos enganchados en la plataforma del camión o en los andamios.

1.13. Instrucciones para el montaje de los componentes principales

1.13.1. Replanteo

Se efectuara el replanteo general de la línea, teniendo en cuenta las distancias entre apoyos de las soportes, la longitud de las seccionamientos y la situación de las agujas, desvios y bretelles, en todo caso éste sera efectuado de acuerdo con los planos de replanteo correspondientes.

1.13.2. Montaje de los soportes

Se anclaran a la bóveda mediante tacos químico, nivelandolos perfectamente perpendiculares al plano de la vía para evitar que el perfil de la catenaria se trabe en el aislador.

La dimension de los tacos depende de la resistencia del hormigon de la boveda; para su seleccion se consultara la hoja de características de estos tacos.

El taladrado del hormigon de la boveda se efectuara con la broca de metal duro adecuada al taco, soplando los agujeros para que éstos estén exentos de polvo antes de la colocacion de los tacos.

1.13.3. Montaje de los aisladores en los soportes

Se montaran teniendo en cuenta el necesario descentramiento para el barrido del pantógrafo (generalmente ± 150 mm) y se regularan en altura mediante un nivel de cierta precision (ideal tipo laser).

Se colocaran sin realizar el apriete final, para su posterior regulacion una vez montadas las barras de catenaria.

En la parte exterior de los talleres se debe hacer antes de la fundación, a continuación, montar la apuesta con sus estantes y puertas, y luego los soportes del CR serán montados con pernos de fijación.

1.13.4. Montaje de las barras

Las barras se elevaran mediante camión grúa, estrobandas por el centro y por el eje de mayor resistencia a fin de evitar deformaciones, debiendo ser tratadas en su manejo con mucha delicadeza.

Una vez colocadas en los soportes, se montaran las bridas de union con todos sus tornillos y arandelas.

El montaje de la brida de union es importante que sea efectuado a fin de que exista una perfecta coincidencia de las barras, ya que una brida montada en el sentido inverso, podria ocasionar un desplazamiento de la barra con respecto a la otra y al no ser de una coincidencia exacta, puede ser el origen de un punto duro.

Para evitar flechas y contraflechas anormales, es muy importante que durante el montaje de la barra y mientras ésta se halle suspendida por el centro, en el soporte correspondiente, se mantenga sobre el extremo de la barra un empuje vertical hacia arriba hasta el apriete de los tornillos del soporte y la fijacion en éste de la barra.

Esta operacion también facilita que las barras queden perfectamente alineadas.

En todas las barras en las que tenga que efectuarse un curvado para la formacion de agujas, desvios o bretelles, éste se efectuara una vez suspendidas las barras por sus correspondientes soportes y ejerciendo una presion lateral sobre el extremo de las barras, hasta obtener el radio de curvatura deseado.



En caso de tener que cortar una barra, se debe hacer con plantilla y guía de corte dejando la terminación como si fuera de fábrica.

1.13.5. Apriete de tornillos de las brida de uniones

Se realizara con llave dinamométrica y aplicando un par de apriete como en la tabla.

Es muy importante que los tornillos se monten con todas sus arandelas, ya que la falta de una sola de ellas, provocaría que éstos chocasen entre sí, produciendo la abertura del perfil en ese punto y que el hilo de contacto quedase flojo, lo que provocaría un grave problema.

1.13.6. Los puntos medios

Los puntos fijos se montaran en el centro de los seccionamientos mecánicos o eléctricos.

Sobre los tirantes y por medio de los tensores se aplicará una ligera tensión que tendrá que ser ajustada después del montaje del hilo de contacto.

Las contratuercas de los tensores en los puntos fijos deben de ser apretadas

Todo el sistema de anclaje será fijado a la bóveda mediante soportes de acero estructural a los que se anclaran los tirantes de cable aislante "Kevlar" con sus correspondientes tensores, que irán fijados al perfil de la catenaria mediante una grapa.

1.13.7. Montaje de lo hilo de contacto

Antes de realizar el montaje del hilo de contacto, se fijaran los aisladores a los soportes, convenientemente descentrados para optimizar el barrido del pantógrafo.

Una vez realizada esta operación y con todas las fijaciones apretadas, se montara el hilo de contacto utilizando los útiles correspondientes, siendo necesarios los siguientes:

- carro de montaje
- engrasador
- bomba de engrase
- plataforma para la bobina del hilo de contacto

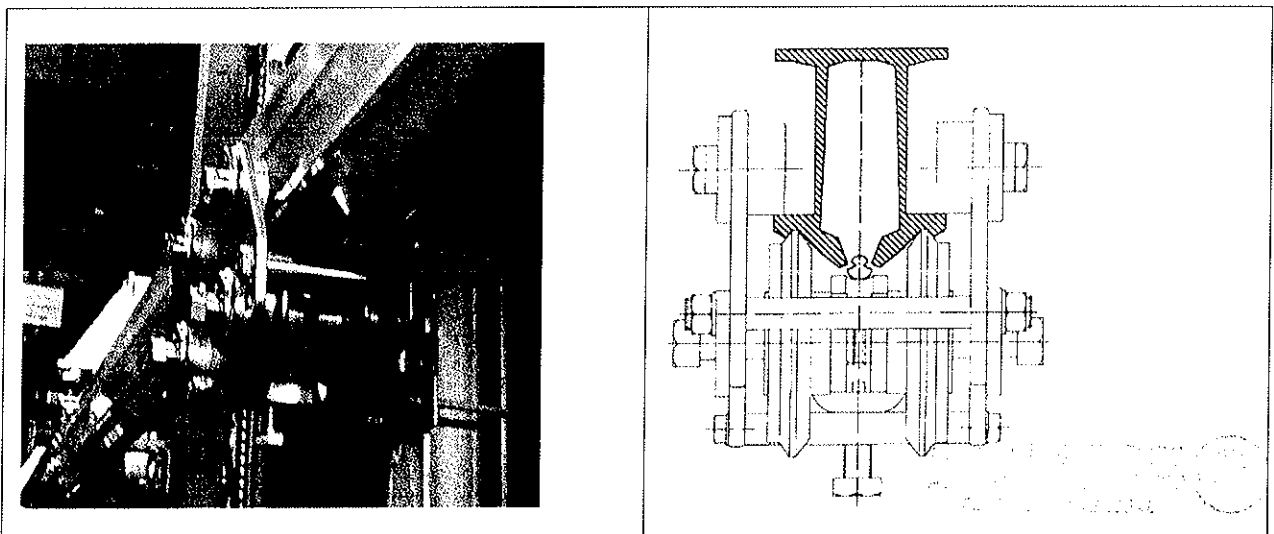


figura 19, P Carro de montaje del hilo de contacto

Para ello, se montara el carro de montaje sobre el perfil de la catenaria, y se actuara sobre los

[6409]

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA



006035

C.1.2.6) Sistema de Tracción Eléctrica

husillos de apertura hasta , se introdujera el hilo de contacto y se hara avanzar el carro
La distribucion de la grasa se hara de manara constante para evitar zonas del hilo sin engrase.

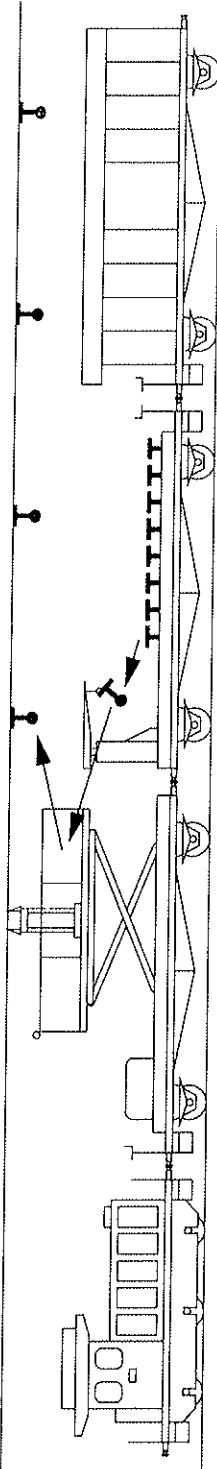
Una vez montado el hilo como se ha dicho anteriormente, debe realizarse el retensado de los tirantes de los puntos fijos, a fin de eliminar las tensiones originadas en ellos durante la operacion de montaje del hilo.



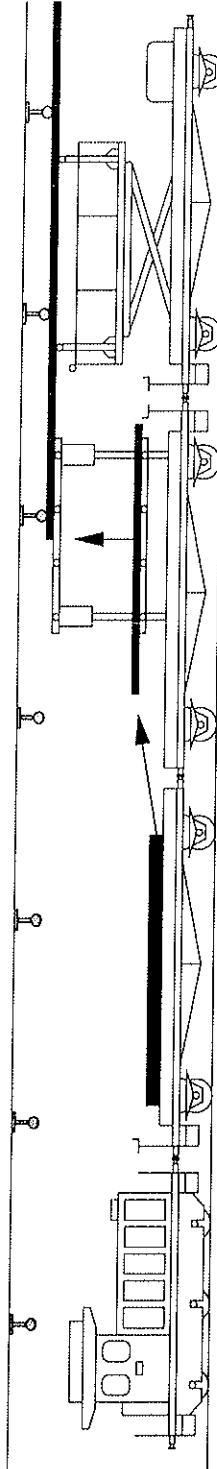


Instalación de Catenaria Rígida

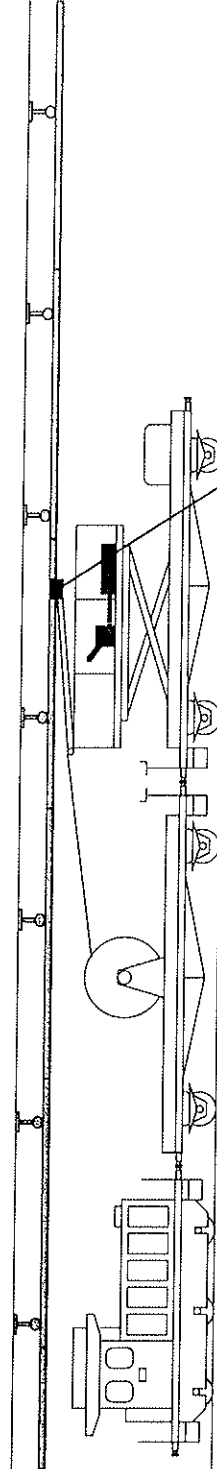
Perforación y colocación de soportes



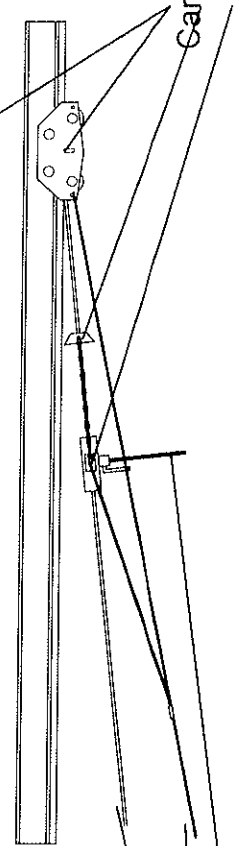
Montaje perfil al CR

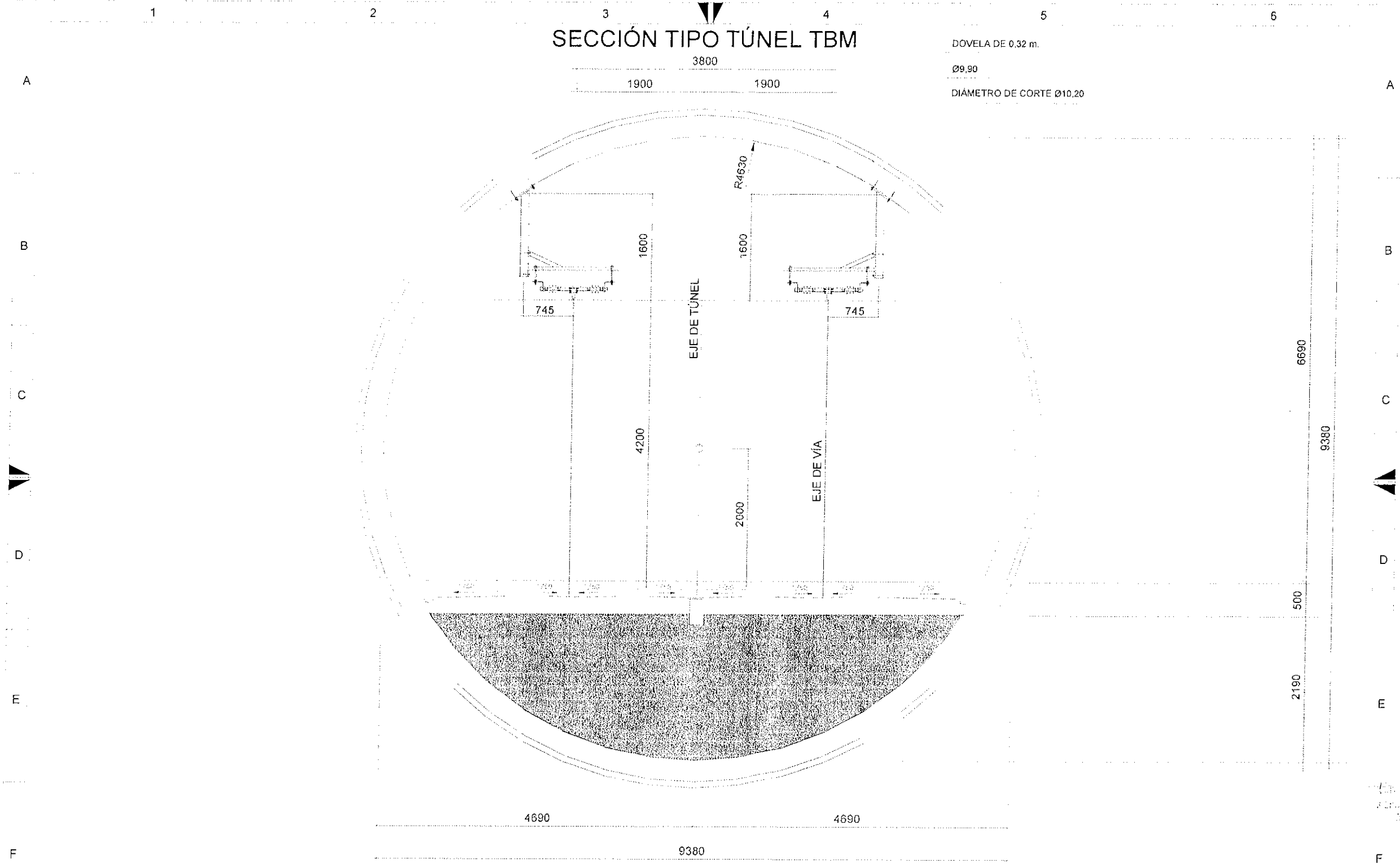


Montaje del Hilo de contacto



Engrasador
Carro de montaje





METRO DE LIMA
línea 2 y Ramal 4



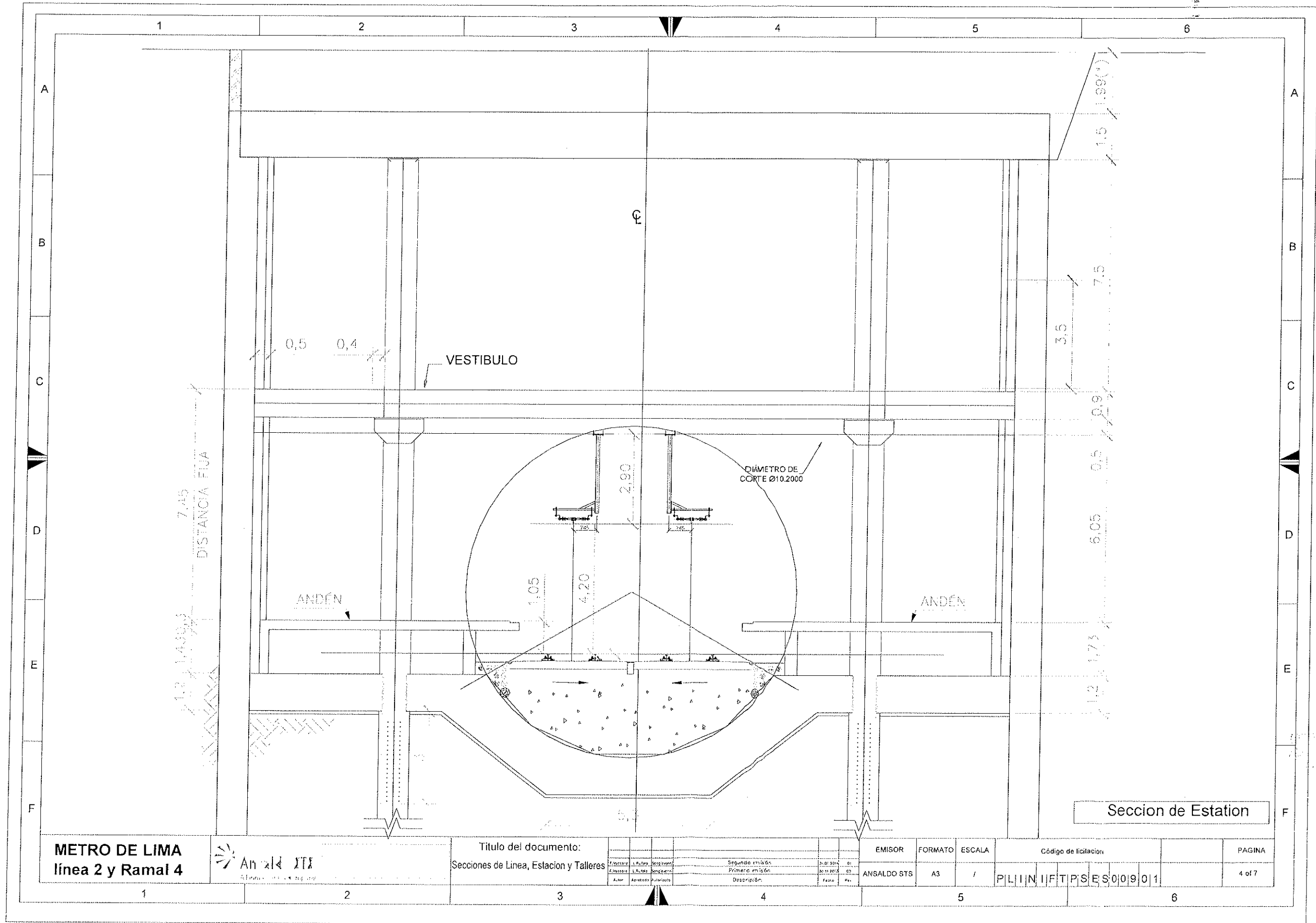
Título del documento:
Secciones de Línea, Estación y Talleres

EMISOR: ANSALDO STS
FORMATO: A3
ESCALA: 1/

Código de licitación

PAGINA: 3 of 7





METRO DE LIMA
línea 2 y Ramal 4

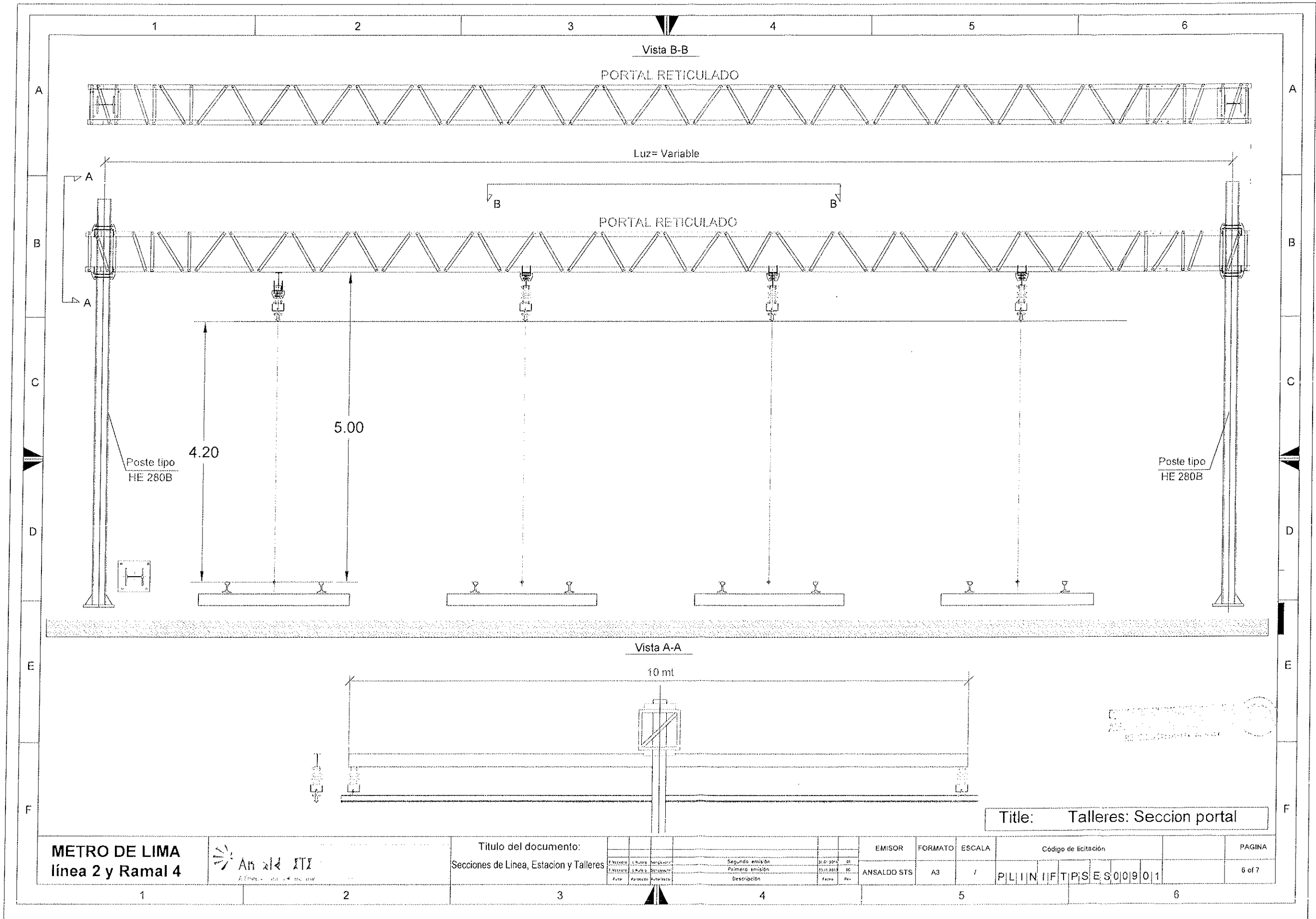


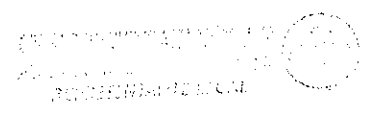
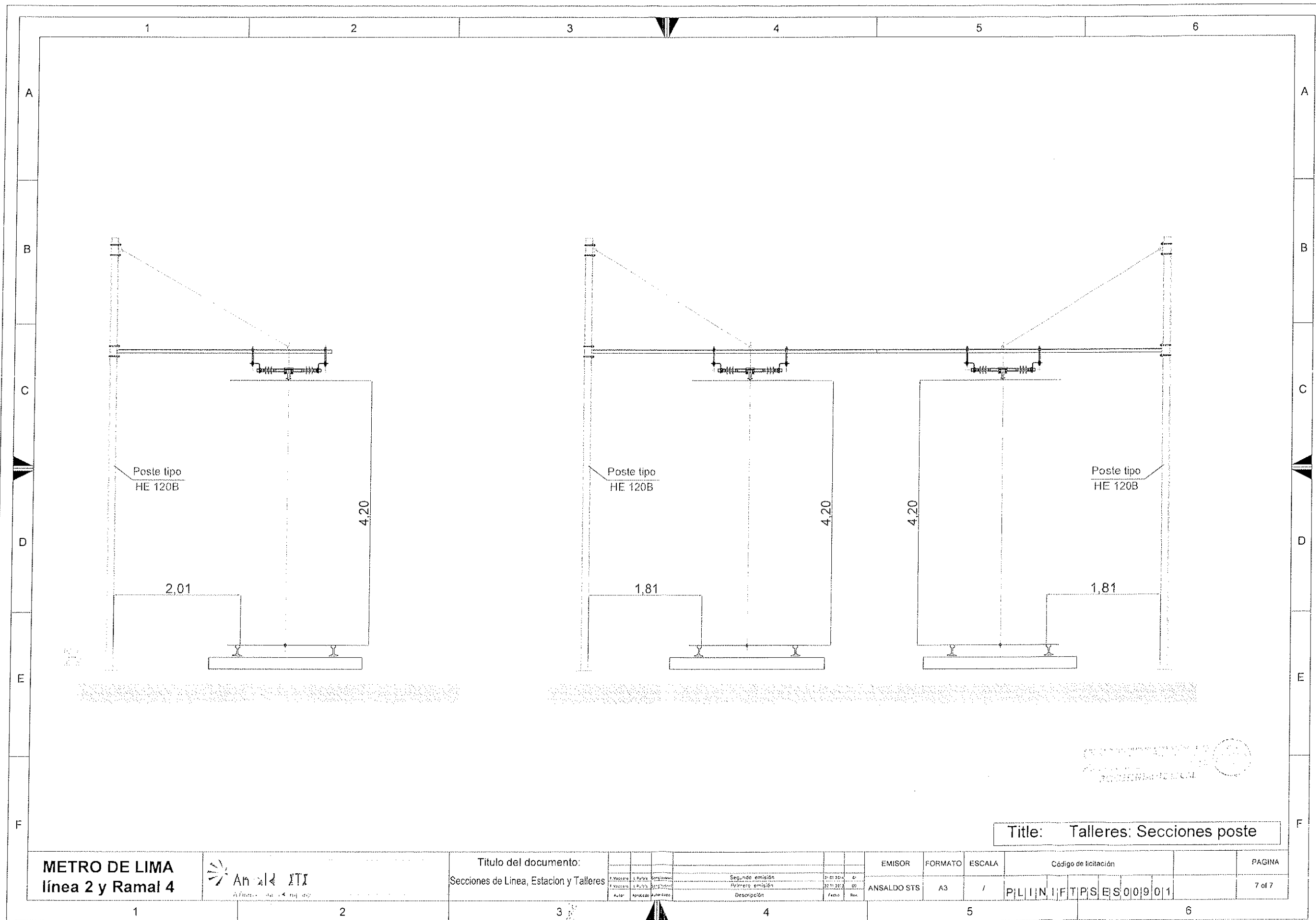
Título del documento:
Secciones de Línea, Estación y Talleres

Elaborado	L. Rojas	Supervisor	Segunda emisión	31.07.2014	01
Revisado	L. Rojas	Supervisor	Primera emisión	30.11.2013	03
Aprobado	A. Pizarro	Dirección	Descripción	Fecha	Nº

EMISOR	FORMATO	ESCALA	Código de licitación	PAGINA
ANSALDO STS	A3	/	PLIIN IIFTPSES00901	4 of 7







Title: Talleres: Secciones poste

METRO DE LIMA línea 2 y Ramal 4		Título del documento: Secciones de Línea, Estación y Talleres				EMISOR ANSALDO STS	FORMATO A3	ESCALA /	Código de licitación P L I N I F T P S E S 0 0 9 0 1	PAGINA 7 of 7
		1	2	3	4	5	6			

006043

1.15. Tiempos de montaje CR in tunnel

Los tiempos de montaje para 1km in tunnel son aproximadamente de 220-250 horas para equipos

Los tiempos de montaje son aproximados porque el tiempo de instalación real variará de acuerdo a la disponibilidad de vehículos y personal y la distribución del trabajo.

1.16. Tiempos de montaje CR escamotable (in taller)

Los tiempos de montaje para 100m in taller son aproximadamente de 80-100 horas para equipos

El tiempo de instalación real variará de acuerdo a la disponibilidad de vehículos y personal y la distribución del trabajo.

Los tiempos de montaje son aproximados porque no hay información sobre la ubicación de instalaciones, tuberías y conductos y otros detalles arquitectónicos que pueden afectar considerablemente la complejidad y por lo tanto la duración de la obra.

Elaborado por: [Firma]
Revisado por: [Firma]



006044

C.1.2.7 Nº DOCUMENTO	C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO TIPO DE DOCUMENTO
-----------------------------	--

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.7) SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"



INDICE

006045

- C 1 2.7.1) Subsistema de Radiocomunicaciones (radio tierra-tren)
- C 1 2.7.2) Subsistema de Video Vigilancia
- C 1 2.7.3) Subsistema de Relojería
- C 1 2.7.4) Subsistema de Paneles de Indicación (SPI)
- C 1 2.7.5) Subsistema de Difusión Sonora
- C 1 2.7.6) Subsistema de Comunicación Primaria
- C 1 2.7.7) Subsistema de Telefonía Automática de Servicio
- C 1 2.7.8) Subsistema de Telefonía de Emergencia y de Interfonía
- C 1 2.7.9) Subsistema Data Communication System (DCS)
- C 1 2.7.10) Subsistema Integrated Communication Control System (ICCS)
- C 1 2.7.11) Fleet Data Collector
- C 1 2.7.12) Subsistema de a bordo

Centro de Operación del Metro de Lima
BULEVARD FAUCETT - AV. GAMBETTA
RD - LIMA - PERU



006046

<p>C.1.2</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
----------------------------------	---

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.7.1) SUBSISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES (RADIO TIERRA-TREN)

CONSORCIO [6420]
NUEVO METRO DE LIMA 



CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

11

11

Índice

Índice	2
1. Subsistema de Radiocomunicaciones (Radio Tierra-Tren)	3
1.1 Arquitectura del sub-sistema de radio (Radio Tren-Tierra)	3
1.1.1 Arquitectura UG	3
1.1.2 Arquitectura de superficie	6
1.1.3 Descripción del equipo principal	8
1.1.3.1 Lugares de trabajo del operador	8
1.1.3.2 Nodo central de conmutación	8
1.1.3.3 Sistema de gestión de red	8
1.1.3.4 Estación base	8
1.1.3.5 Unidad maestra	8
1.1.3.6 Unidad repetidora	8
1.1.3.7 Sistema de antena distribuido	9
1.1.3.8 Grabadora de audio	9
1.2 Funciones de la comunicación por radio	9
1.2.1 Llamada de grupo	9
1.2.2 Prioridad de llamada	9
1.2.3 Llamada privada	9
1.2.4 Mensajes de texto	10
1.2.5 Llamada de emergencia	10
1.2.6 Grabación de voz	10
1.2.7 Funciones de las terminales de radio portátil (HRT)	10
1.2.8 Sistema de gestión de red	10
1.2.8.1 Sistema de cobertura radial del NMS	10
1.2.8.2 Infraestructura de la radio TETRA del NMS	11
1.2.9 Otras funciones principales	11
1.2.9.1 Modo de operación truncado	12
1.2.9.2 Modo de operación directa	13
1.2.9.3 Modo de reserva	13
1.3 Rendimiento de la comunicación por radio	14
1.3.1 Fallo en la BS o en la unidad maestra	14
1.3.2 Fallo de la fibra	16
1.3.3 Cobertura UG – Análisis de un fallo individual	18
1.3.3.1 Fallo de la unidad remota UG	19
1.3.3.2 Corte del cable no sensor	20
1.3.4 Cobertura AG – Análisis de un fallo individual	21
1.3.4.1 Fallo de la unidad remota AG	22
1.3.5 Otros parámetros de rendimiento	23

1. Subsistema de Radiocomunicaciones (Radio Tierra-Tren)

006048

El Subsistema de Radiocomunicaciones (radio tierra-tren) es un sistema de comunicación móvil digital capaz de suministrar un servicio avanzado a los usuarios: se basa en la tecnología TETRA, conforme con las especificaciones estándares de TETRA según lo definido por ETSI (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación).

El sistema de cobertura de TETRA es completamente redundante (no tiene punto de fallo) y proporciona cobertura radial a:

- Túneles del metro;
- Áreas de la estación del subterráneo (de acceso público)
- Áreas de la estación de subterráneo (todos los otros lugares, escaleras, salas técnicas y pasos).
- Bombas y huecos del metro
- Área de la línea de metro (externa e interna)
- Interior del tren con terminales de radio portátil.

El sistema realiza la función principal de comunicación por voz y datos de la siguiente manera:

- Comunicación por voz entre usuarios móviles (usuarios móviles, trenes), operadores en salas de control (emisores);
- Transmisión de datos entre usuarios móviles y emisores

La red se diseñó para suministrar un sistema de comunicación por radio confiable y está lista para una expansión futura.

El sistema propuesto cumple con todos los requisitos del empleador.

1.1 Arquitectura del sub-sistema de radio (Radio Tren-Tierra)

1.1.1 Arquitectura UG

La cobertura radial de áreas subterráneas (internas) se garantiza a través de cuatro estaciones base TETRA en la línea 2, utilizadas para alimentar el sistema repetidor de fibra óptica. Para la línea 4, la estación base prevista son dos debido a la longitud de la vía. Esto es para lograr la mejor cobertura radial a lo largo de las líneas.

Las áreas subterráneas incluyen estaciones (plataformas, sala técnica y áreas públicas) y túneles.


El sistema se diseñó para cumplir con todos los requisitos del empleador.

Los repetidores alimentan el cable radiante y las antenas para garantizar la cobertura de las estaciones y túneles.

El sistema óptico es un sistema flexible de múltiples bandas y operadores que puede ofrecer solución de cobertura y capacidad gracias a su fácil adaptación a cualquier banda, potencia de salida y topología de red independientemente del protocolo o la modulación.

El sistema óptico está compuesto de dos partes principales:

- Unidades maestras (MU)
- Unidad repetidora (RU)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALCALDÍA DEL METRO DE LIMA
REPRESENTANTE LOCAL 

En lo que respecta a la estación base se prevén cuatro OMU en la línea 2 y dos OMU en la línea 4.

Las distintas RU (ubicadas en las salas de equipo de las estaciones) se conectan a través de una fibra óptica de modo único a las MU.

El sistema de antena distribuido (DAS) se conecta a las RU. Permite la cobertura radial mediante antenas o cables no sensor.

Por cada estación, una RU alimenta el cable no sensor del túnel, como se muestra en la siguiente imagen.



La cobertura de las salas técnicas se garantiza a través de un bucle del cable radiante alimentado por ambas RU (uno de un extremo y otro del otro extremo del bucle). 006049

La cobertura de áreas públicas se garantiza a través de un par de antenas internas en modo superpuesto.

Se utilizan dos cables de fibra óptica diferentes (rojo y azul) para transportar la señal de radio desde las MU a las RU.

Pres. COMPROCESO 01/2011
Autoridad Ejecutiva de la OSE
ASOCIACIÓN DE EMPRESAS
ASOCIACIÓN DE EMPRESAS

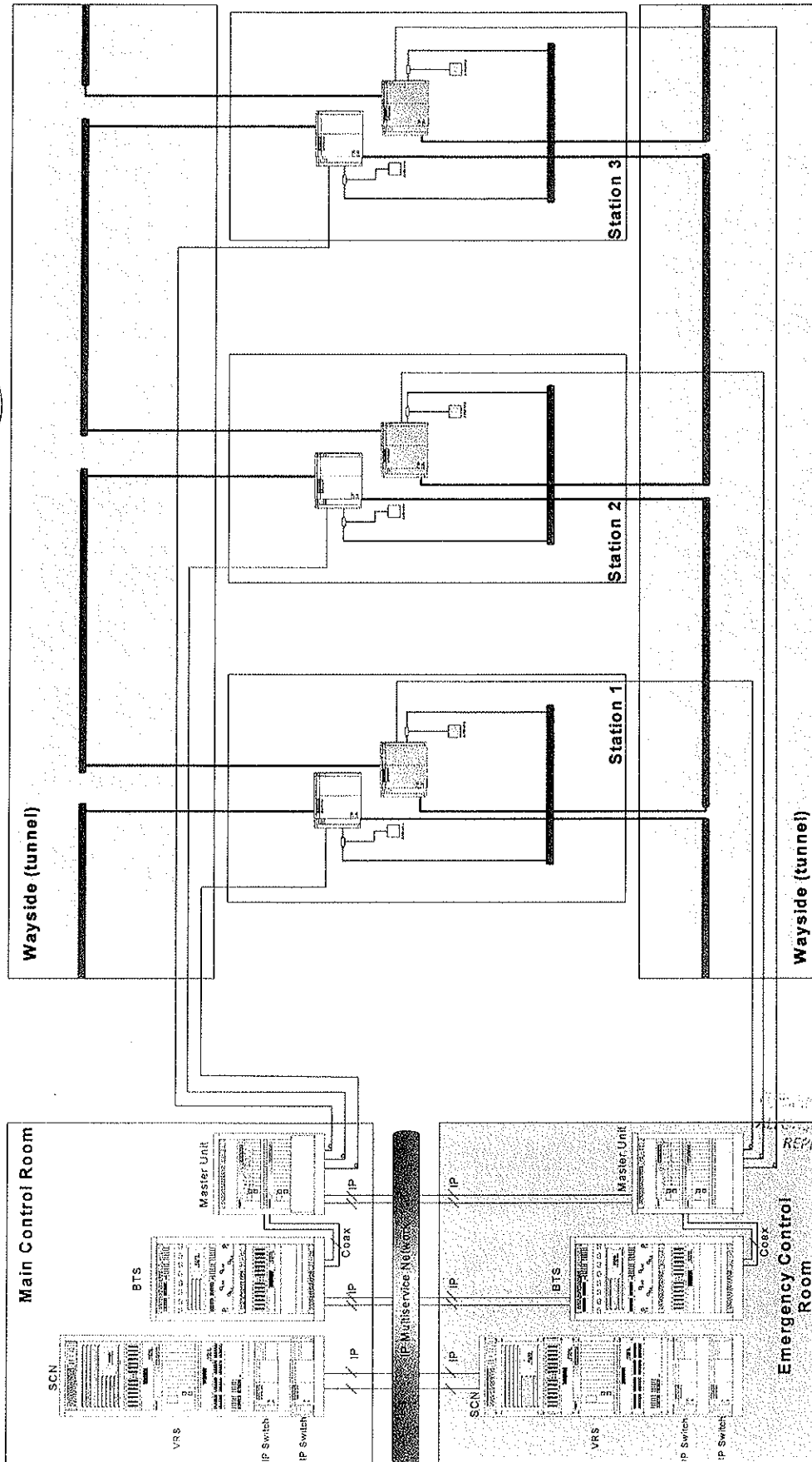


Figura 1: Arquitectura general subterránea de cobertura redundante

Pag 6 [15]

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

[Handwritten signature]

1.1.2 Arquitectura de superficie

La cobertura de radio de la línea terminal 2 de las áreas de superficie (externas). Santa Anita y línea terminal 4: Bocanegra, está garantizada a través de las mismas estaciones basadas en TETRA utilizadas para alimentar el sistema de fibra óptica en la línea principal. El sistema de antena distribuido (DAS) se conecta a las RU. Permite la cobertura radial mediante antenas.

El sistema se diseñó para cumplir con todos los requisitos del empleador.

EMPRESA PERUANA DE FERROCARRILES
ALTERNATIVA S.A.S. (EPF)
R.U.P. SUCURSAL LIMA



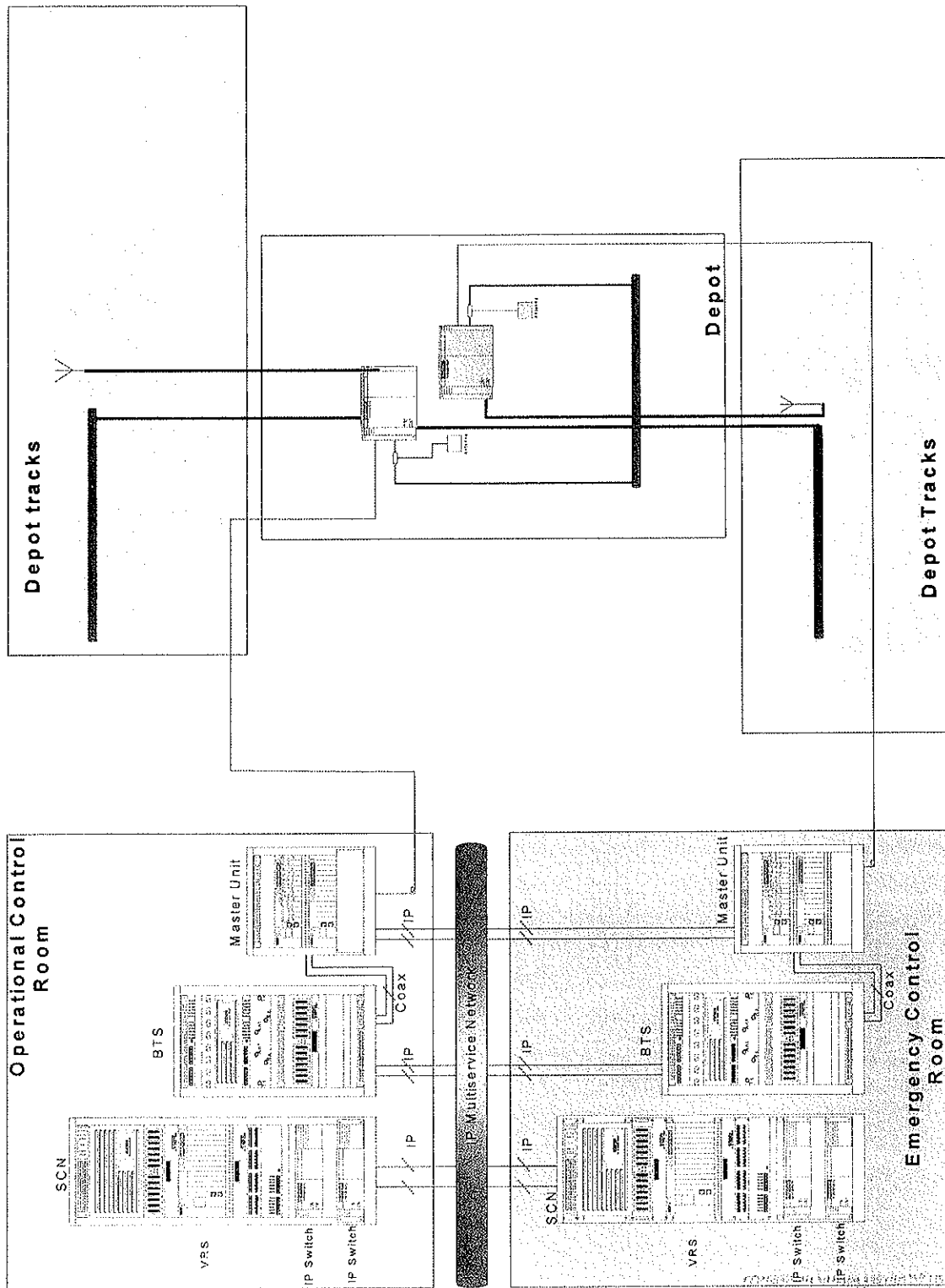


Figura 2: Arquitectura general de superficie de cobertura redundante

1.1.3 Descripción del equipo principal

1.1.3.1 Lugares de trabajo del operador

El lugar de trabajo del operador permite a los operadores centrales comunicarse con las radios portátiles y vehiculares. Se utiliza tanto para actividades operativas como de mantenimiento.

1.1.3.2 Nodo central de conmutación

El nodo central de conmutación está compuesto de la siguiente unidad principal:

- Puerta de enlace PABX/PSTN,
- Unidades de conmutación,
- Unidades de la interfaz

Permite la conexión entre las estaciones base y la conmutación entre sí.

1.1.3.3 Sistema de gestión de red

El sistema está equipado con un sistema de gestión de red, que permite el monitoreo del equipo principal que compone el sistema de radio.

El NMS puede monitorear los siguientes sub-sistemas de radio:

- Infraestructura de radio TETRA (SCN, BS)
- Sistema de cobertura radial (MU, RU)

En el siguiente capítulo de este documento se incluye una descripción funcional de lo anterior.

1.1.3.4 Estación base

Las estaciones base se interconectan con el nodo central de conmutación.

La BS está compuesta de los siguientes elementos principales:

- Unidades BR: cada BR se relaciona con un transportador radial. El número de transportador se relaciona con el nivel de cobertura deseado.
- Controlador de sitio local: si no hay contacto con el nodo de control central, este elemento toma el control de forma local. Permite que la BS funcione en modo de reserva cuando hay un fallo en el enlace entre el nodo central y el sitio.
- Sistema combinado.

1.1.3.5 Unidad maestra

El núcleo de las MU son las tarjetas ópticas que convierten la señal RF que ingresa de la fuente de señal (sector de la BS) en la señal óptica, y la conversión opuesta óptica a RF de la señal ascendente.

Cada MU está equipada con el número de conversores de RF a opto que corresponda al número de sitios repetidores a los cuales está conectada.

Los módulos ópticos, junto con los módulos combinados adicionales, se instalan en bastidores de 19". La MU está equipada con un módulo de supervisión con un módem integrado para que el Sistema óptico pueda gestionarse y alcanzarse de manera remota.

1.1.3.6 Unidad repetidora

La UR es un repetidor que amplifica las señales de forma bidireccional, a través de la fibra óptica para la conexión a la MU.

El repetidor utiliza WDM, por consiguiente, se necesita una fibra óptica de modo único para el ascenso y descenso.

CONSORCIO [6427]
NUEVO METRO DE LIMA

1.1.3.7 Sistema de antena distribuido

1. Cable no sensor

La cobertura en el túnel se garantiza mediante un alimentador radiante único para el enlace de ascenso y descenso instalado en la galería del túnel.

Se utiliza un cable no sensor, especialmente sintonizado para la frecuencia TETRA, para cubrir la línea.

La cobertura se suministra a través de:

- Un cable no sensor de 7/8" para estaciones de metro y túneles de hasta 800 metros
- Un cable no sensor de 1-1/4" para túneles más extensos que 800 metros.

Los cables suministrados cumplen con todas las normas de seguridad y de riesgo de explosión, y con los Requisitos del empleador.

2. Sistema de antena interna

Las antenas internas se utilizan para cubrir áreas públicas. Se colocan de forma tal que permitan una doble cobertura de RF.

Se puede utilizar otro tipo de antena interior, según sea necesario: por ejemplo, antenas direccionales para instalaciones montadas en la pared o antenas omnidireccionales para instalaciones montadas en el techo

3. Antenas externas

La cobertura en secciones de línea abierta se garantiza a través de antenas directivas que cubren las secciones de línea adyacentes a cada estación.

1.1.3.8 Grabadora de audio

En cada OCC (línea 2 y línea 4) se alojarán un par de grabadoras de audio (debido a la redundancia) que almacenan comunicaciones de voz inalámbricas recibidas e identificadas.

1.2 Funciones de la comunicación por radio

Este párrafo describe las funciones principales del sistema de radio.

1.2.1 Llamada de grupo

El sistema admite la transmisión y la recepción a través de grupos de usuarios digitales. Cada grupo de usuarios puede configurarse en "monitoreado" y "seleccionado".

1.2.2 Prioridad de llamada

El sistema prioriza las llamadas entrantes de acuerdo con los prerequisites del proveedor de radio digital. Hay una prioridad de "llamada de emergencia" y una prioridad de llamada regular (no emergencia).

La prioridad de la llamada entrante se muestra en la GUI para que el usuario pueda reconocer el tipo de llamada.

1.2.3 Llamada privada

El sistema permite la configuración y la recepción de llamadas privadas.

En cuanto a la configuración de una llamada privada, el usuario puede configurar llamadas con una o dos prioridades. El usuario puede seleccionar el objetivo de la llamada privada de diferentes formas:

- Ingresar la ID única en el teclado. En este caso se puede definir la prioridad.

[Handwritten signature]

[Handwritten initials]

- Seleccionar el objetivo desde el directorio del suscriptor de radio digital (configuración de llamada con prioridad estándar)
- Seleccionar un objetivo de llamada desde el historial de la radio. (configuración de llamada de prioridad estándar)
- Seleccionar un objetivo de llamada desde la lista de conexión (configuración de llamada con prioridad estándar)
- Seleccionar un objetivo desde la lista de "monitoreo de eventos" (configuración de llamada con prioridad estándar).

Cada llamada privada se indica en la cola de llamadas en la posición del operador.

1.2.4 Mensajes de texto

El sistema permite que el sistema transmita mensajes de texto (servicio de datos cortos, SDS) desde la GUI a la posición del operador. Además, admite la transmisión de recibos al sistema de radio a través de la GUI.

El sistema también admite la transmisión de SD a los grupos de usuarios.

1.2.5 Llamada de emergencia

El sistema admite la manipulación de llamadas de emergencia.

1.2.6 Grabación de voz

Se permiten las siguientes funciones:

- La grabación de voz para las llamadas de voz en las que participen operadores (llamadas de grupo y llamadas individuales).
- También se grabarán las llamadas de PSTN en las que participen operadores.
- También puede grabarse una llamada individual entre dos usuarios de radio.

1.2.7 Funciones de las terminales de radio portátil (HRT)

La HRT permite, a través de un sistema de menú personalizable, un rápido acceso a las características esenciales que incluyen, grupos de usuarios, listas de contacto, mensajes de texto y la característica para el rápido acceso a grupos comunes de usuarios. El personal de O&M (administradores y personal de mantenimiento) utilizan HRT para comunicación por voz y datos dentro del sistema de metro.

1.2.8 Sistema de gestión de red

1.2.8.1 Sistema de cobertura radial del NMS

- **Módulo de supervisión del equipo**

Todos los equipos del Sistema de cobertura radial TETRA se monitorean a través del módulo de supervisión.

La configuración típica del módulo de supervisión incluye:

- Un servidor Web que proporciona una página Web para la puesta en marcha y el monitoreo del equipo.
- Un agente SNMP que ofrece la posibilidad de enviar TRAP a un receptor TRAP del NMS (Sistema de gestión de red).
- Un cliente VPN para ofrecer una conexión segura de Internet.

CONSORCIO [6429]
NUEVO METRO DE LIMA

El NMS puede sincronizarse con un servidor NTP externo estableciendo la dirección IP correspondiente.

Generalmente, cada módulo de supervisión puede enviar mensajes de alarma a:

- Un administrador SNMP
- Receptores de SMS
- Direcciones de correo electrónico
- Cada operador puede seleccionarse para el envío de mensajes según la gravedad de la alarma (crítica, grave, leve o advertencia).

Además, cada módulo de supervisión está equipada con:

- Contactos secos de la entrada externa.
 - Contacto seco de la salida

El NMS del sistema de cobertura radial está previsto para intercambiar información de datos con servidores externos (por ejemplo: el sistema SCADA).

• **Módulo del NMS central**

El software central del NMS recopila y almacena información, como alarmas y estados del sistema, importantes para cada módulo de supervisión en la red.

El software del cliente ofrece acceso a la información almacenada en la base de datos del servidor. Permite que los usuarios finales revisen el estado del Sistema de cobertura radial en la red a través de la interfaz gráfica de uso fácil.

1.2.8.2 Infraestructura de la radio TETRA del NMS

El sistema de gestión y de red creado para administrar la infraestructura de radio TETRA permite que el operador del NMS gestione toda la configuración posible del sistema TETRA.

Se base en un servidor que ejecuta las aplicaciones de gestión y una o más estaciones de trabajo que ejecutan la interfaz gráfica de usuario (GUI).

Generalmente, el personal de mantenimiento utiliza esta herramienta para analizar la red TETRA y garantizar el servicio a los usuarios de TETRA.

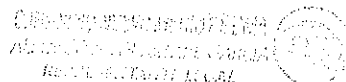
Incluye las siguientes funciones:

- **Monitoreo de la red TETRA:** La NMS revisa regularmente la red y recibe información de esta. Si se detecta un problema de fuente, entonces el sistema proporciona al personal de mantenimiento todas las herramientas necesarias para corregir el problema.
- **Rendimiento de la red TETRA:** La aplicación administrador de rendimiento, proporcionada por el NMS, monitorea regularmente los rendimientos de la red TETRA. El uso extensivo de umbrales le permite al operador establecer los niveles críticos de servicio. Combinado con el administrador de alarma, el administrador de rendimiento identifica cualquier fuente posible de congestión y le permite al personal de mantenimiento volver a configurar la red TETRA.
- **Suministro de la red TETRA:** El sistema de gestión administra el suministro de la red TETRA y permite la gestión de software y de configuración. El personal de mantenimiento puede realizar configuraciones de respaldo y de restauración.

1.2.9 Otras funciones principales

De acuerdo con los requisitos del empleador, están disponibles los siguientes tipos de llamadas:

- Comunicación por voz entre los operadores de tren y de OCC
- Comunicación por voz entre los miembros del personal móvil



- Comunicación por voz entre los miembros del personal móvil y un operador de seguridad
- Comunicación por voz entre los miembros del personal móvil y el teléfono interno;
- La comunicación de datos entre el sistema central OCC (servidores OCC, servicio de radio de corta distancia) y sistema a bordo (información del pasajero, material rodante)
 - o Miembros del personal móvil están equipados con radios portátiles TETRA;
 - o Los LRT y los vehículos del personal están equipados con radios móviles
- Llamadas desde los radioteléfonos a bordo
- Llamadas de operadores OCC
- Llamadas del personal ambulante
- Modo directo

Más en general, las funciones que el sistema propuesto habilitó cumplen con todos los requisitos del empleador.

El sistema TETRA forma parte del paquete de comunicaciones de la licitación del metro de Lima y se comunicarán con otros sub-sistemas. La principal comunicación entre los centros y las áreas remotas funcionan en la red de comunicación primaria.

El Sistema TETRA puede funcionar en las siguientes condiciones operativas:

- TMO (Modo de operación truncado)
- DMO (Modo de operación directo)
- Modo de operación de reserva

Generalmente, el sistema TETRA funciona en TMO y suministra conectividad entre dos puntos cualesquiera dentro de su área de cobertura.

En una operación de red normal hay varios escenarios donde los usuarios no pueden acceder a la infraestructura de la red. Normalmente, esta situación ocurre cuando los usuarios están fuera del radio de cobertura de la red: DMO permite la comunicación con la red para continuar. DMO es una instalación potente que permite que los usuarios configuren llamadas individuales o grupales cuando están fuera del área de cobertura.

Si no se puede acceder a la red de comunicación primaria, cada BS TETRA puede funcionar en modo local (modo de reserva) suministrando a los usuarios radiales dentro de su área de cobertura con un conjunto reducido de servicios.

1.2.9.1 Modo de operación truncado

Los principales servicios de comunicación disponible en el TMO son:

- Servicios de datos y de voz en TMO:
 - Llamada dúplex individual completa o media
 - Llamada de grupo/llamada de transmisión
 - Llamada por puerta de enlace (interconexiones con otro sistema de comunicación/red telefónica)
 - SDS/Mensajes de estado
 - Servicio de paquete de datos (intervalos de tiempo múltiples o únicos)
- Servicios suplementarios en TMO:
 - Llamada de prioridad de grupo o individual
 - Llamada preventiva de grupo o individual
 - Llamada de emergencia de grupo o individual
 - Escaneo de grupo de prioridad
 - Identificación del emisor/receptor

DR. ANTONIO RAMÍREZ
ABOGADO EN LA CIUDAD DE
BUENOS AIRES LEGAL

- Entrada tardía
- Desvío de llamada (llamada individual) – Sin condiciones, línea ocupada, no recibido, sin respuesta
- Funciones especiales en TMO:
 - GOA
 - RTT de la actividad del suscriptor por emisor
 - CAD por emisor
 - Finalización forzada de la llamada por emisor
 - DGNA por emisor
 - Parche grupal por emisor
 - Escucha discreta por emisor
 - Escucha ambiental por emisor

1.2.9.2 Modo de operación directa

DMO es el modo de operación TETRA en el cual dos o más MS se comunican sin utilizar la infraestructura. El DMO admite los siguientes servicios:

- Llamada dúplex individual media
- Llamada de grupo/llamada de transmisión
- Llamada de emergencia de grupo o individual
- SDS/Mensajes de estado

El MS de escritorio y vehicular TETRA ofrece las siguientes características para permitir el mejoramiento de la cobertura de modo directo:

- Puerta de enlace del DMO: Un MS TETRA que funciona como una puerta de enlace de DMO se comunica, por un lado, con la BS y por otro lado, con el MS ubicado fuera de la cobertura de la BS.
- Repetidor en DMO: Un MS TETRA que funciona como un repetidor en DMO, independientemente de la infraestructura, puede recibir palabras y señales de un MS que funciona en DMO y retransmitirlas a otro MS sintonizado en el mismo canal en modo directo.

1.2.9.3 Modo de reserva

En el caso de pérdida de conectividad con el nodo de control central como consecuencia de un fallo en el enlace de interconexión o en el caso de un fallo grave del sitio de control, la BS cambia automáticamente al modo de reserva.

La primera acción de recuperación realizada por la BS es utilizar una fuente redundante. Solo cuando ambas fuentes, redundante y principal, no están disponibles, la BS inicia en reserva para garantizar el servicio en su área de cobertura; Los MS reciben la información sobre este estado a través de una indicación específica en la pantalla.

En el modo de reserva, la BS ofrece a los usuarios los siguientes servicios:

- Llamada dúplex individual completa o media
- Llamada de grupo
- Llamada de transmisión
- Llamada de prioridad de grupo o individual
- Llamada preventiva de grupo o individual
- Llamada de emergencia de grupo o individual
- SDS/Mensajes de estado

OFICINA GENERAL DE ADMINISTRACIÓN
AV. GAMBETTA 1000, LIMA
15001, LIMA, PERÚ

- Entrada tardía

Las siguientes características aún continúan disponibles en el modo de reserva:

- Gestión de múltiples transceptores
- Reconfiguración automática en caso de fallo en un transceptor
- Gestión de usuario de una forma simplificada
- Implementación de un protocolo de interfaz aérea TETRA hasta la capa 3
- Combinación de la transmisión del transportador
- Capacidad de recepción de diversidad
- Capacidad de RF dúplex para transmitir y recibir en la misma antena
- Monitoreo de estado y gestión de fallos de los módulos internos
- Informe de alarmas para el terminal local de la BS
- Registro de alarmas y eventos
- Capacidad para recopilar las alarmas del sitio y para impulsar los actuadores
- Operaciones de configuración y de mantenimiento local

Al ingresar en el modo de reserva, se pierden las llamadas en progreso. El período entre la detección del fallo y la activación del modo de reserva se puede configurar para permitir que la BS tolere fallos de corta duración y cambios en el equipo central. El enlace con fallos que se dirige al Nodo de control central se monitorea para volver automáticamente al funcionamiento normal tan pronto como se recupere el enlace.

Durante 60 días, se identificarán, grabarán y almacenarán todas las comunicaciones de voz inalámbricas recibidas en el OCC. Esta función se realiza a través de la interfaz del sistema Tetra con la grabación de audio y el sub-sistema de gestión.

1.3 Rendimiento de la comunicación por radio

El sistema de cobertura radial prevé dos modos operativos posibles:

- Condición normal. Todos los equipos (activo y pasivo) del sistema de cobertura radial y las BS correspondientes en funcionamiento.
- Condición degradada. Hay un solo fallo en el sistema de cobertura radial o en las BS correspondientes.

En siguiente párrafo analiza la principal condición de fallo en el sistema.

1.3.1 Fallo en la BS o en la unidad maestra

Los fallos de la BS o la MU no tienen impacto en la disponibilidad del servicio porque solo afectan el número de frecuencias disponibles.

COMISIÓN ADMINISTRATIVA DE LIMA
ALCALDE DEL MUNICIPIO DE LIMA
REPRESENTANTE LEGAL

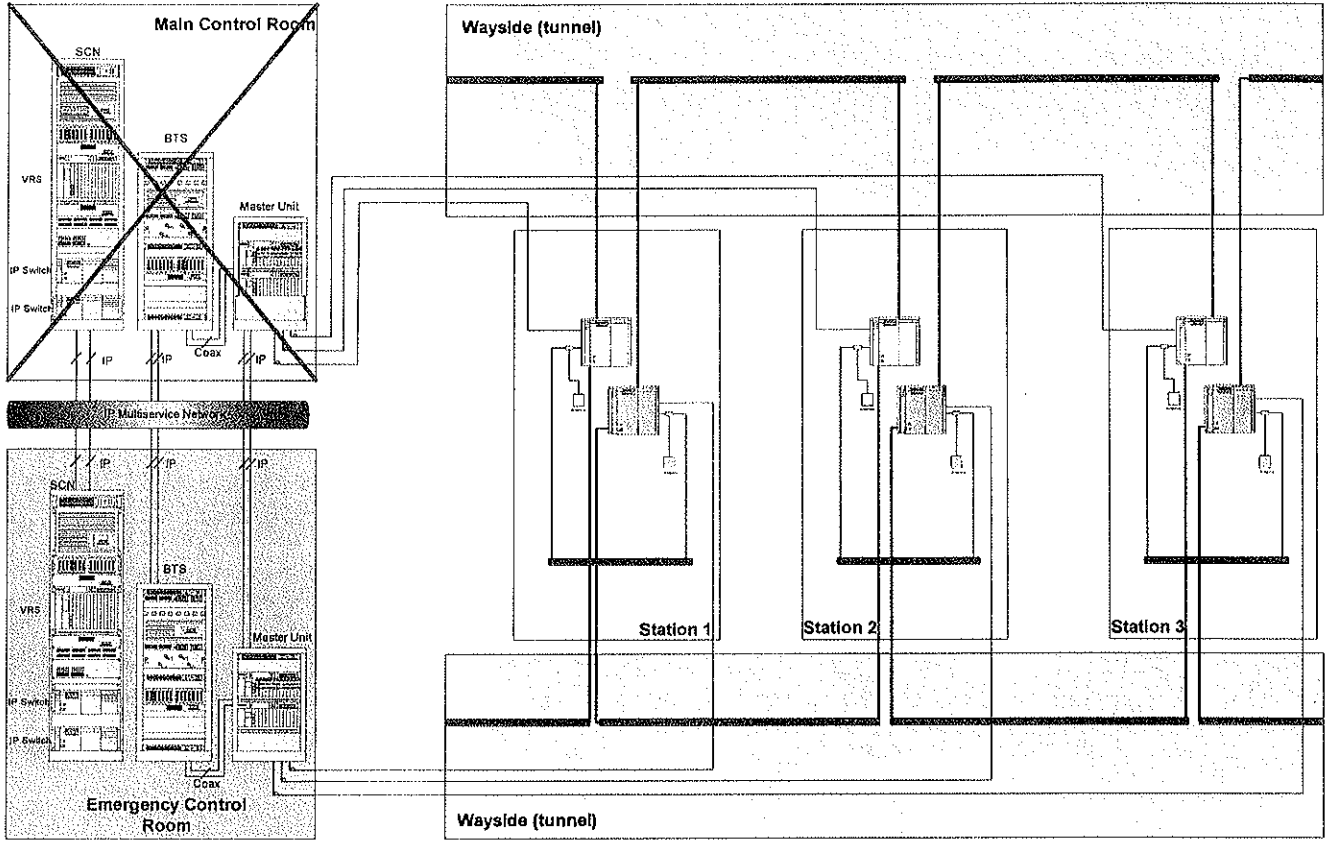


Figura 3: Fallo en la BTS o en la unidad maestra

COMISIÓN REGULADORA DE ENERGÍA
ALTERNATIVA Y ENERGÍA LIMPIA
RESOLUCIÓN 000000

[Handwritten signature]

1.3.2 Fallo de la fibra

Los cables de fibra óptica utilizados para conectar todas las RU son dos: Cables de fibra rojo y azul.

El trazado de los cables de FO se diseñó especialmente para ser redundante, con el fin de proteger el sistema de cobertura radial en el caso de un evento catastrófico, como el descarrilamiento de un tren, un incendio, etc.

El peor caso es el que se muestra en la siguiente figura (el cable de FO se corta). En este caso, se perderá la señal de la BS pero todas las RU conectadas a la otra BS (a través de los cables de fibra óptica azules) todavía funcionan, garantizando una cobertura completa.

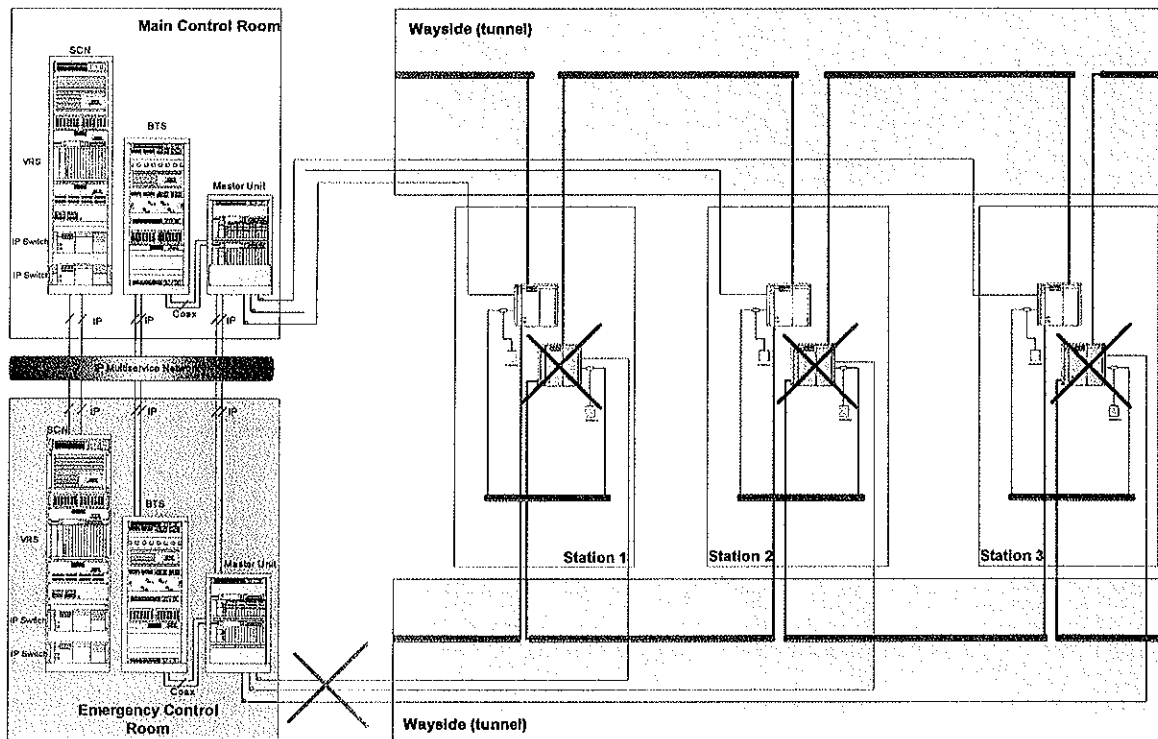


Figura 4: Corte del cable de fibra

CONSORCIO [6435]
NUEVO METRO DE LIMA
REPLAZO LÍNEA 2 Y RAMAL

X

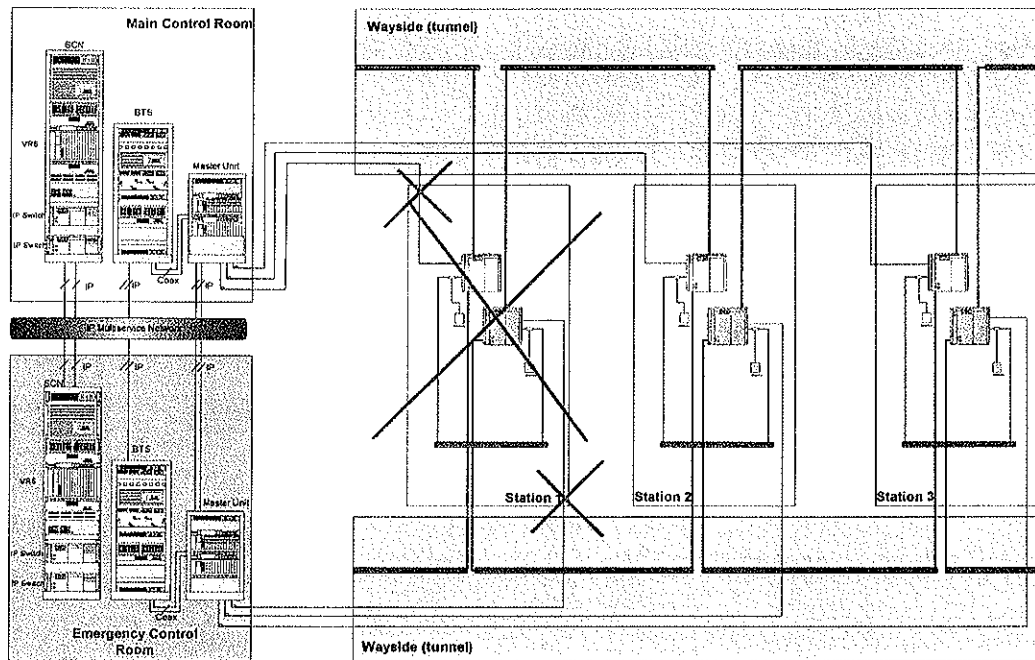


Figura 5: Corte del cable de fibra–Evento catastrófico de la estación

En el caso de un evento catastrófico (por ejemplo: incendio de la estación), porque los bastidores ópticos de los dos cables ópticos que alimentan la estación se encuentran separados de la sala técnica de la estación (por ejemplo: en el túnel); en el caso de un evento catastrófico en la estación, solo se pierde la cobertura radial de la estación afectada por el evento (ver la figura abajo), porque solo se corta el cable parche entre el bastidor óptico y la sala técnica.

En conclusión, la redundancia del sistema óptico y el trazado del cable de fibra garantizan la cobertura de las líneas y las estaciones aún cuando se corta el cable de fibra u ocurre un evento catastrófico en la estación.

CONSORCIO [6436]
NUEVO METRO DE LIMA

1.3.3 Cobertura UG – Análisis de un fallo individual

La siguiente arquitectura es completamente redundante, es decir, los túneles, las rutas de escape y las estaciones están cubiertas por dos celdas Tetra, lo que significa que un solo punto de fallo no afectará la comunicación por radio.

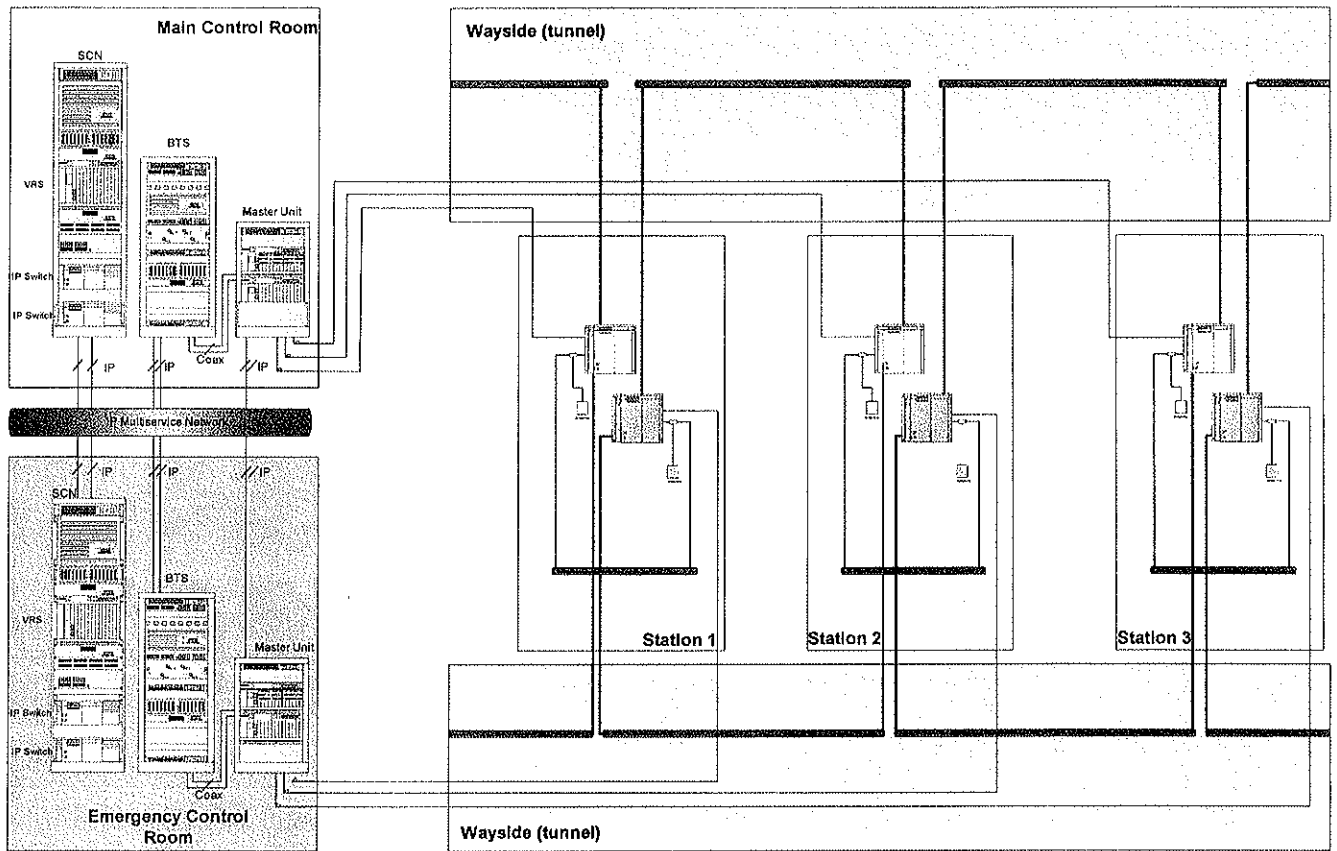


Figura 6: Visión general de la arquitectura redundante UG

En los siguientes párrafos, se analizará el único punto principal de fallo.

COMISIÓN REGULADORA DE ENERGÍA, AGUAS Y GAS
REGULACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS

1.3.3.1 Fallo de la unidad remota UG

Las estaciones se conectan a ambas BS. Por tal razón, si una RU falla, la sección de la línea correspondiente permanece cubierta por la otra RU más la RU de la estación adyacente.

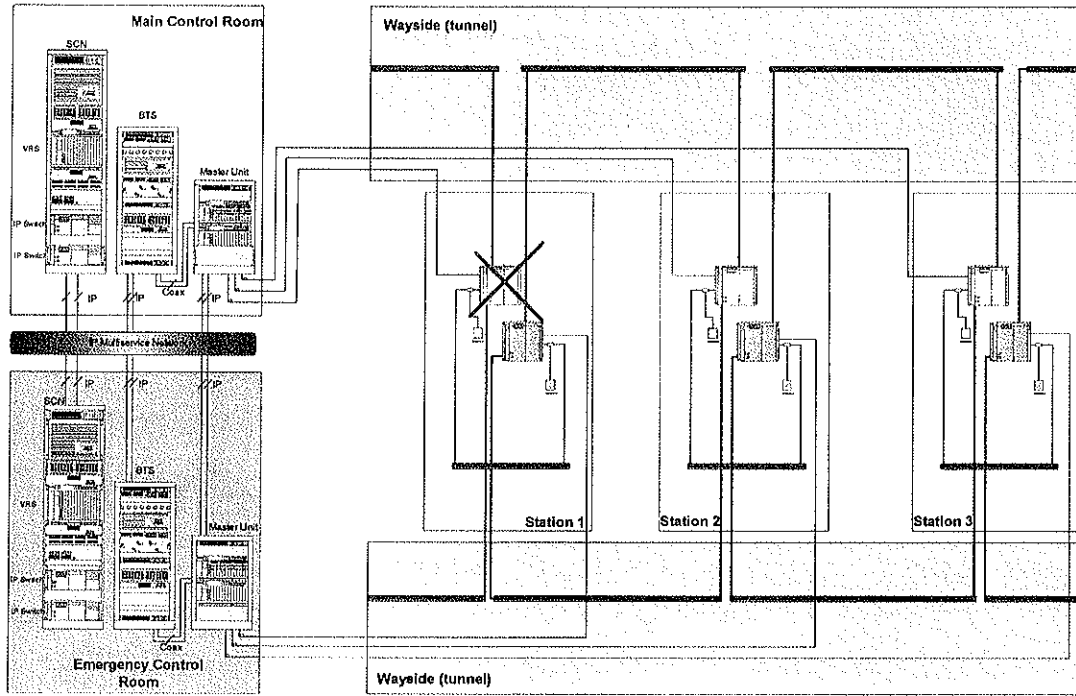


Figura 7: Fallo de la unidad remota

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFON ALBERTO VILLALBA CHAVEZ
REPRESENTANTE LOCAL

1.3.3.2 Corte del cable no sensor

Cada extremo del cable no sensor se alimenta de dos sitios remotos diferentes. Por lo tanto, si se corta un cable radiante, las dos fuentes diferentes garantizan la cobertura.

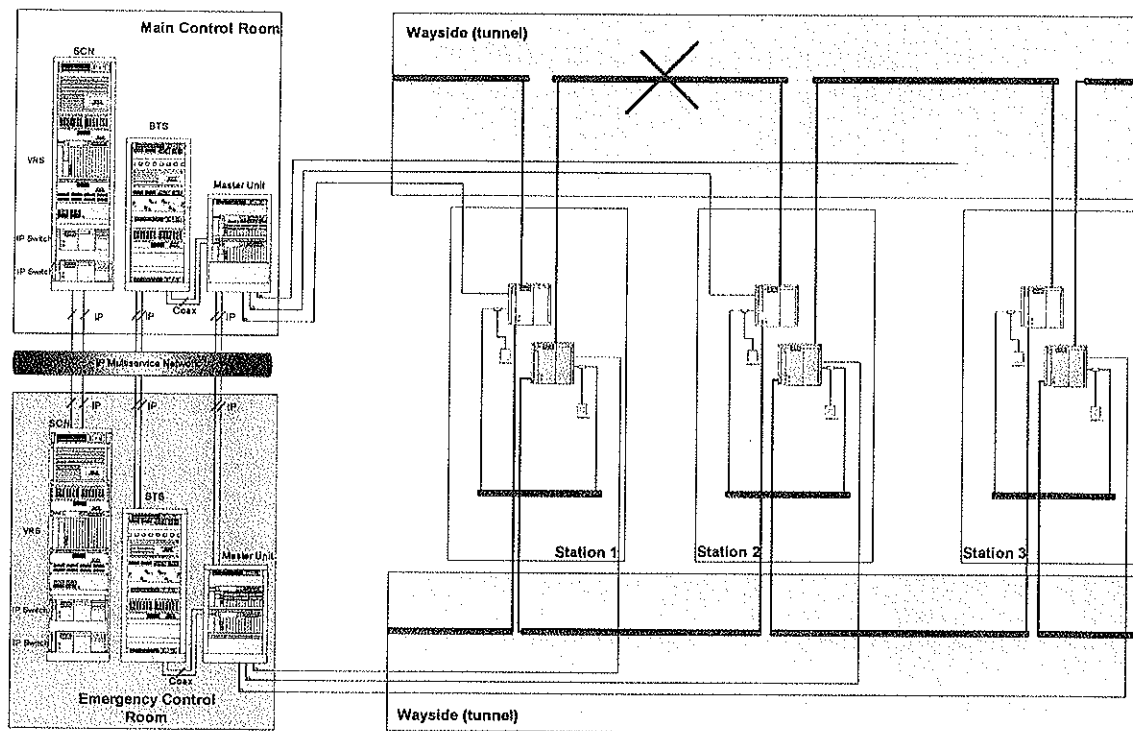


Figura 8: Corte del cable no sensor

Esto significa que si se corta un cable no sensor, la sección del túnel permanece cubierta por la señal de radio.

CONSORCIO [6439]
NUEVO METRO DE LIMA

1.3.4 Cobertura AG – Análisis de un fallo individual

La siguiente arquitectura es completamente redundante, es decir, las secciones de la línea, las rutas de escape y la línea terminal están cubiertas por dos celdas Tetra, lo que significa que un solo punto de fallo no afectará la comunicación por radio.

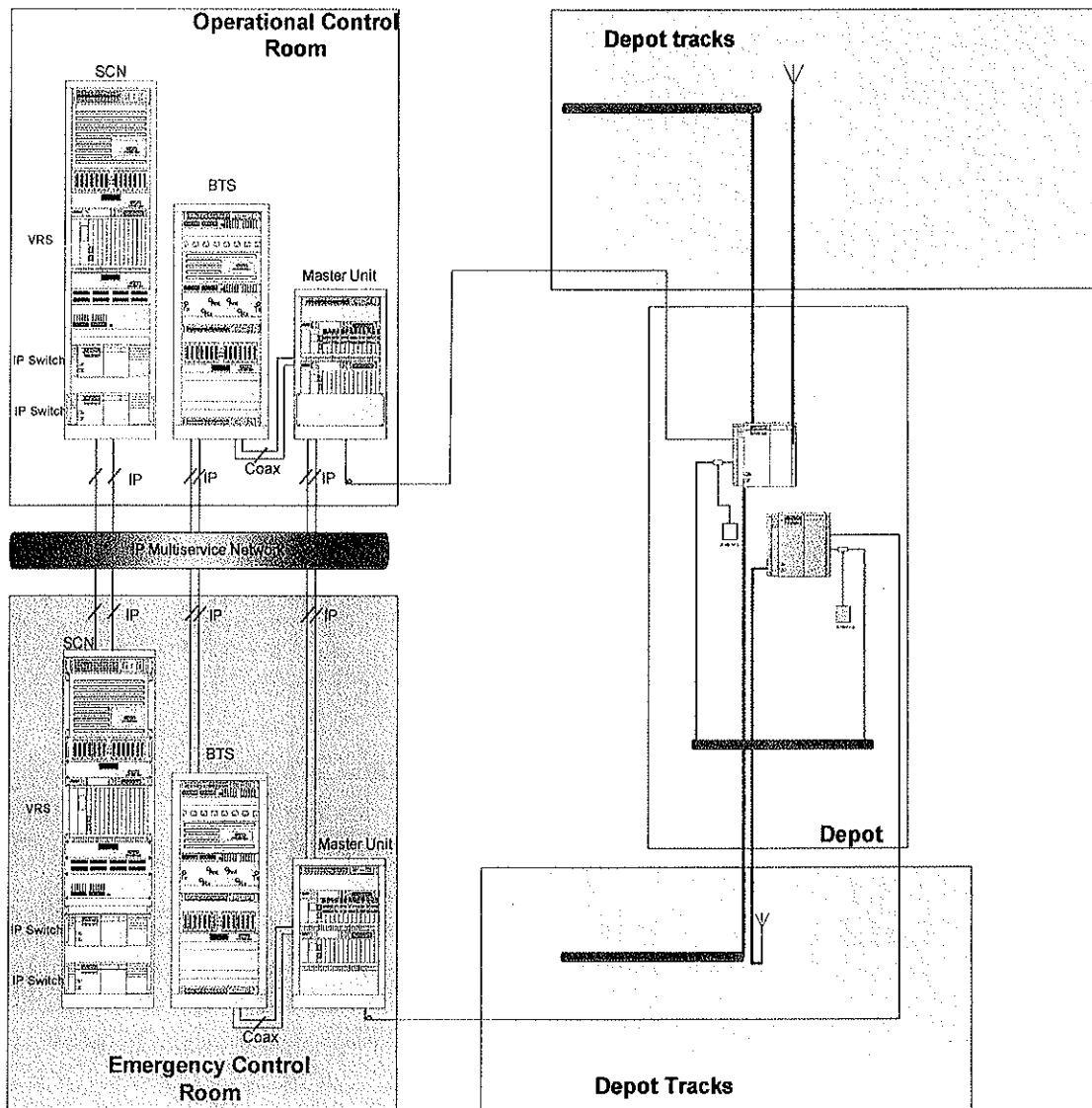


Figura 9: Visión general de la arquitectura redundante AG

En los siguientes párrafos, se analizará el único punto principal de fallo.

CONVENIO TECNICO-FINANCIERO
AL SERVICIO DE LA LINEA 2 Y RAMAL
HERRERA Y LEGAL

[Firma manuscrita]

1.3.4.1 Fallo de la unidad remota AG

Las líneas terminales se conectan a ambas BS. Por tal razón, si una RU falla, la sección de la línea correspondiente permanece cubierta por la otra RU más la RU de la estación adyacente.

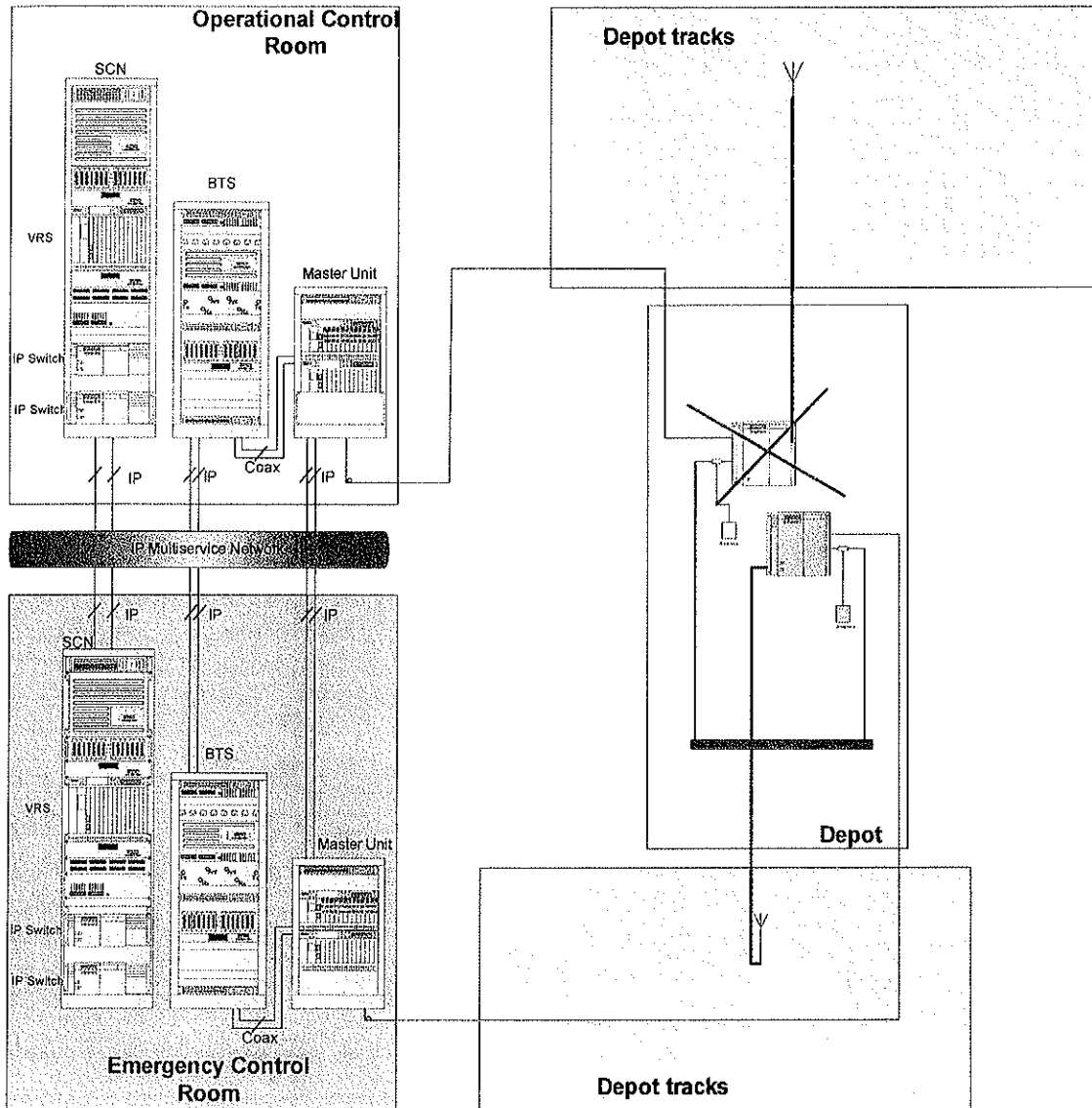


Figura 10: Fallo de la unidad remota

COMANDO EN JEFE
ALCALDIA DEL METRO DE LIMA
SECRETARÍA GENERAL

1.3.5 Otros parámetros de rendimiento

El sistema propuesto cumple con los siguientes parámetros de rendimiento

Ítem	Mínimo valor requerido
Configurar el tiempo (establecer o devolver la llamada)	< 800 ms
Cobertura	
El factor de disponibilidad de cobertura radial del sistema TETRA para las áreas de LRT (sin ninguna degradación del rendimiento del sistema debido a un fallo del equipo).	No menos del 95% de tiempo y espacio
La cobertura radial en los túneles se base en un margen de nivel del sistema mayor que 10 dB	
Comunicaciones en superficie con el personal de mantenimiento disponible en todo momento en las cercanías de la línea de LRT y alrededor de las entradas de las estaciones.	(en todo momento) (-97 dBm mínimo de nivel recibido por el usuario final y por la estación base)
En el caso de fallo total de uno de los sitios del sistema de transceptor de base ampliado (EBTS), del factor de disponibilidad de cobertura del sistema de radio TETRA.	99.99%
Cobertura radial no afectada por el fallo de uno o más repetidores de RF.	
Capacidad/Dimensiones	10 llamadas individuales simultáneas en cada estación base 64 llamas simultáneas entre teléfonos móviles y teléfonos fijos (a través de PABX-IPBX) 10 Kbit/s (datos en el modo circuito)
Inteligibilidad	Buena calidad
Extensión	20% en toda el área de suministro

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALCALDÍA MUNICIPAL DE LIMA
SECRETARÍA GENERAL

006069

<p>C.1.2.7.2</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
--------------------------------------	---

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.7.2) SUBSISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA

GOBIERNO REGIONAL
REGIONALIDAD DE LIMA
REGISTRADO Nº 10000000000000000000

Índice

Índice.....2

1. SUBSISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA3

1.1 Funcionalidades del sistema de CCTV.....3

1.2 Arquitectura del sistema de CCTV.....4

1.2.1 2.Sistema de CCTV del PCO.....5

1.2.1.1 Servidor del CCTV.....5

1.2.1.2 Estaciones de Trabajo del Operador del PCO5

1.2.1.3 Estación de trabajo del CCTV con DMT6

1.2.1.4 2.3.4 Pantallas de Vídeo.....6

1.2.2 Sistema de CCTV de la estación y el patio/taller7

1.2.2.1 Cámaras IP7

1.2.2.2 Sistema de Grabación de Vídeo.....8

1.2.2.3 Estación de trabajo del operador del CCTV.....8

1.2.2.4 Sistema de Análisis de Vídeo Inteligente9

1.2.3 Sistema de CCTV de la línea9

1.2.4 Sistema de CCTV a bordo del tren.....9

1.3 Prestaciones del sistema de CCTV.....10

1.3.1 Disponibilidad10

1.3.2 Capacidad de supervivencia10

1.3.3 Capacidad de ampliación10

1.3.4 Interfaz11

1.3.5 Sincronización de hora.....11

1.3.6 Alarmas.....11

1.4 Criterios del posicionamiento de las cámaras.....13

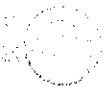
1.4.1 Estaciones.....13

1.4.2 Patio/Taller.....25

1.4.3 Cámaras de línea.....28

1.4.4 2.8.4 Cámaras de a bordo del tren34

ESTUDIO PRELIMINAR DE LOS
ALTERNATIVAS DE VIGILANCIA
REPUBLICANA LOCAL




1. SUBSISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA

1.1 Funcionalidades del sistema de CCTV

El objetivo del sistema de CCTV que se propone es el monitoreo y la reproducción de imágenes de vídeo en tiempo real en las estaciones, con el fin de apoyar la seguridad de los pasajeros así como la operación sin conductor en el futuro y el monitoreo y la reproducción en tiempo real del parque/taller, los edificios administrativos y el Puesto Central de Operaciones (PCO).

Para alcanzar este objetivo, el sistema de CCTV descrito es una solución de vídeo robusta, basada en la transmisión IP y la tecnología de grabación digital, capaz de asegurar una calidad de vídeo de alto nivel en términos de resolución, fluidez y disponibilidad rápida de imagen en pantalla.

El sistema de CCTV se basa en una solución de vídeo sobre IP, con cámaras digitales conectadas a la Red de Multiservicios y grabadas en grabadoras de vídeo basadas en RAID.

Esta solución toma todas las ventajas que ofrece la conexión IP en términos de:

- Alta tasa de transferencia de bits
- Flexibilidad de configuración
- Distribución de la información
- Fácil control y manejo de los elementos desplegados
- Escalabilidad de la arquitectura

El sistema de CCTV realiza la video vigilancia de las siguientes áreas principales del sistema del metro:

- Estaciones;
- Pozos y áreas de salida de emergencia;
- Conmutaciones a lo largo de la línea;
- Patio/taller;
- Coches de los pasajeros.

El sistema de CCTV se integra en el Sistema de Control de las Telecomunicaciones (TCS) que se describe en el párrafo C.1.2.7.10.

En el PCO, las operaciones de CCTV son gestionados por los clientes de TCS. Los operadores pueden monitorear imágenes en tiempo real de todas las cámaras donde quiera que se encuentren.

Las imágenes serán monitoreadas en las pantallas montadas en la pared ubicada en la sala de control del PCO y cada pantalla tendrá la posibilidad de mostrar imágenes individuales o múltiples en modo fijo o cíclico.

Al utilizar el cliente para modo degradado de CCTV (DMT), los operadores también pueden buscar, reproducir y exportar imágenes grabadas desde sitios periféricos y configurar el sistema de CCTV. Todas las funciones están disponibles a través de diferentes perfiles de usuario para permitir la visualización y la exportación únicamente a los operadores autorizados.

Las imágenes de vídeo generadas por las cámaras se grabarán en forma local en las estaciones mediante unidades de grabación de video. Los operadores de la estación pueden monitorear las cámaras locales utilizando el cliente de CCTV de la estación. Desde esta estación de trabajo será posible monitorear las imágenes de vídeo en una interfaz gráfica adaptable, en formato simple o múltiple y en modo fijo o cíclico.

A lo largo de la línea, se utilizarán cámaras IP con función día y noche para monitorear áreas de vías relevantes. Estas cámaras serán grabadas por la unidad de grabación de la estación más cercana.

Cámaras en el patio/taller monitoreará las principales áreas y el vídeo generado será grabado por las unidades de grabación locales. Las imágenes de vídeo de las cámaras del patio/taller se pueden ver tanto desde el PCO como desde la consola de vigilancia local.

La vigilancia por vídeo a bordo del tren se proporcionará mediante el uso de cámaras IP instaladas en todos los coches del tren. En cada coche se utilizarán dos cámaras para monitorear toda el área de pasajeros. Las cámaras se conectarán a la red IP de a bordo y las secuencias de vídeo se transmitirán al PCO a través de la red inalámbrica de banda ancha. Las cámaras de vídeo a bordo se grabarán localmente en las unidades de grabación de vídeo a bordo (NVR a bordo) por un tiempo máximo de 3 días. Cuando los coches de pasajeros entren en un taller se descargará automáticamente toda la duración de almacenamiento requerido de la NVR en el sistema de almacenamiento principal.

1.2 Arquitectura del sistema de CCTV

El sistema de CCTV se basa en una arquitectura distribuida. Los operadores del PCO pueden controlar los elementos periféricos (cámaras y unidades de grabación de vídeo) para conseguir el vídeo que se requiere y la información de los elementos del sistema de CCTV.

El sistema de CCTV se puede dividir en las siguientes partes:

1. Sistema de CCTV de los centros de control (PCO-N y PCO-E)
2. Sistema de CCTV de la estación
3. Sistema de CCTV del patio/taller
4. Sistema de CCTV de la línea
5. Sistema de CCTV a bordo del tren

El sistema utiliza cámaras IP digitales conectadas a la Red Multiservicios y unidades de grabación de vídeo instaladas en las estaciones, el patio/taller y en los trenes. Todas las cámaras se graban a nivel local en sitios periféricos y se puede también acceder a las imágenes grabadas desde el PCO. Las señales de vídeo procedentes de las cámaras de la línea se transmitirán a través de la red Multiservicios disponible a lo largo de la línea a la unidad de grabación más cercana (normalmente la unidad de grabación ubicada en la estación más cercana).

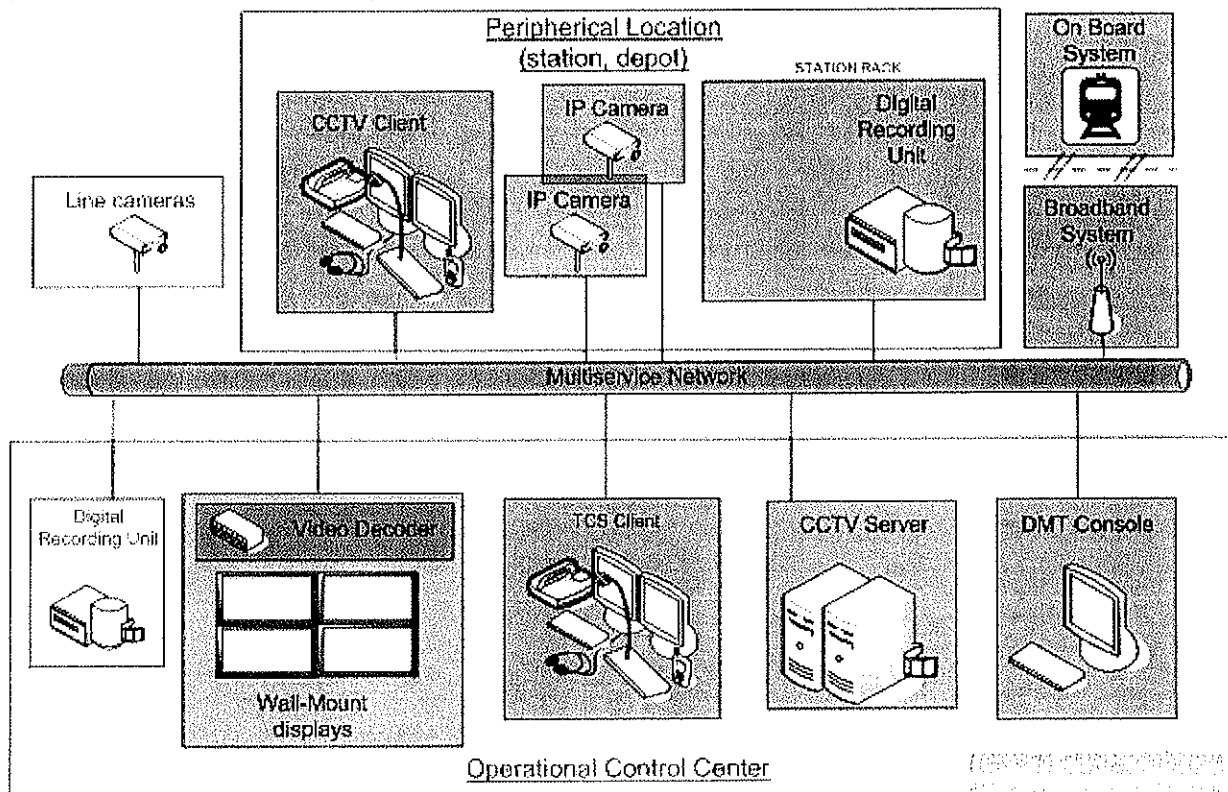


Figura 1 – Arquitectura típica del sistema de CCTV (PCO/Estación)

[Firma manuscrita]

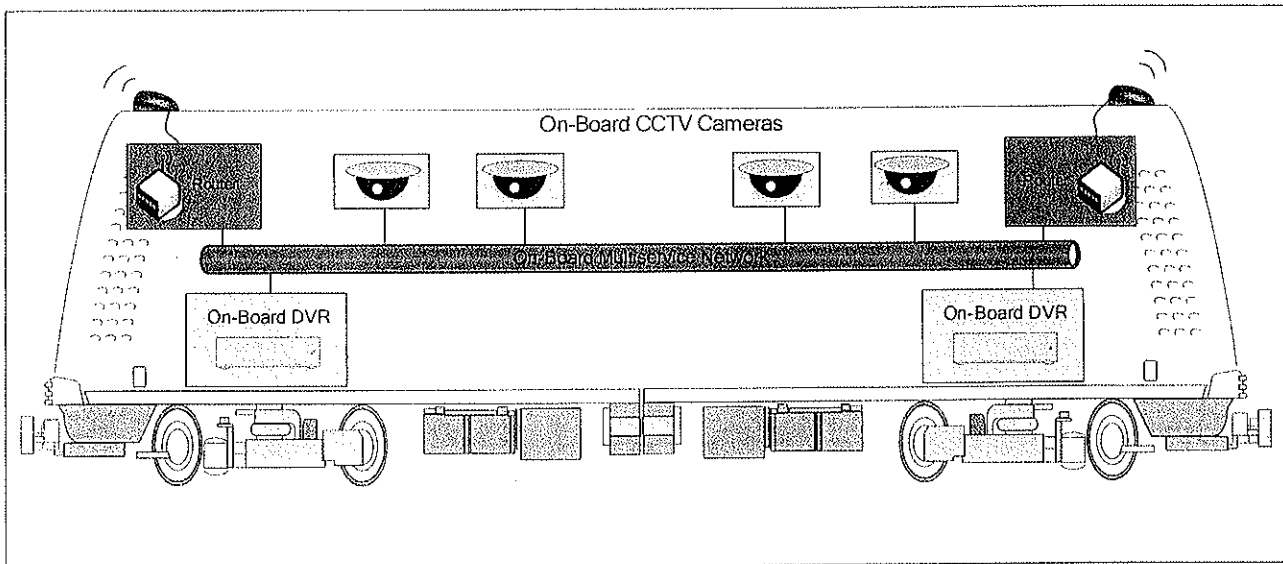


Figura 2 – Arquitectura del sistema de CCTV (a bordo del tren)

1.2.1 Sistema de CCTV del PCO

1.2.1.1 Servidor del CCTV

Dos servidores del CCTV se encuentran en el PCO y están conectados a la red multiservicios. Ellos proporcionan las siguientes funciones:

- Administración y Configuración de los elementos del sistema de CCTV;
- Base de datos de usuarios;
- Diagnóstico y almacenamiento de alarmas;
- Registro de eventos.

Se proporcionará una estación de trabajo con Terminal para Modo Degradado (DMT) para las operaciones de configuración y administración.

El servidor de CCTV adopta una configuración de reserva en condiciones de funcionamiento inmediato para cumplir con un diseño sin punto de fallo. Cuando el servidor principal deja de transmitir debido a un fallo, un servidor de reserva se hará cargo a fin de mantener el funcionamiento normal del sistema de CCTV.

1.2.1.2 Estaciones de Trabajo del Operador del PCO

El sistema de CCTV se integrará con el Sistema de Control de las Telecomunicaciones (TCS). Utilizando los Clientes del TCS, los Operadores del PCO podrán seleccionar y ver imágenes en directo desde las cámaras instaladas en los diferentes sitios de la red del metro.

La siguiente imagen muestra una posible implementación del Cliente del TCS.

ESTACIONES DE TRABAJO
 PARA EL OPERADOR DEL PCO
 (Módulo de Operación de Emergencia)
 (Módulo de Operación de Emergencia)



006074

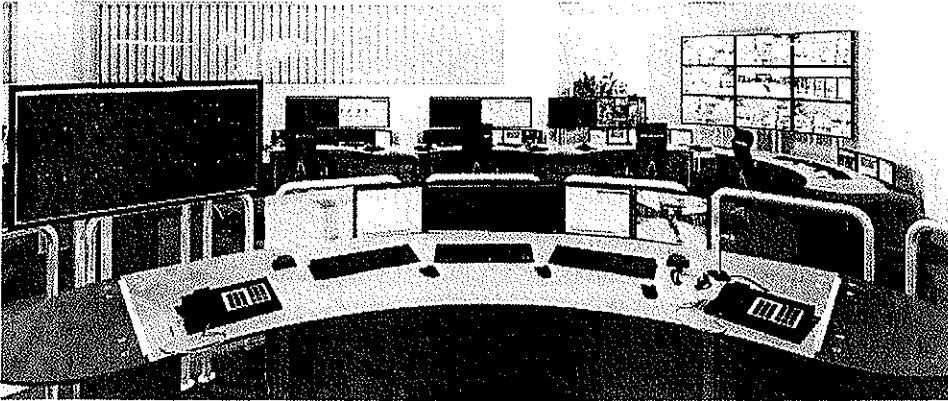


Figura 3 - Sistema de Control de las Telecomunicaciones (sólo a modo de referencia)

1.2.1.3 Estación de trabajo del CCTV con DMT

Tanto en el PCO-N como en el PCO-E se proporcionará una estación de trabajo con DMT para ser utilizada en caso de fallo del TCS. Desde las estaciones de trabajo con DMT, los operadores pueden ver las cámaras en directo y administrar el sistema de CCTV.

Por otra parte, desde las estaciones de trabajo con DMT también será posible buscar, ver y exportar imágenes grabadas desde sitios periféricos.

1.2.1.4 Pantallas de Video

Además de las estaciones de trabajo de los operadores, los sitios del PCO estarán equipados con un conjunto de pantallas de vídeo para monitorear las imágenes procedentes de las cámaras periféricas. Cada pantalla se puede configurar con una visualización de una imagen única o múltiple, en modo fijo o cíclico. Normalmente, se proporcionará una pantalla de video para cada estación o patio/taller del sistema del metro y una adicional para las cámaras a bordo del tren.

Los usuarios pueden seleccionar fácilmente las cámaras que se asignarán a las diversas pantallas utilizando el Cliente del TCS. Un ejemplo se muestra en la siguiente imagen (sólo a modo de referencia):

INSTITUCIÓN
 PARA LA PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN
 PRIVADA
 B.O. N.º 26.189 - 19/09/2004



006075

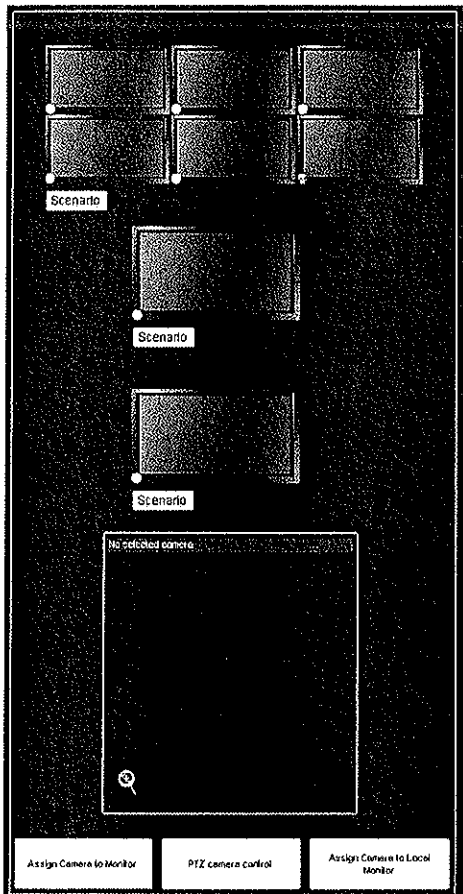
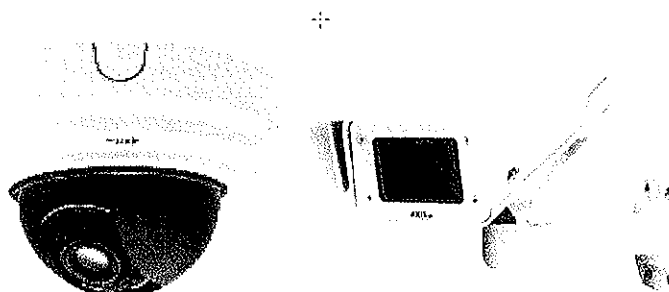


Figura 4 – Gestión de las pantallas de vídeo del CCTV desde el cliente del TCS

1.2.2 Sistema de CCTV de la estación y el patio/taller

1.2.2.1 Cámaras IP

Las cámaras IP digitales se instalarán en las áreas de pasajeros de la estación y en el patio/taller. Se elegirán diferentes tipos de cámaras para monitorear las diferentes áreas. En las estaciones se utilizarán cámaras fijas, mientras que en el patio/taller se utilizarán también cámaras PTZ para proporcionar la vigilancia de áreas más grandes.



CONSORCIO CONSORCIO
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
RESERVA DE DERECHOS LEGALES

Figure 5 – Cámaras fijas de CCTV típicas (Tipo domo y estándar)

Las principales características de las cámaras de CCTV son las siguientes:

- Cámaras IP de alta calidad (noche y día, donde sea necesario);
- Resolución de vídeo 4CIF hasta 25 FPS;

[Handwritten signature]

100

006076

- Formatos de vídeo soportados por el ONVIF;
- Soporte para PoE;
- Interfaz Ethernet.

Para la transmisión en vivo se utilizarán protocolos ONVIF estándar. Este formato proporciona alta calidad visual con baja ocupación de ancho de banda y garantiza la estandarización de vídeo para el crecimiento y la integración futuros.

Cada cámara puede proporcionar secuencias de vídeo independientes para la visualización en directo y la grabación de imágenes, lo que permite diferentes configuraciones con el fin de optimizar los requerimientos de la ocupación del ancho de banda, la calidad y el almacenamiento de imágenes.

Todas las cámaras estarán conectadas a los conmutadores de la red multiservicios de la estación para la transmisión de imágenes.

1.2.2.2 Sistema de Grabación de Vídeo

Las Unidades de Grabación Digitales (NVR), ubicadas en cada estación y en el depósito, grabarán secuencias de vídeo digitales generadas por las cámaras locales. Los dispositivos tendrán interfaces IP y se conectarán a la Red Multiservicios.

Las grabaciones de la estación se almacenan localmente en las estaciones y se pueden ver y exportar tanto desde el PCO como de los DMT del CCTV.

El período de almacenamiento de las imágenes de la estación y los talleres será de por lo menos 60 días con una calidad de al menos 6 fps a 4CIF.

Las Unidades de Grabación Digital de las Estaciones también grabarán imágenes de vídeo procedentes de las cámaras de línea más cercanas.

Las principales características del sistema de grabación son las siguientes:

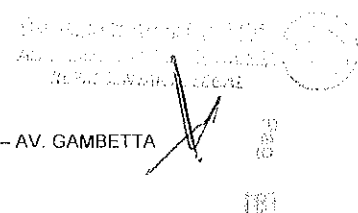
- Modo de almacenamiento cíclico (FIFO);
- Activación continua o programada;
- Configuración de grabación;
- La asignación del nombre de la cámara en tiempo real y las imágenes grabadas deberán incluir el nombre de la estación y la posición de la cámara;
- Ajuste de la tasa de frecuencia y calidad del vídeo;
- Búsqueda por parámetros: hora, fecha y cámara;
- Grabación y reproducción simultáneas.

1.2.2.3 Estación de trabajo del operador del CCTV

Un Cliente de Operador del CCTV con 2 pantallas de vídeo se instalará en cada estación y en el depósito. Esta consola se configura para proporcionar sólo el monitoreo de las cámaras locales. El software de selección de cámara y visualización de imágenes está configurado con una interfaz de uso fácil, con el fin de proporcionarle al operador un acceso rápido a la información de vídeo. Las pantallas de vídeo se pueden configurar para proporcionar una visualización de imagen única o múltiple en modo fijo o cíclico con pantallas desplegadas debido al sistema de Análisis inteligente de vídeo (IVA).

De esta manera el sistema se puede configurar para mostrar imágenes fijas de puntos peligrosos para los pasajeros (plataformas, escaleras mecánicas, etc.) e imágenes cíclicas para las otras áreas de la estación.

REPUBLICA DEL PERÚ
 MINISTERIO DE TRANSPORTES
 DIRECCIÓN GENERAL DE
 REGISTRO Y LICENCIAS



1.2.2.4 Sistema de Análisis de Video Inteligente

El sistema de Análisis de Video Inteligente (IVA) interactuará con las cámaras IP que se implementarán en las diferentes áreas críticas dentro de las estaciones: ascensores, vestíbulo, escaleras, escaleras mecánicas del Safeway, áreas de las plataformas, áreas de boletos para garantizar la seguridad de los pasajeros.

El comando total sobre el sistema de análisis avanzado estará disponible únicamente desde las salas de control de seguridad con los permisos apropiados.

El sistema de análisis avanzado operará en integración completa con los siguientes sistemas:

- El TCS, con la alerta recibida desde el sistema de análisis avanzado que aparece como una pantalla gráfica en la pantalla de alarma de las estaciones de trabajo correspondientes.
- El CCTV en cada instalación, con el fin de utilizar las mismas cámaras del CCTV.
- El sistema de grabación digital, de manera que cuando se reciba una alerta, ésta quedará grabada, incluyendo la información de la alarma correspondiente.

El sistema es modular lo que permite añadir canales de IVA en caso de que las cámaras existentes lo requieran.

El sistema incluye las siguientes capacidades de reglas de detección de análisis avanzado como parte de su funcionalidad para ser implementado de acuerdo a la ubicación de la cámara que se definirá en las etapas de diseño detalladas:

- Detección de movimiento.
- Detección de objeto abandonado.
- Detección de congestionamientos.
- Detección de movimientos contracorriente.
- Detección de desbordamiento de líneas.

1.2.3 Sistema de CCTV de la línea

El sistema de CCTV de la línea se compone de cámaras IP instaladas a lo largo de la línea para monitorear las áreas pertinentes tales como las áreas de maniobra, las entradas y salidas de los túneles, los pozos de ventilación, las áreas de salida de emergencia, etc.

Las cámaras de la línea serán cámaras de red con función Día y Noche capaces de operar en una amplia gama de condiciones de luz.

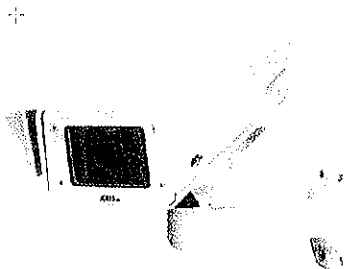


Figura 6 – Típica cámara fija de vía

CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA
 [Stamp]

Las cámaras de vía estarán conectadas a la red Multiservicios y las imágenes se transmitirán al PCO para la visualización en vivo y a la estación más cercana para la grabación.

1.2.4 Sistema de CCTV a bordo del tren

El CCTV a bordo del tren permitirá el monitoreo de las áreas de pasajeros del tren desde el PCO y la grabación local de imágenes de video.

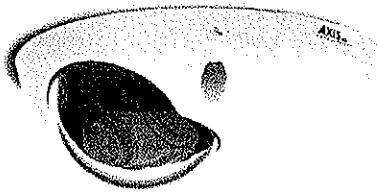


Figura 7 – Típica cámara fija de domo de a bordo del tren

El sistema de a bordo se compone de cámaras IP instaladas en todos los coches del tren y conectadas a la red de a bordo. Las cámaras se instalarán en todos los coches del tren con el fin de proporcionar una cobertura completa de las áreas de pasajeros. Las imágenes de vídeo se transmitirán al PCO mediante el uso de la red de banda ancha inalámbrica.

Un diseño sin punto de fallo asegurará una alta disponibilidad y capacidad de supervivencia de la información de vídeo que se logrará mediante dos unidades de grabación de red que se instalarán una en el coche delantero y la otra en el coche de cola para grabar las imágenes de vídeo de forma local en el tren. Cada unidad de grabación grabará las imágenes de la mitad de las cámaras de CCTV y el sistema se configurará de modo que las imágenes de distintas cámaras en el mismo coche del tren se registrarán en diferentes unidades de grabación. De esta manera, en caso de fallo de una sola unidad de grabación, las imágenes de todos los coches del tren estarán aún disponibles.

Todo el equipo de a bordo cumplirá con las normas ferroviarias tales como la EN 50155 o similar.

1.3 Prestaciones del sistema de CCTV

1.3.1 Disponibilidad

El sistema de CCTV se ha diseñado con un mínimo de 99,75% de disponibilidad y aprovecha las siguientes opciones de diseño:

- El sistema de CCTV es capaz de trabajar con una configuración autónoma o gestionada por un servidor del TCS. Por lo tanto, en caso de fallo del TCS, el sistema de CCTV seguirá trabajando y las operaciones se podrán llevar a cabo por la consola del DMT en el PCO o las consolas locales de CCTV en las estaciones;
- El servidor del CCTV se ha diseñado sin punto de fallo e incluye una configuración redundante y está compuesto por dos servidores diferentes en una configuración de reserva en condiciones de funcionamiento inmediato. El fallo del servidor principal no afectará a las operaciones del sistema ya que el secundario se hará cargo de la gestión del sistema;
- Debido a la arquitectura de IP distribuida, el fallo de una unidad de grabación de una estación no afectará a la transmisión de vídeo en directo de las cámaras, que están conectadas a la red multiservicios y tienen su propio módulo de transmisión de vídeo integrado.

1.3.2 Capacidad de supervivencia

El sistema se esta diseñato sin punto de fallo, por lo tanto será posible hacer funcionar el CCTV tanto desde los centros de control como desde las estaciones, los trenes deberán incluir 2 NVR, y el PCO -N incluye un sistema de respaldo en el PCO -E y viceversa.

1.3.3 Capacidad de ampliación

Debido a su arquitectura de IP distribuida y la estandarización del ONVIF, el sistema de CCTV se puede extender fácilmente para los requerimientos futuros mediante la instalación de nuevos

CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA
 INSTITUCIÓN PÚBLICA

006079

elementos de software y hardware (cámaras y unidades de grabación). El sistema del PCO se basa en una estructura de hardware y software modular y las ampliaciones del sistema se pueden manejar fácilmente. Su capacidad se puede ampliar con el agregado de nuevas estaciones o cámaras individuales.

Desde el punto de vista del sistema periférico, el sistema de CCTV se puede ampliar mediante el agregado de nuevas cámaras a una estación existente o mediante el agregado de una nueva estación/depósito. Puesto que todas las imágenes de vídeo de la estación se graban y se muestran de manera local, las cámaras adicionales en una estación no van a aumentar el ancho de banda de transmisión requerida a través de la red troncal de la Red Multiservicios. Además, una estación/un patio/taller adicional aumentará el ancho de banda total en la Red Multiservicios sólo en una cantidad limitada, dado que sólo un número limitado de secuencias de vídeo se mostrarán de cada estación al mismo tiempo en el PCO.

1.3.4 Interfaz

El sistema VMS se conectará al Punto de Llamada de Emergencia (ECP) de la estación y se activará automáticamente la imagen de vídeo en la cámara correspondiente cuando se inicie el SCP.

El sistema VMS proporcionado incluirá el Llave de Desarrollo Logicial (SDK) para permitir la integración del CCTV y el IVA en el TCS, y otras futuras integraciones con otros subsistemas.

1.3.5 Sincronización de hora

El sistema de CCTV se sincronizará con la hora del sistema centralizado del metro para proporcionar una referencia de tiempo precisa con todos los subsistemas:

1.3.6 Alarmas

Todas las alarmas de los equipos del sistema de CCTV son recogidos y almacenados por el servidor del CCTV y se transmiten al servidor del TCS. Las alarmas se presentan a los operadores en la interfaz de cliente del TCS y se caracterizan por los siguientes parámetros:

- Marca de tiempo de generación (momento en que se genera la alarma);
- Marca de tiempo de condición normal (momento en que desaparece la alarma);
- Marca de tiempo de reconocimiento (momento en que el operador reconoce la alarma) ;
- Código de alarma (código que describe la alarma, el dispositivo y su localización);
- Descripción del texto (texto que describe la alarma) ;
- Prioridad (prioridad de la alarma);
- Categoría (categoría de la alarma).

La siguiente imagen muestra un ejemplo de la página de alarma en el cliente de TCS (imagen sólo a modo de referencia).


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALCALDÍA MUNICIPAL DE LIMA
 OFICINA GENERAL DE ADMINISTRACIÓN



006080

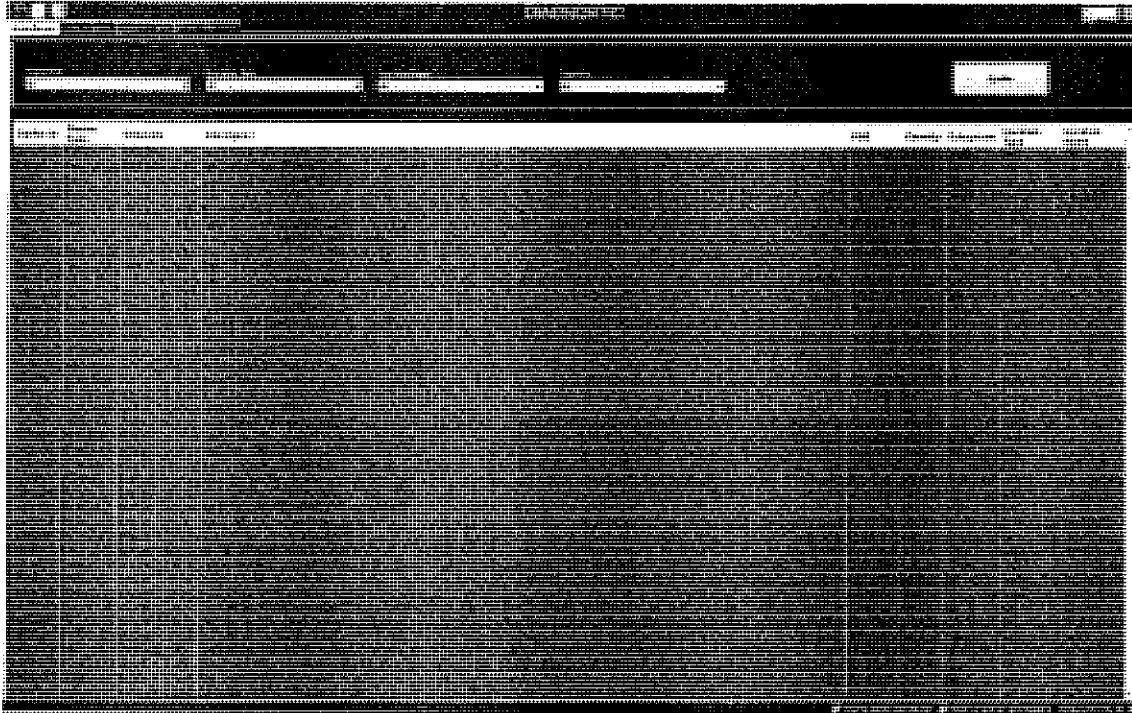


Figura 8-Página de alarma del TCS

CONSORCIO [64541] NUEVO METRO DE LIMA

006081

1.4 Criterios del posicionamiento de las cámaras

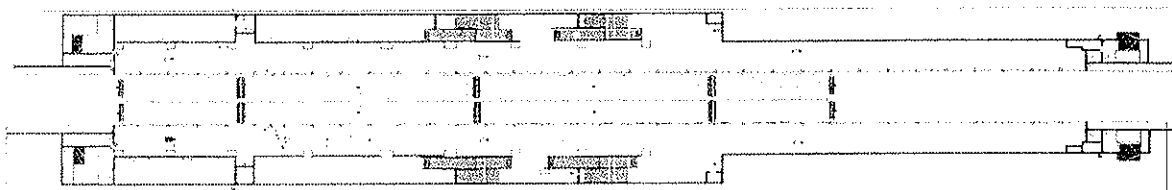
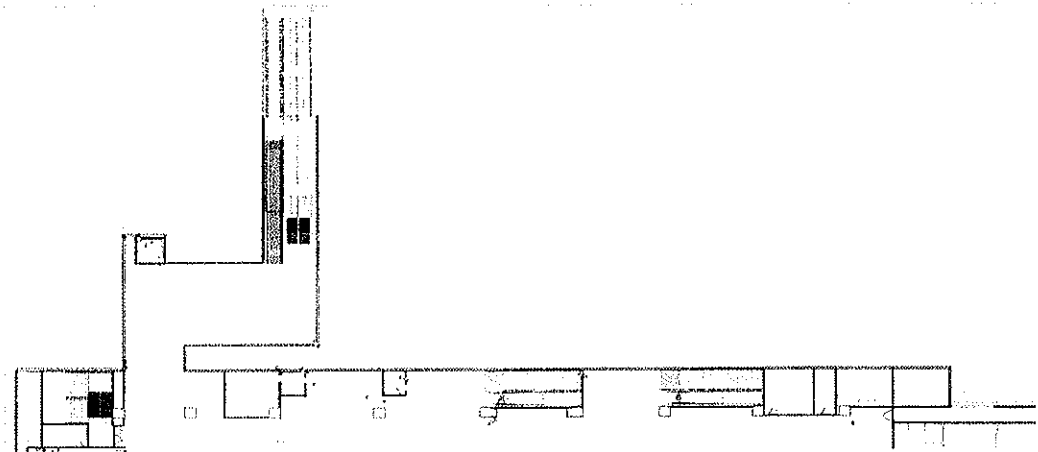
Los puestos de las cámaras se ubicarán en las siguientes áreas:

- Estaciones
- Patio/taller
- Cámaras de línea
- Cámaras a bordo del tren

1.4.1 Estaciones

Las siguientes imágenes muestran el área de cobertura típica de una estación con cámaras de CCTV y las imágenes relacionadas (**sólo a modo de referencia**).

Las siguientes áreas han sido diseñadas para una cobertura del 100%: ascensores, escaleras mecánicas, áreas del supervisor de la estación, áreas de venta de boletos y áreas de salida (molinetes).



CONSORCIO [6455]
Al Director General de Obras
Red de Línea 2 y Ramal



006082

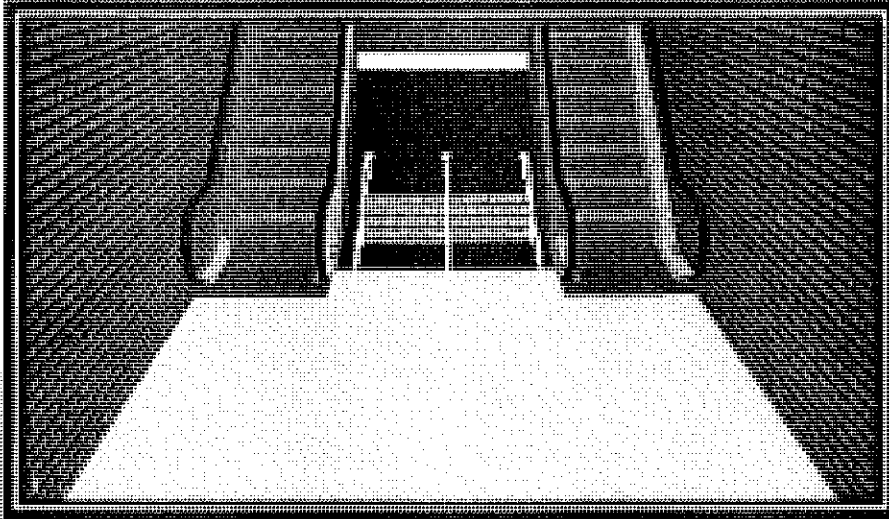


Figura 1 – Vista Típica de la Entrada de la Estación 1

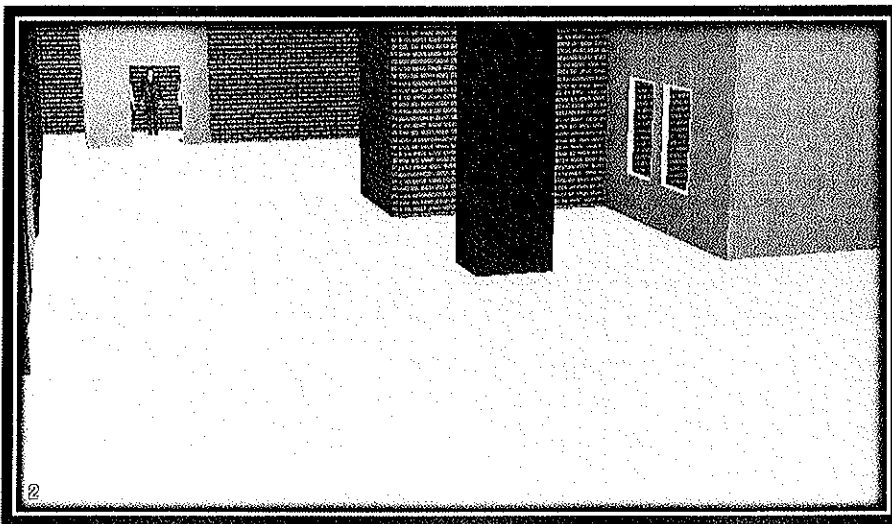


Figura 2 – Vista Típica de la Puerta del Ascensor 1 de la Estación

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ASOCIACIÓN PÚBLICA EMPRESARIAL
REGLAMENTO DE LEY

006083

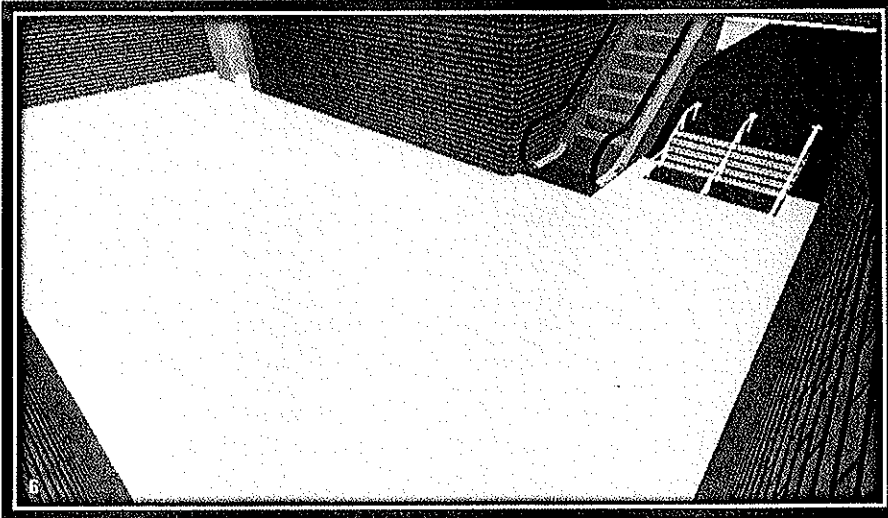


Figura 3 – Vista Típica de la Entrada 2 y la Puerta del Ascensor 2 de la Estación

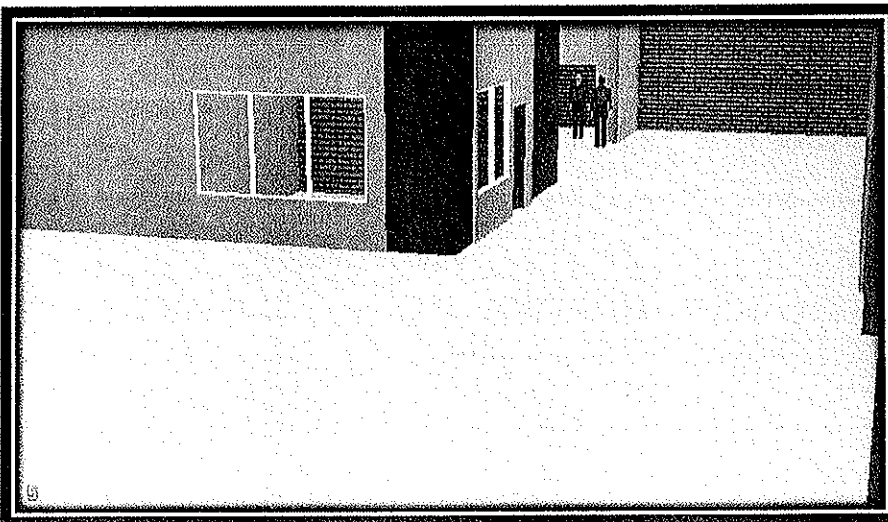


Figura 4 – Vista Típica del Área del Supervisor de la Estación

CONSORCIO [64571] NUEVO METRO DE LIMA
SERVIDORES Y CÁMARA

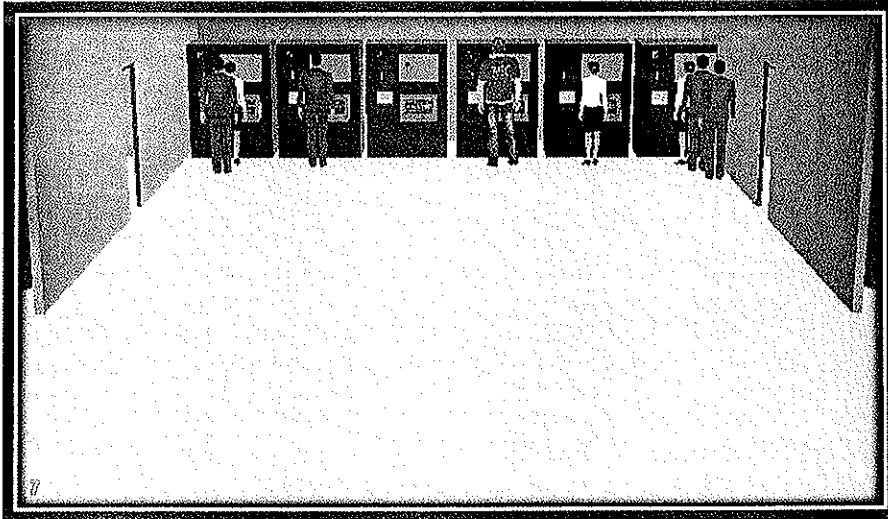


Figura 5 – Vista Típica de las Máquinas Exendedoras de Boletos de la Estación

Nota: El IVA se puede utilizar para detectar el merodeo, el congestionamiento y el control de línea

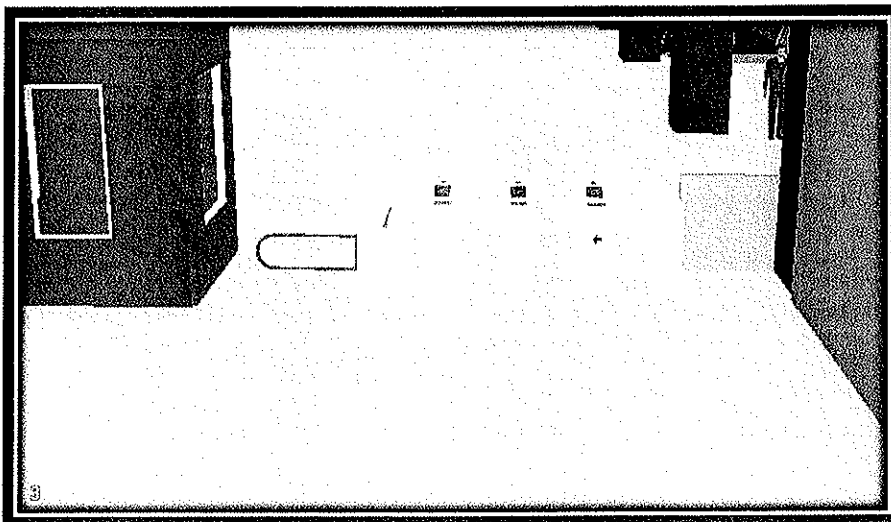


Figura 6 – Vista Típica del Área de Molinetes de la Estación 2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN
REGIONAL DEL CENTRO
AGENCIARIA LOCAL

Handwritten signature or mark.

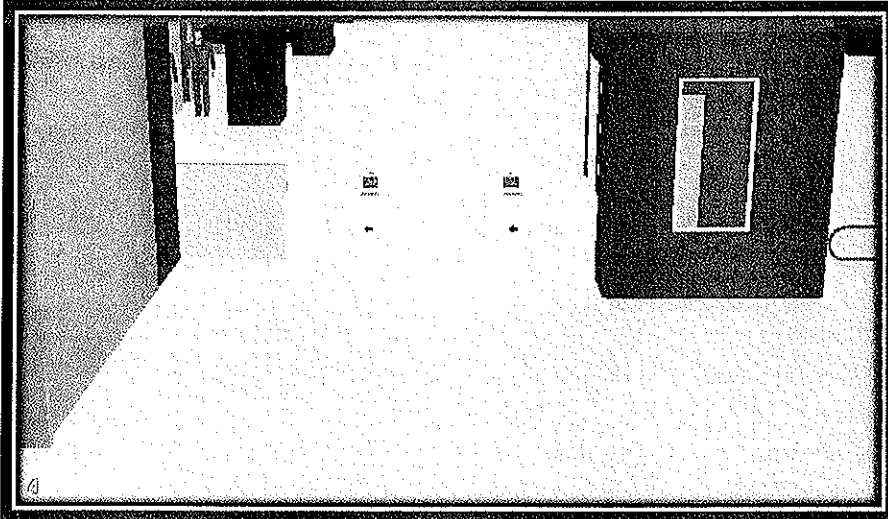


Figura 7 – Vista Típica del Área de Molinetes de la Estación 2

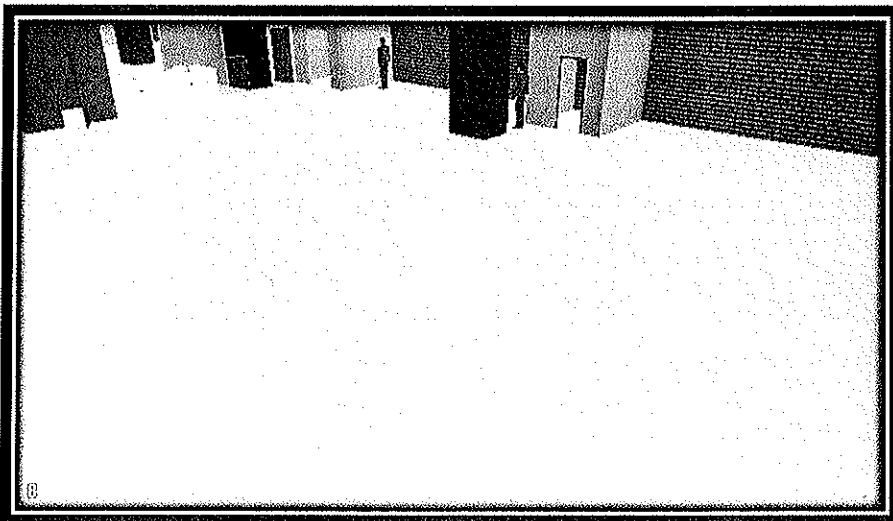


Figura 8 – Vista Típica del Elevador 1 de la Plataforma y los Molinetes de la Estación

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIAS DE PROMOCIÓN DE INVERSIÓN
DE LIMA Y CALLAO

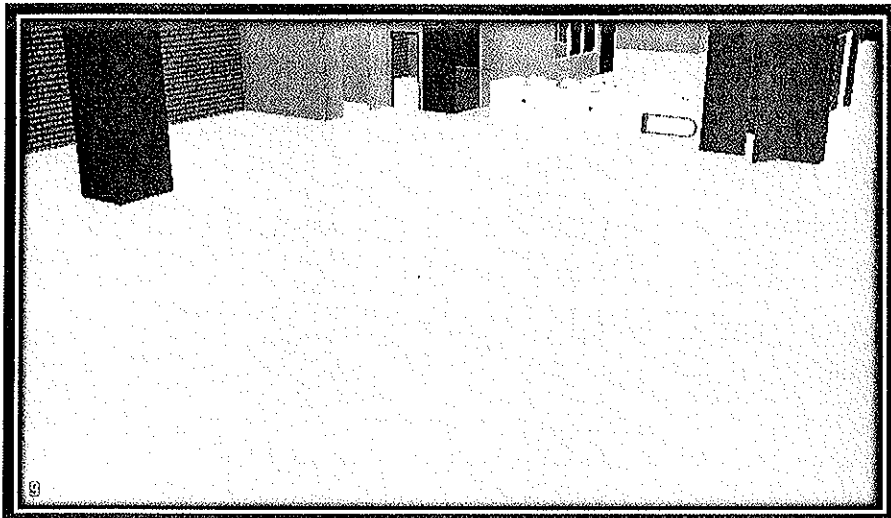


Figura 9 – Vista Típica del Elevador 2 de la Plataforma y los Molinetes de la Estación

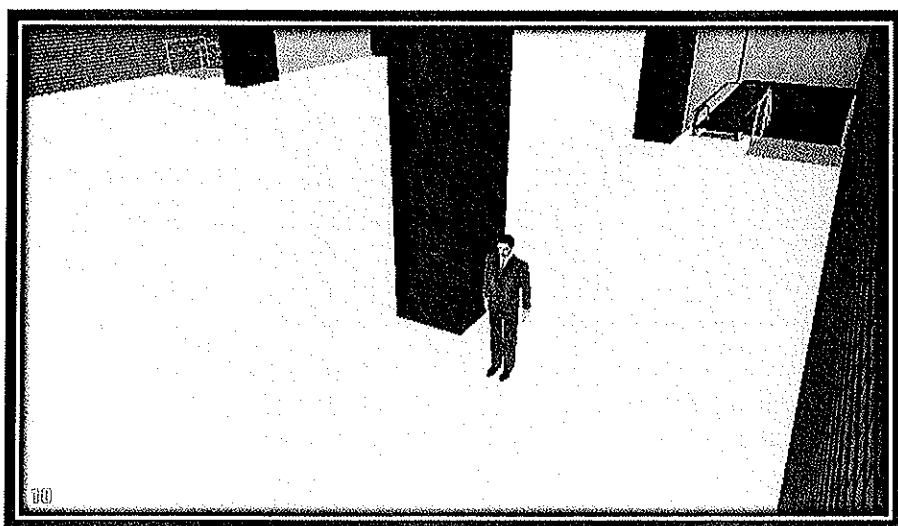


Figura 10 – Vista típica de la Escalera Mecánica Superior de la Estación

CONSORCIO PROMOTOR DEL
ALICATAMIENTO DEL METRO DE LIMA
S.A. (CONSORCIO PROMOTOR)

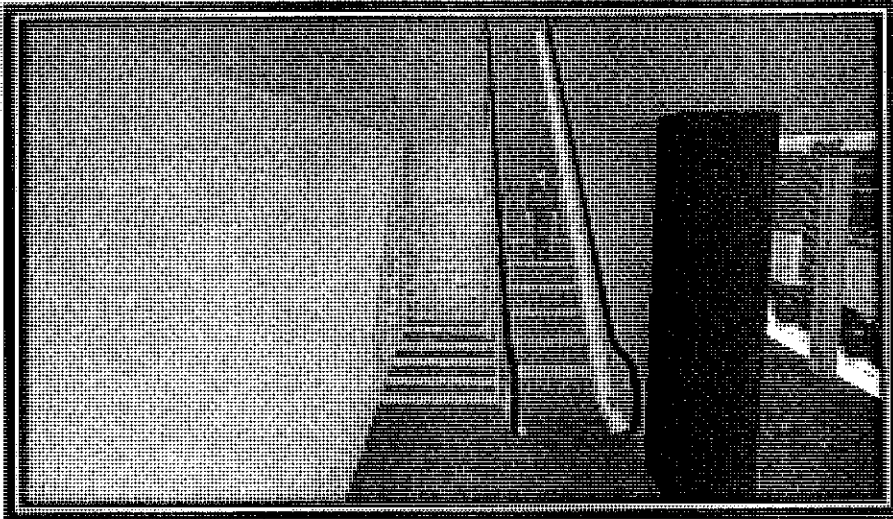


Figura 11 – Vista Típica de la Escalera Mecánica de la Plataforma de la Estación

Nota: El IVA se puede utilizar para detectar a cualquier persona que se caiga

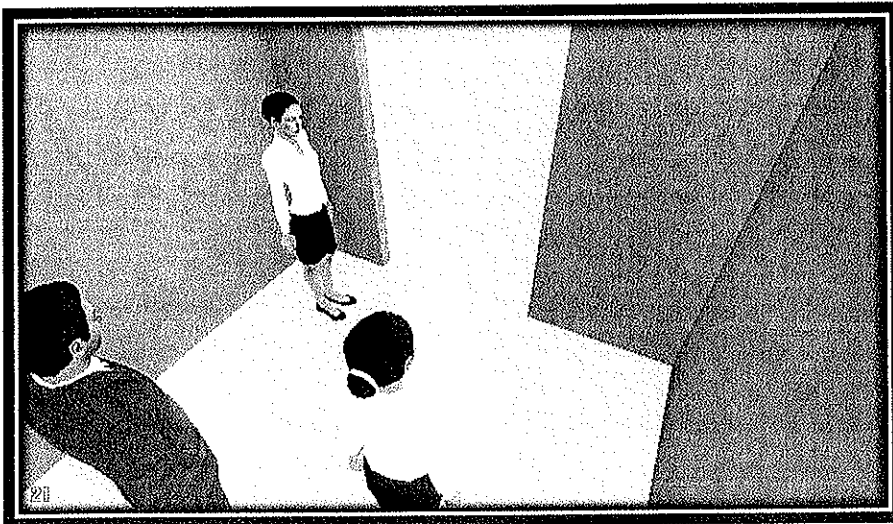


Figura 12 – Vista Típica del Ascensor Interior de la Estación

Las siguientes áreas han sido diseñadas para una cobertura del 95%: vestíbulo, pasillos, escaleras subterráneas y otras áreas públicas.

COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS PERUANAS
ALFONSO MORALES
REPUBLICA DEL PERU

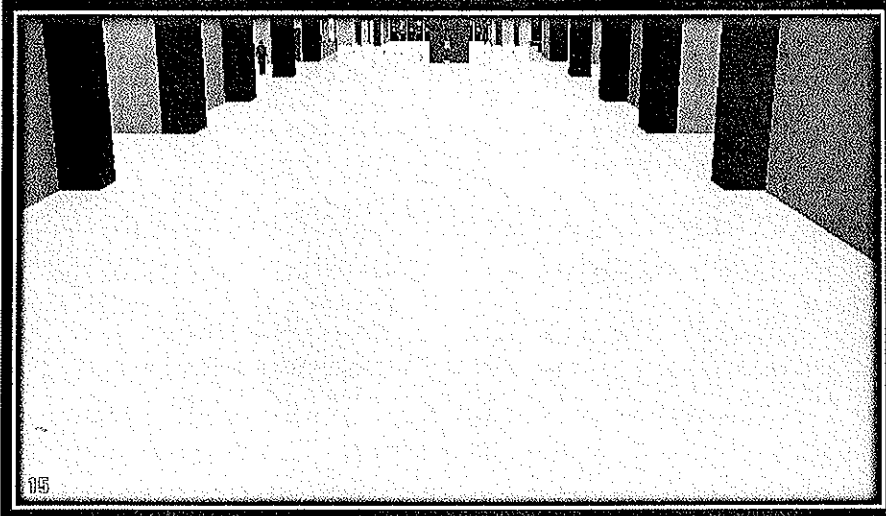


Figura 13 – Vista Típica del Área Pública General de la Estación

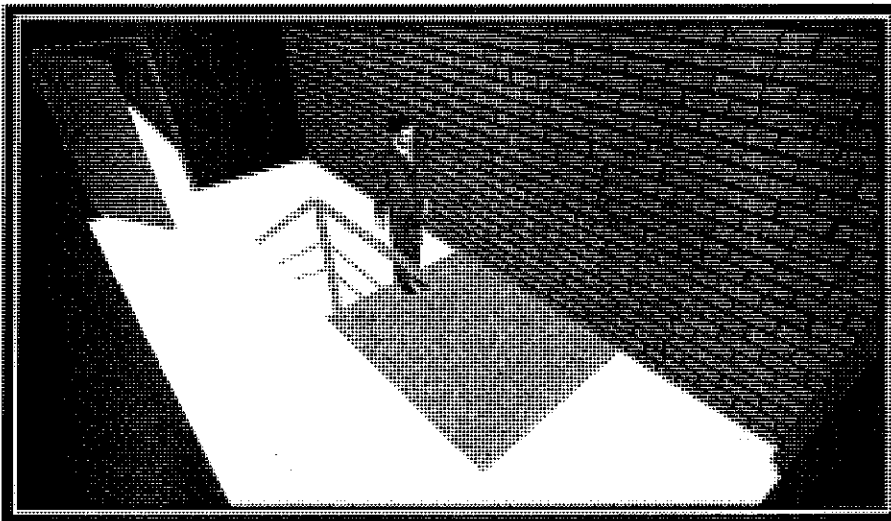


Figura 14 – Vista Típica de las Escaleras de Emergencia de la Plataforma de la Estación

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALIANZA EMPRESARIAL CÁMARA
RESA 0000000119001

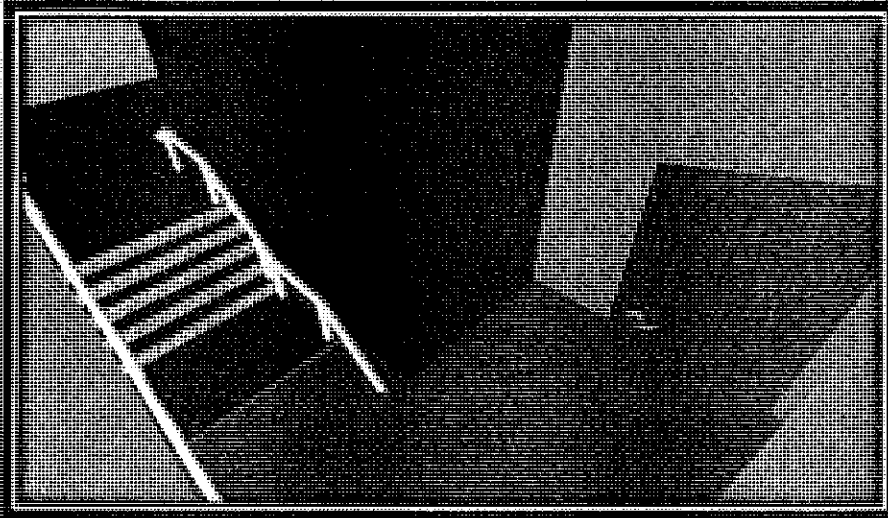


Figura 15 – Vista Típica de las Escaleras al Nivel de la Plataforma

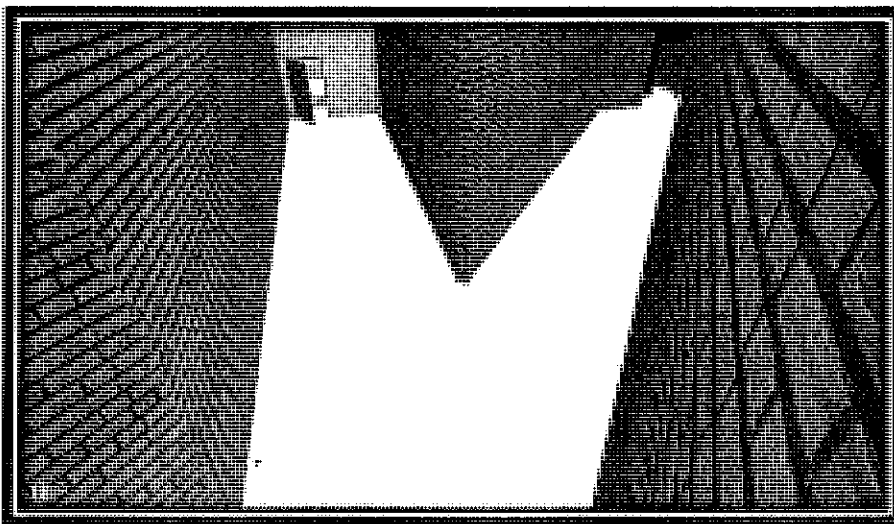


Figura 16 – Vista Típica del Pasillo de Escape de la Estación

Nota: El IVA se puede utilizar para detectar algún elemento que esté bloqueando el pasillo de escape de emergencia

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN
REPUBLICA DEL PERÚ

006090

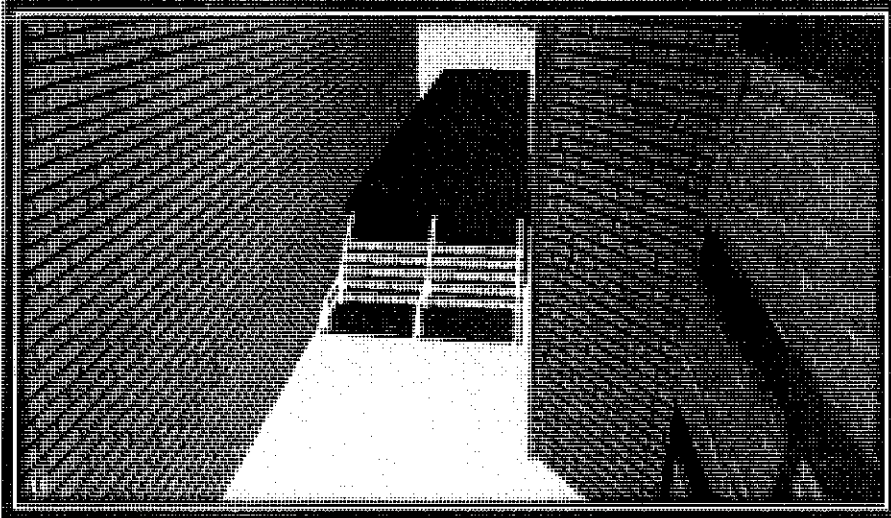


Figura 17 – Vista Típica de la Salida de Emergencia de la Estación

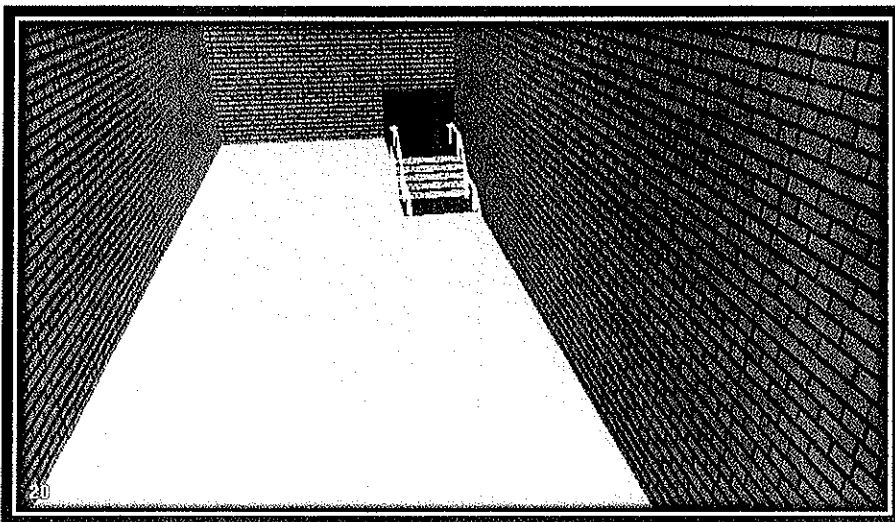


Figura 18 – Vista Típica de la Entrada Técnica de la Estación

Las áreas públicas de las plataformas han sido diseñadas tanto para una cobertura del 100 % como para permitir el agregado de canales de IVA relevantes como el congestionamiento, etc.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALDO ALFARO
Gerente General

006091



Figura 19 – Vista Típica de la Plataforma de la Estación 1

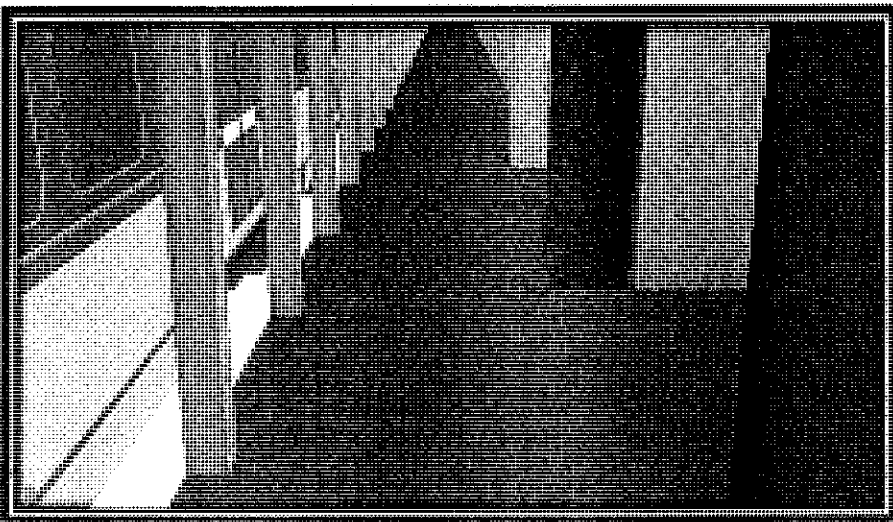


Figura 20 – Vista Típica de la Plataforma de la Estación 2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO GARCÍA SOTO
Presidente del Consorcio

006092

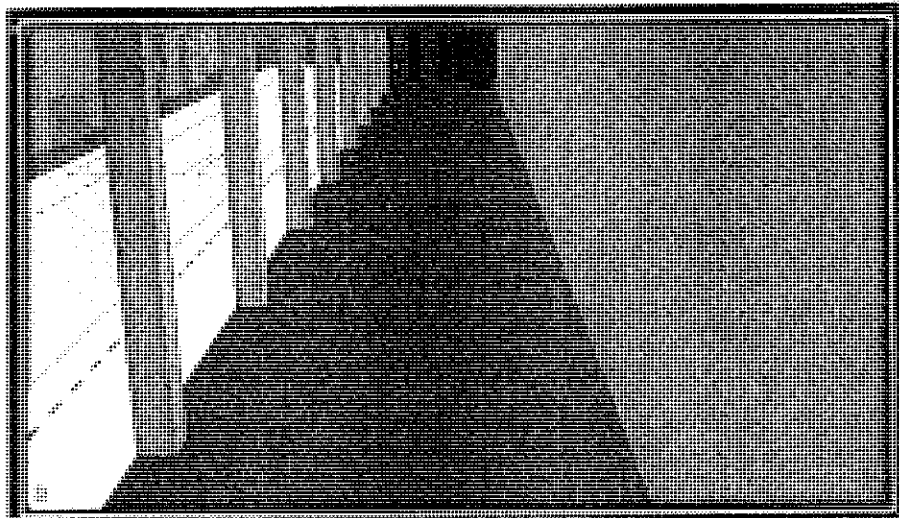


Figura 21 – Vista Típica de la Plataforma de la Estación 3

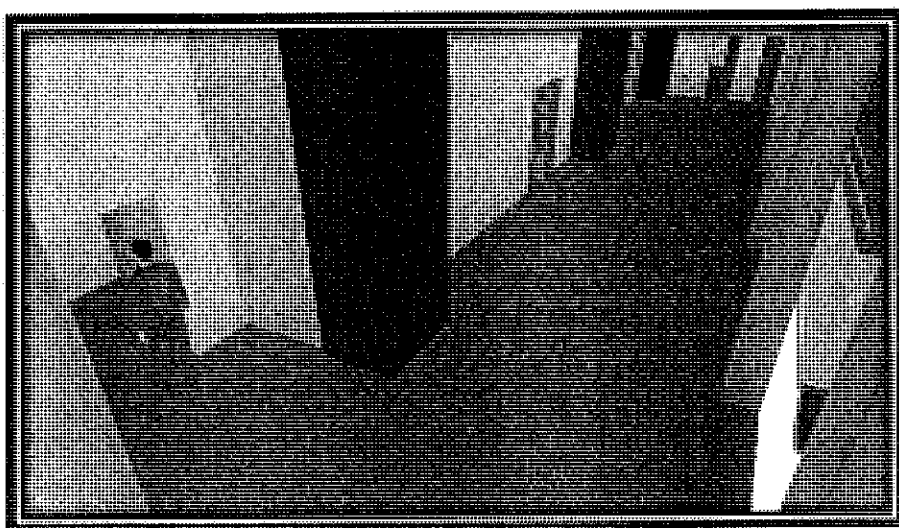


Figura 22 – Vista Típica de la Puerta del Ascensor a nivel de la Plataforma de la Estación

EXPOSICIÓN DE INTERÉS PÚBLICO
ALCOPRO y SUTACOP S.A. SUCURSALES
REPUBLICA PERUANA



30

(24)

1.4.2Patio/Taller

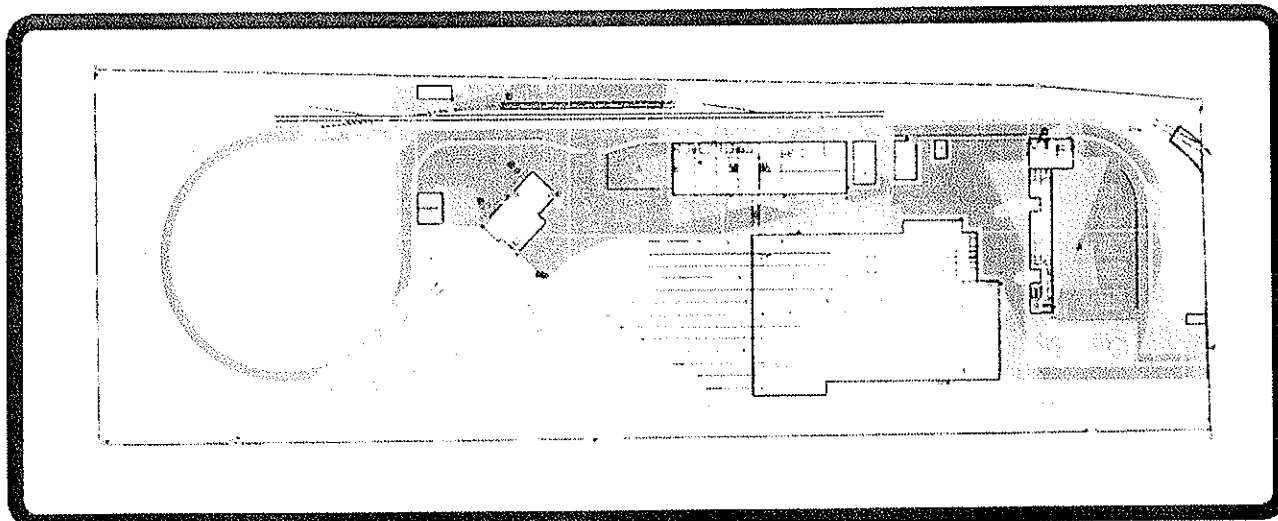


Figura 23 - Ubicación general del CCTV en el patio/taller

Como parte del patio/taller se cubrirán las siguientes áreas:

- Entrada y salida del túnel

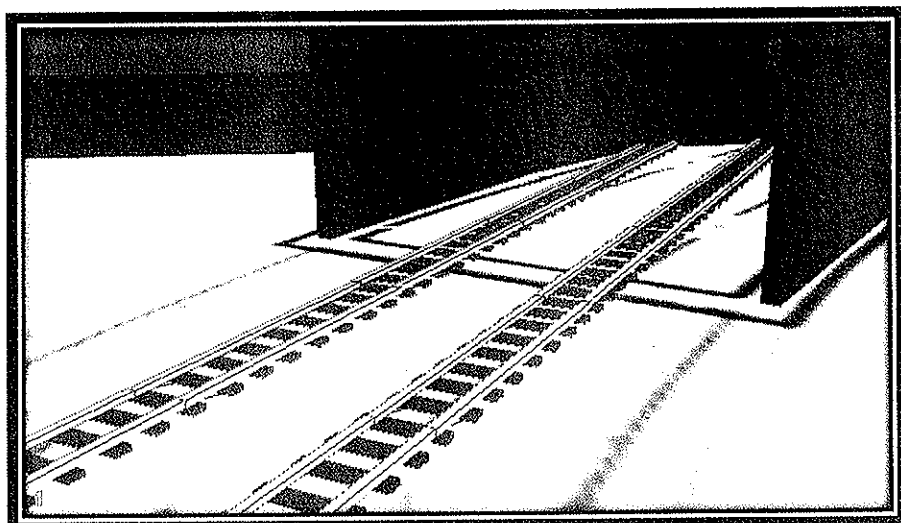


Figura 24 – Vista de la Boca del Túnel del patio/taller

- Áreas de Conmutación

006094

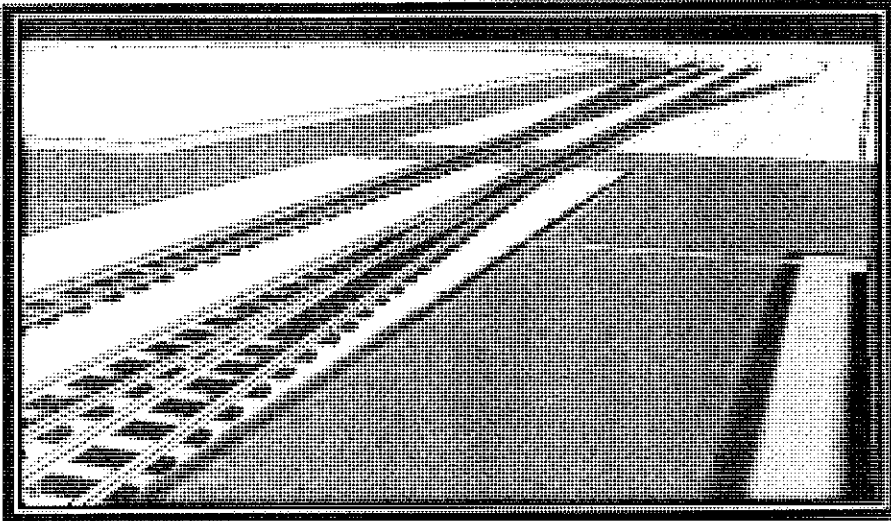


Figura 25 – Vista de las Áreas de Conmutación del patio/taller

- Área de lavado

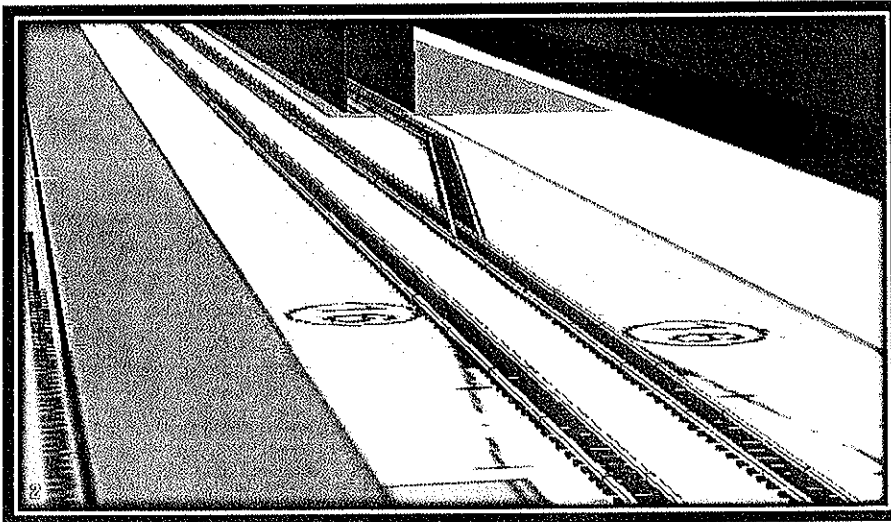


Figura 26 – Vista del Área de Lavado del patio/taller

- Cerca perimetral

PROYECTO DE INVERSIÓN
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA"
DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO

1/3

2013

261

006095

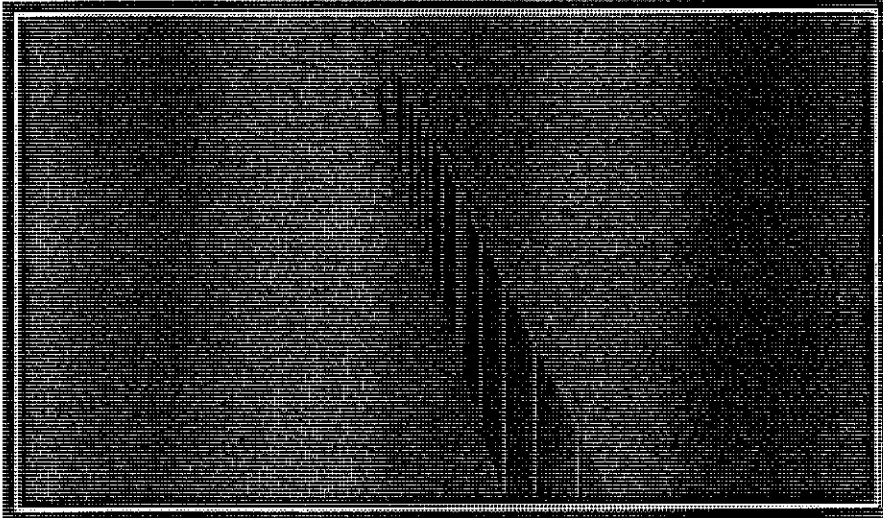
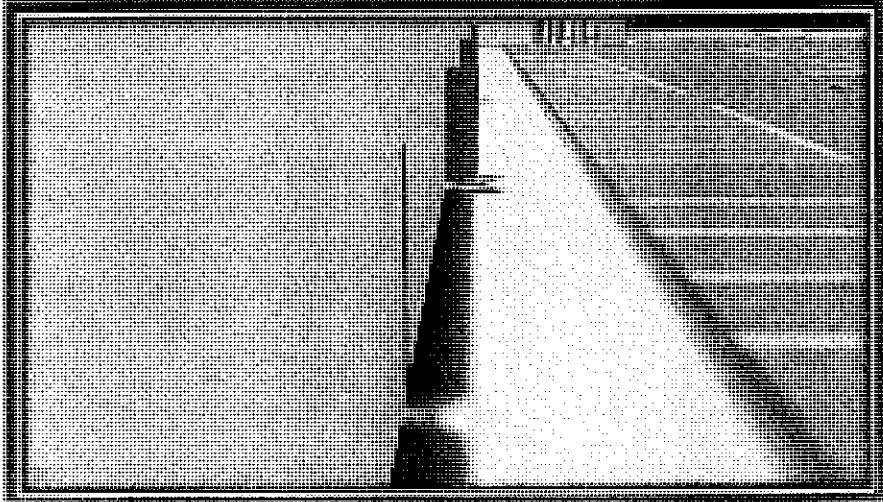
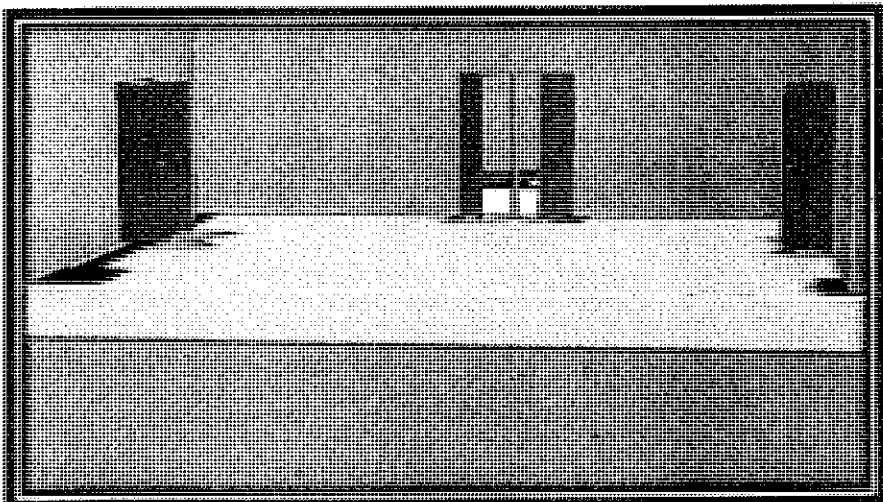


Figura 27 – Vista de la Cerca Perimetral del patio/taller

- Acceso a los edificios



CONSORCIO [6469] NUEVO METRO DE LIMA
ALBUCAERAS 1000, LIMA
REPRESENTACIÓN LEGAL



3
10

[27]

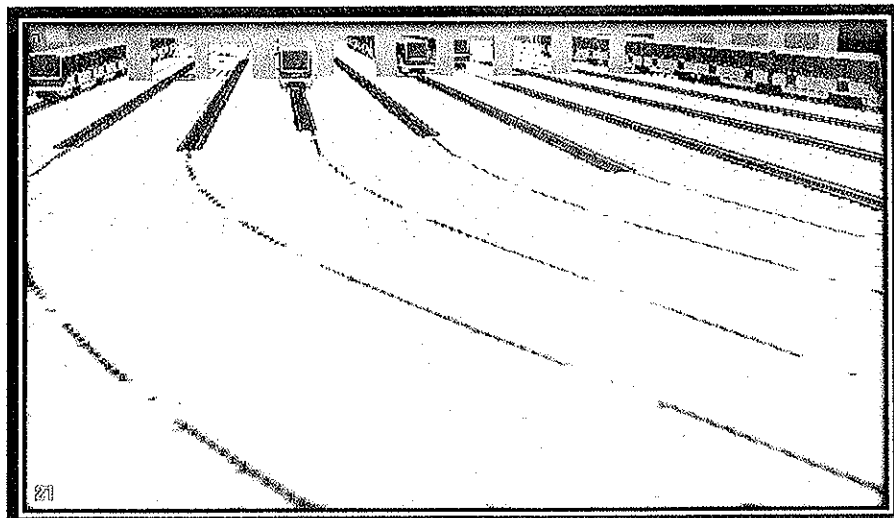


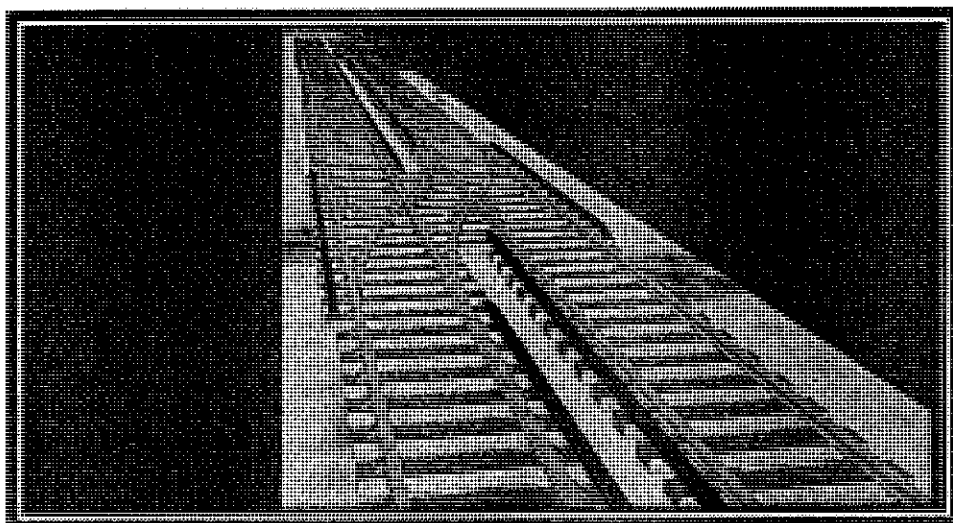
Figura 28 - Entradas al Edificio del patio/taller

- Sala de control, salas técnicas, salas de almacenamiento con materiales de almacenamiento peligrosos

1.4.3 Cámaras de línea

A lo largo de la línea, varias zonas diferenciadas serán cubiertas por las cámaras del CCTV con función día y noche incluyendo:

- Áreas de maniobras de conmutación – En el diseño de la línea actual se han contado un total de 29 maniobras de conmutación. Cada conmutación será monitoreada por una sola cámara.



CONSORCIO [6470] NUEVO METRO DE LIMA
 ALBERTO P. [Signature]
 REPRESENTANTE LEGAL

Figura 29 – Vista de las maniobras de conmutación de las cámaras de línea

Cada tipo de pozo incluye la cobertura de su acceso ferroviario, entrada a las salas críticas y la puerta de salida de emergencia desde el interior.

- Salidas de pozo y de emergencia tipo 1

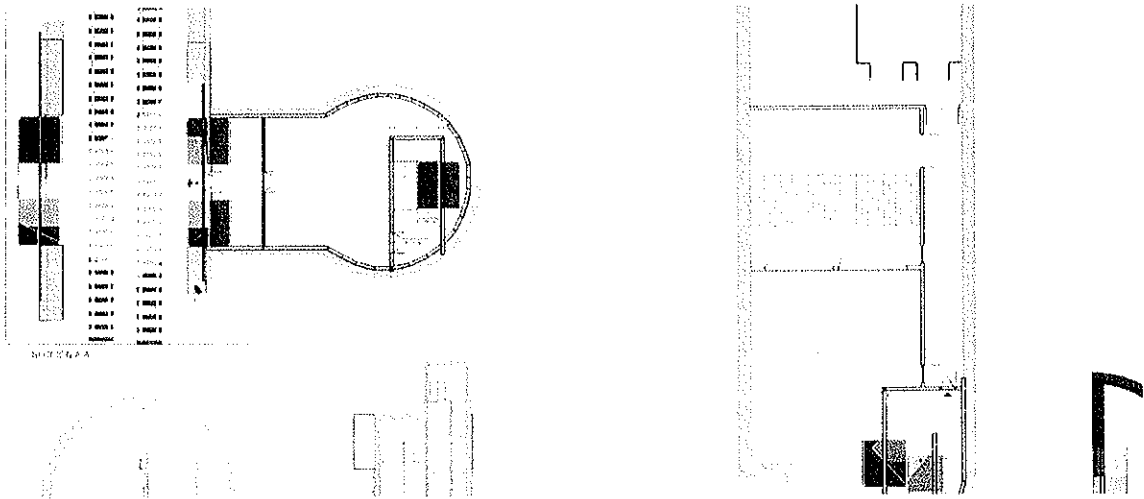


Figura 30 – Ubicación de la Cámara del Pozo Tipo 1

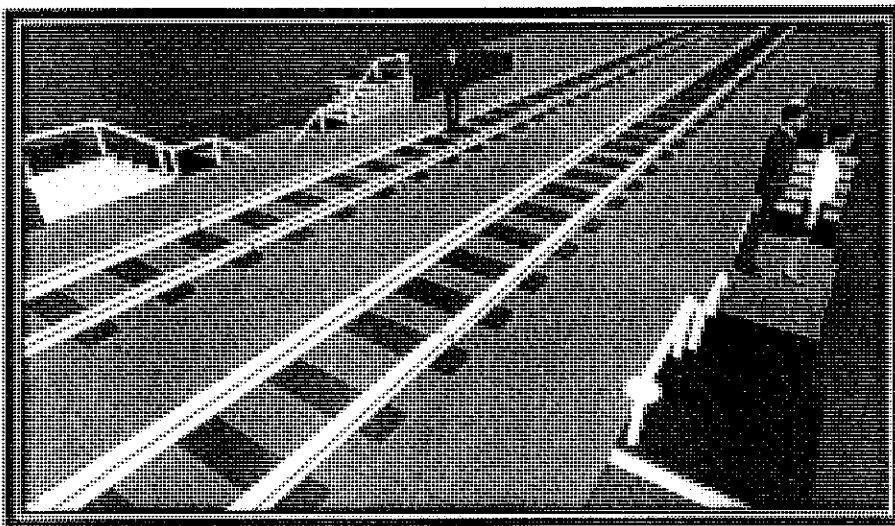


Figura 31 – Vista de la Entrada al Pozo Tipo 1

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL
ALFA ROMEO S.A. SUCURSAL DE
INGENIERIA CIVIL Y LEGAL

006098

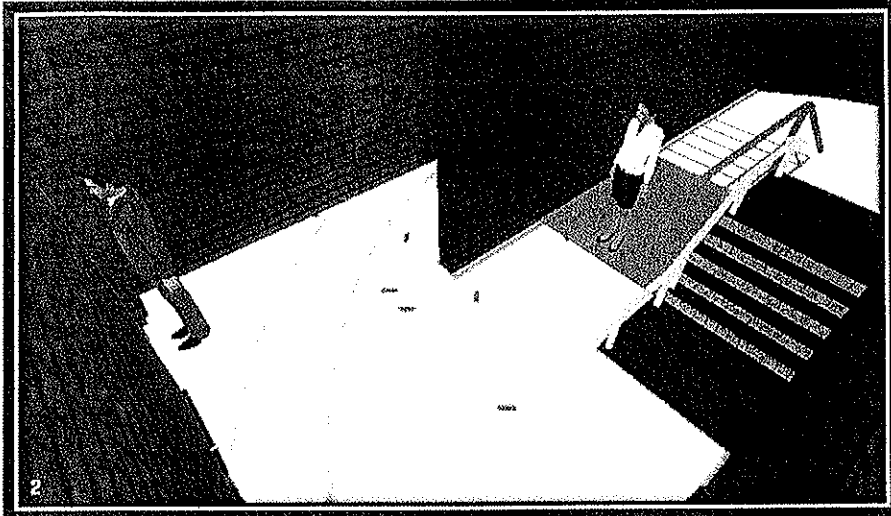


Figura 32 – Vista del Área Crítica del Pozo Tipo 1

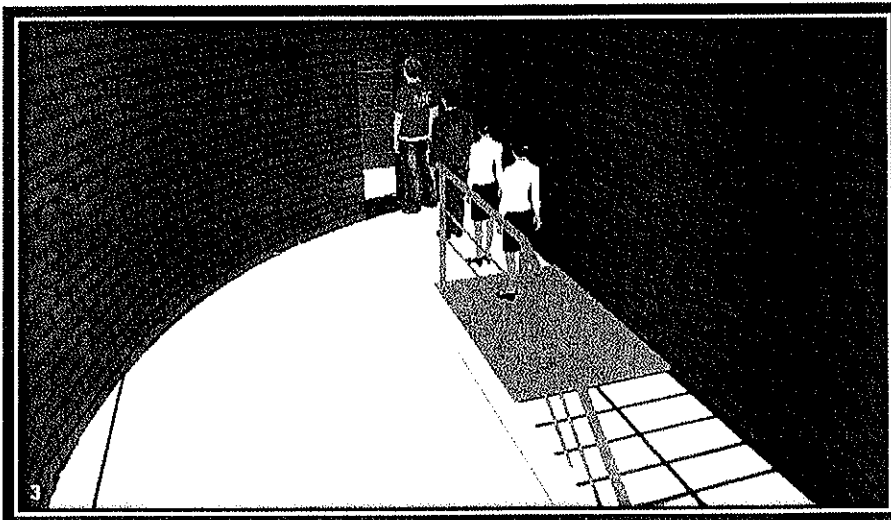


Figura 33 – Vista de la Salida de Emergencia Tipo 1

- Salidas de Pozo y de Emergencia Tipo 2

REVISADO Y APROBADO POR:
AL. LUCAS P. S. (Firma)
REVISOR: XIMENIZ LEGAL

006199

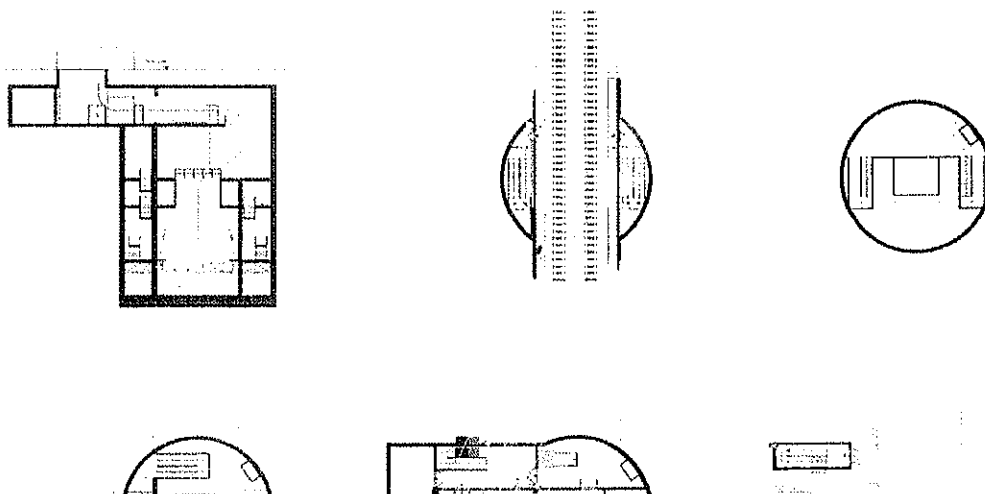


Figura 34 – Ubicación de la Cámara del Pozo Tipo 2

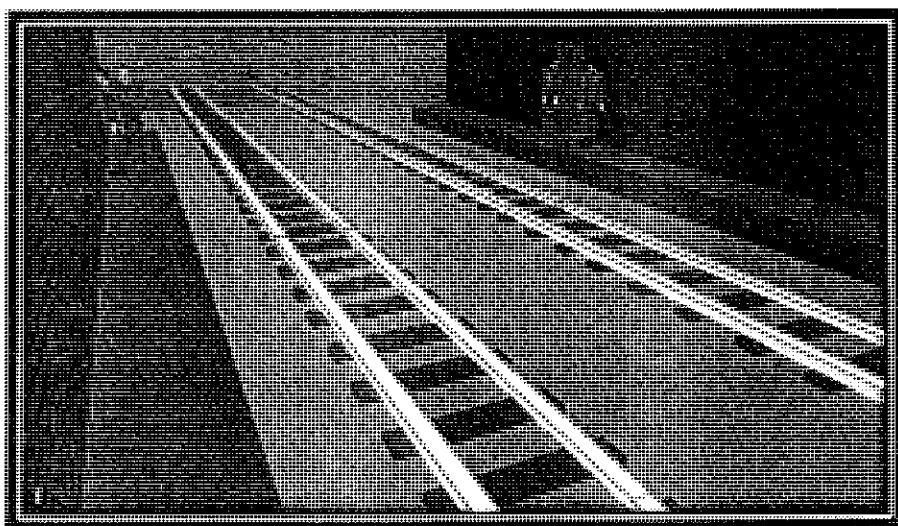
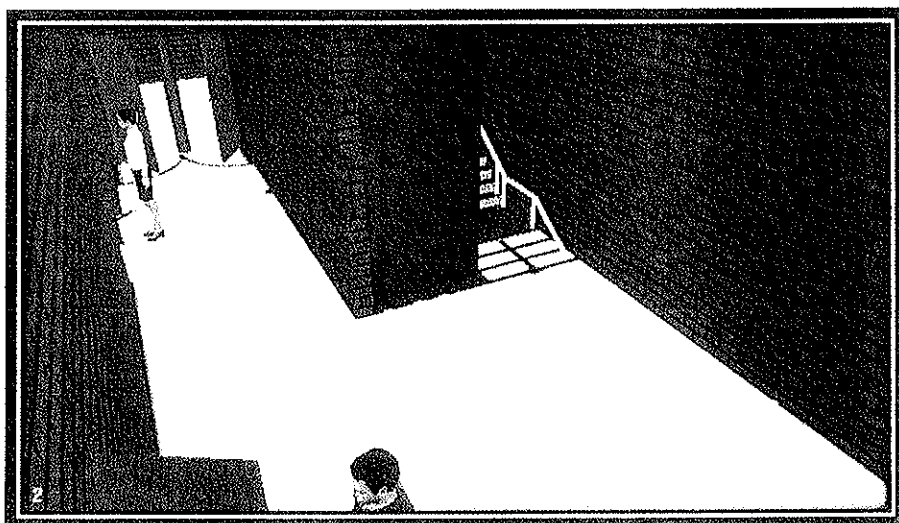


Figura 35 – Vista de la Entrada al Pozo Tipo 2



VISTAS FOTOGRAFADAS
 AUTORES: [illegible]
 REPRESENTANTE LEGAL: [illegible]

006100

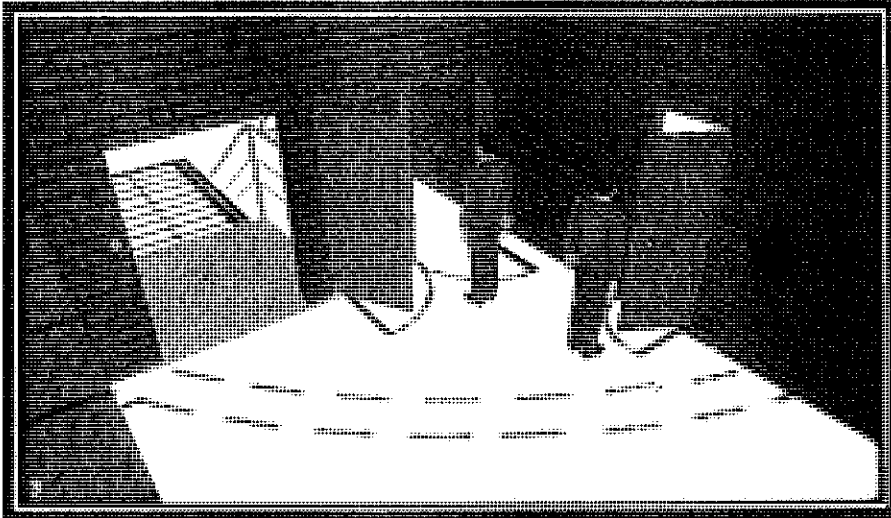


Figura 36 – Vista del Área Crítica del Pozo Tipo 2

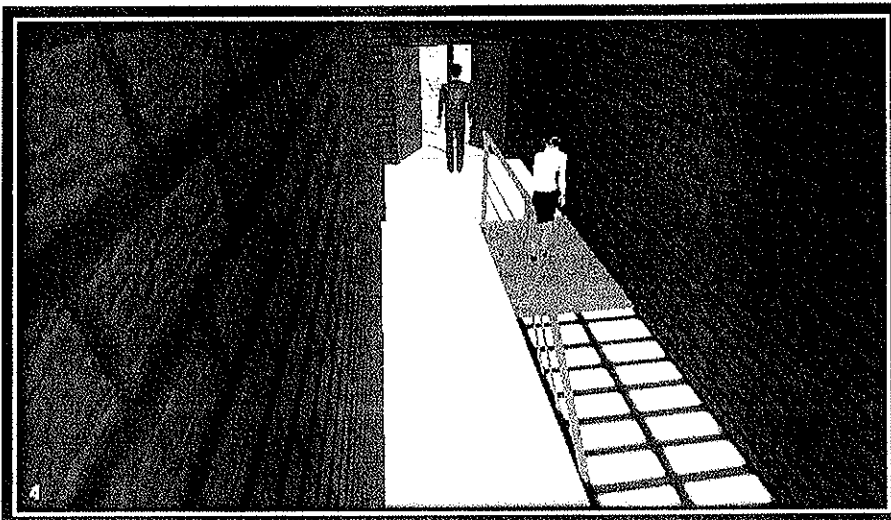


Figura 37 – Vista de la Salida de Emergencia Tipo 2

- Salidas de pozo y de emergencia tipo 3



006101

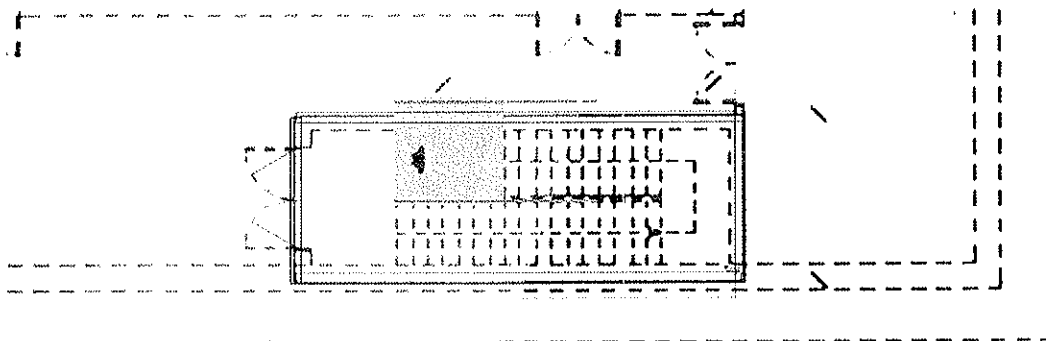


Figura 38 – Ubicación de la Cámara del Pozo Tipo 3

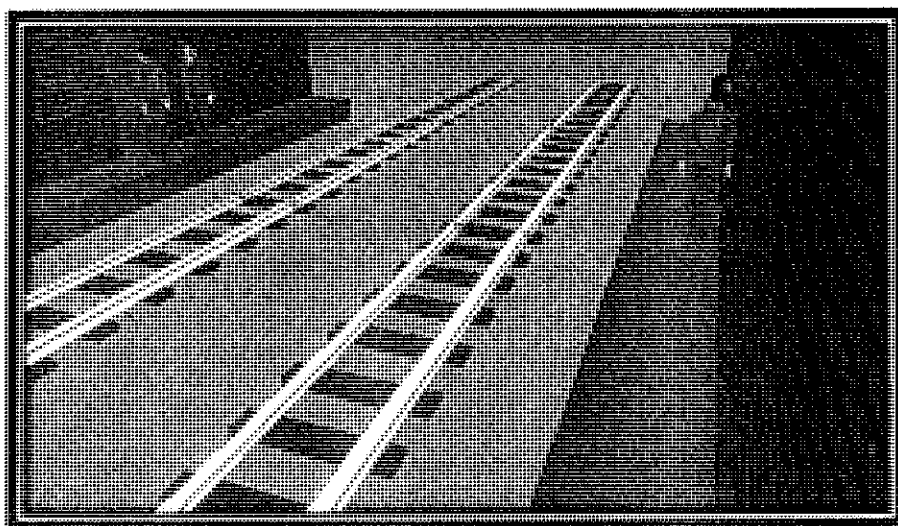


Figura 39 – Vista de la Entrada del Pozo Tipo 3

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
MUNICIPALIDAD DE LIMA

006102

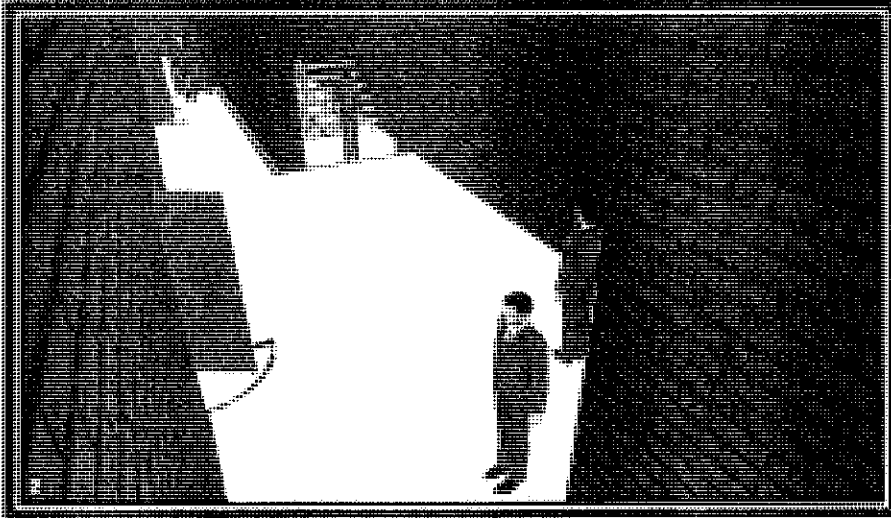


Figura 40 – Vista del Área Crítica del Pozo Tipo 3

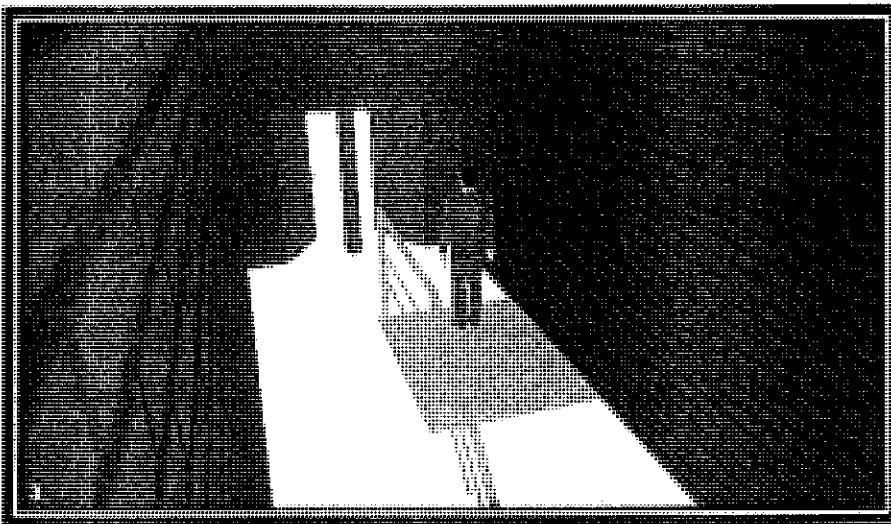


Figura 41 – Vista de la Salida de Emergencia Tipo 3

1.4.4 Cámaras de a bordo del tren

Los coches de pasajeros deberán estar cubiertos por 2 cámaras de bordo del tren que permitan la vista del interior.

CONSORCIO METRO DE LIMA
ALCALDÍA MUNICIPAL DE CALLAO
REVISADO POR EL CAL

006103

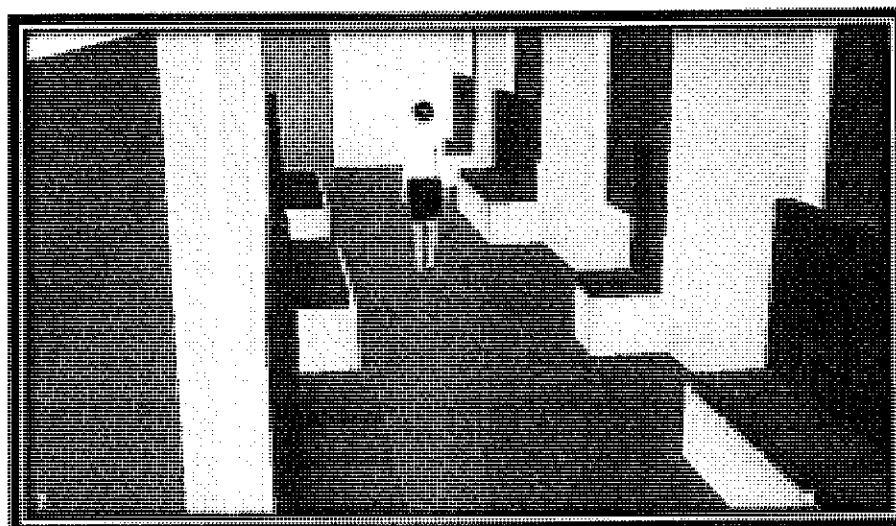
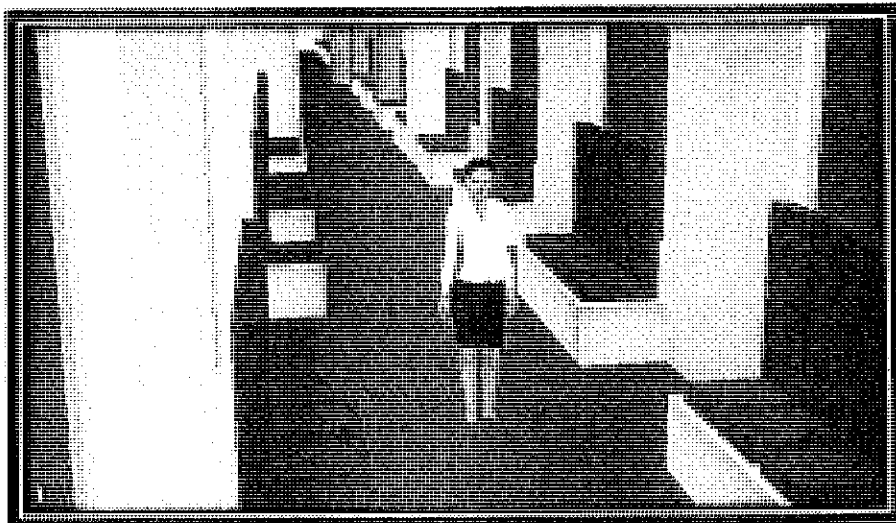


Figura 42 – Vista de las Cámaras de bordo del tren

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO BUSTAMANTE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

006104

C.1.2.7.3 Nº DOCUMENTO	C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO TIPO DE DOCUMENTO
-------------------------------	--

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.7.3) SUBSISTEMA DE RELOJERÍA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
Agencia de Promoción de la Inversión Privada
INVERSIÓN 





Índice

006105

Índice.....2

1. SUBSISTEMA DE RELOJERÍA3

1.1 Funcionalidades generales 3

1.2 Requisitos funcionales y criterios generales de diseño 3

1.3 Interfaces..... 3

1.4 Arquitectura..... 4


1.5 Equipos..... 4

1.5.1 Reloj Maestro Central 4

1.5.2 Reloj Maestro/Esclavo 4

1.5.3 Relojes Esclavos..... 5

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALIADO OPERACIONAL DEL CARRIL
 DEL CENTRO DE LIMA



006106

1. SUBSISTEMA DE RELOJERÍA

1.1 *Funcionalidades generales*

El Subsistema de Relojería está diseñado para proporcionar una precisa sincronización de tiempo para todos los sistemas y para mostrar la información de tiempo para el personal operativo y los pasajeros.

Las partes esenciales del Sistema de Reloj son:

- Reloj Maestro Central;
- Relojes Sub-maestro;
- Relojes de Indicador Digital;
- Relojes de Indicador Analógico;

1.2 *Requisitos funcionales y criterios generales de diseño*

El Subsistema de Relojería consiste en un Reloj Maestro Central ubicado en el OCC y los relojes Sub-maestro en cada Estación y Relojes Digitales/Analógicos instalados en el OCC, Estaciones, Depósito, ESS, Salas Técnicas.

Con el fin de garantizar una información uniforme y confiable, el sistema está equipado con un Reloj Maestro Central sincronizado por GPS que distribuye el tiempo correcto a los Relojes Sub-Maestro y los demás sistemas que requieran la hora correcta a través de protocolos NTP.

Para asegurar un funcionamiento confiable y estable del Sistema de Reloj y hacer que la disponibilidad sea la más alta posible, incluso durante desperfectos, se utilizan varias funciones de tolerancia a fallos.

En caso de interrupción de la señal de sincronización GPS, el Reloj Maestro Central continuará operando de manera autónoma y tan pronto como la señal de sincronización se restablezca el Reloj Maestro Central se reajustará automáticamente.

Los relojes se sincronizan desde el Reloj Maestro Central o los Relojes Sub-Maestro.


Los relojes se colocan en lugares públicos estratégicos (plataforma y explanadas) y ubicaciones operativas (sala técnica, sala de control maestro de la estación)

1.3 *Interfaces*

El sistema de reloj está diseñado para atender la interconexión interna y externa del siguiente sistema a través del protocolo NTP en el OCC.

- Sistema de Red de Transmisión y Datos;
- Sistema Telefónico;
- Sistema CCTV;
- Sistema de Altavoces;
- Sistema de Información para Pasajeros;
- Sistema de Alarma de Incendio;
- Sistema de Señalización;

El sistema de reloj se debe interconectar con el sistema de red vía IP para la interconexión de todas las estaciones de reloj sub-maestro al OCC.


 CONSOR [6480]
 ALFONSO DEL PUERTO
 REPRESENTANTE LEGAL

1.4 *Arquitectura*

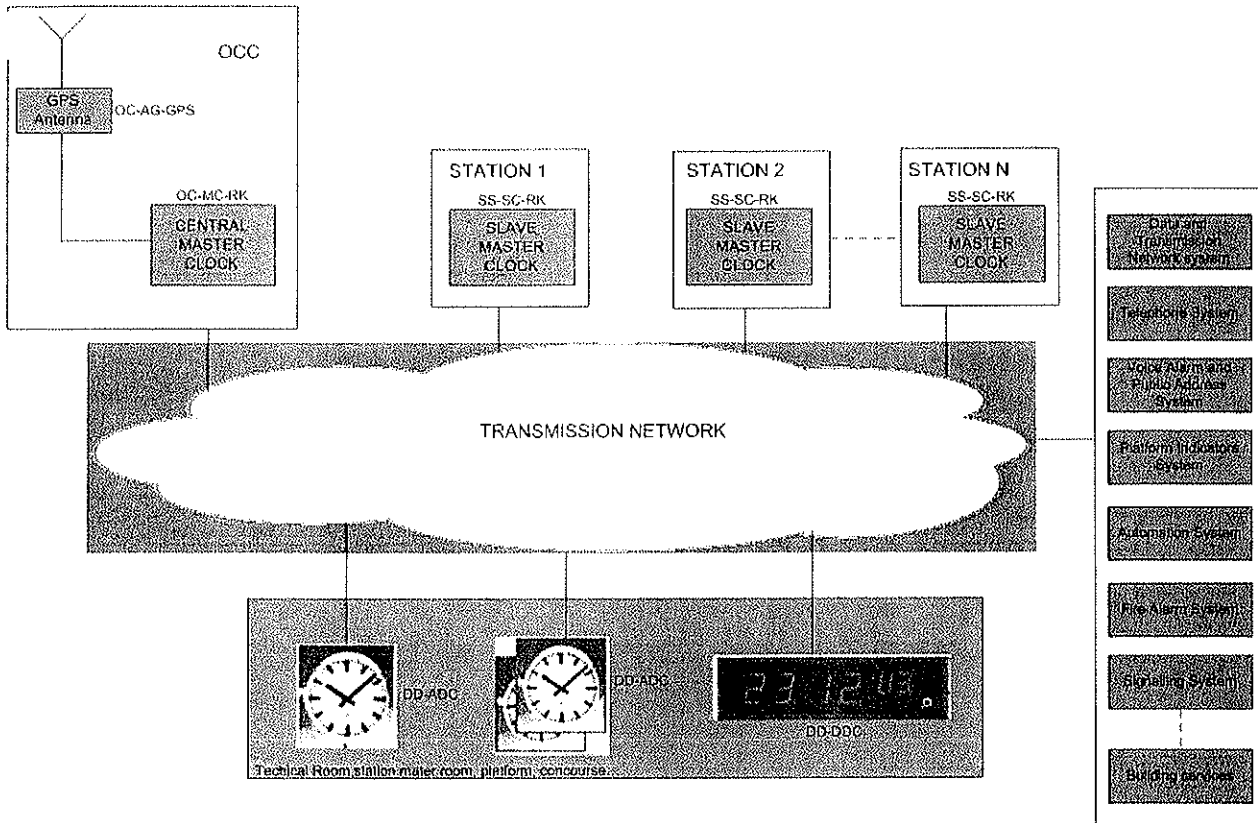


Figura 1: Arquitectura del Sistema de Sincronización

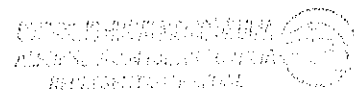
1.5 *Equipos*

1.5.1 Reloj Maestro Central

El Reloj Maestro Central es capaz de controlar los relojes esclavos y se utiliza como una referencia exacta de tiempo NTP (hora del servidor) para otros sistemas del metro.

En el Reloj Maestro Central habrá un receptor GPS que se sincroniza con la señal satelital GPS para proporcionar la hora local estándar mediante el uso de una antena GPS exterior.

Este estará conectado al conmutador de la estación para la sincronización de aquellos sistemas que requieren la sincronización en tiempo real.



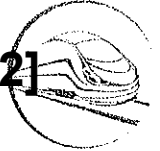
1.5.2 Reloj Maestro/Esclavo

La unidad de reloj maestro/esclavo deberá proporcionar la misma funcionalidad que la unidad de reloj maestro OCC con la excepción de que la fuente de referencia de tiempo es generada por el reloj maestro OCC.

El objetivo principal del Reloj Maestro/Esclavo es proporcionar una fuente continua de tiempo a los subsistemas y relojes esclavos en caso de fallo del reloj maestro.

Cuando falla el Reloj Maestro Central, el Reloj Maestro Esclavo funciona utilizando el NTP. Se sincroniza con el Reloj Maestro Central vía NTP utilizando sus facilidades P2P (entidades pares).

En esta facilidad, el Reloj Maestro/Esclavo por turnos dará la hora exacta a los sub-sistemas dentro de su localización vía NTP.



Sólo el Reloj Maestro Central requiere protección contra rayos debido a la antena que va a ser instalada externamente.

Se instalarán pararrayos en línea en el punto de entrada del cable de la antena en el edificio. Esto brindará protección para el módulo receptor GPS que forma parte del Reloj Maestro Central.

006108

1.5.3 Relojes Esclavos

Los Relojes Esclavos propuestos son los siguientes:

- Relojes Digitales
- Relojes Analógicos

La tipología y dimensión de los relojes esclavos será seleccionada de acuerdo a la posición y función.

CONSORCIO METRO DE LIMA
ALCALDÍA DEL METRO DE LIMA
REPRESENTANTE LEGAL



006109

<p>C.1.2.7.4</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
--------------------------------------	---

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.7.4) PANELES DE INDICACIÓN

[Faint signature and stamp]

[Handwritten signature]

Índice

006110

Índice.....2

1. Subsistema de Paneles de Indicación (SPI).....3

1.1 Consola PID.....4

1.2 Nivel de la calle4

1.2.1 Pantalla a nivel de la calle 4

1.3 Nivel de explanada..... 5

1.3.1 Pantalla a nivel de la calle 5

1.4 Nivel de plataforma..... 5

1.4.1 Pantalla de vía..... 5

1.5 Sala técnica 5

1.5.1 Bastidor de la estación 5

1.6 PID integrado..... 5

1.7 Centro de Control..... 6

1.7.1 Bastidor central..... 6

1.7.2 Estación de trabajo DMT..... 6

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA



PRO
201

1. Subsistema de Paneles de Indicación (SPI)

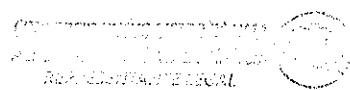
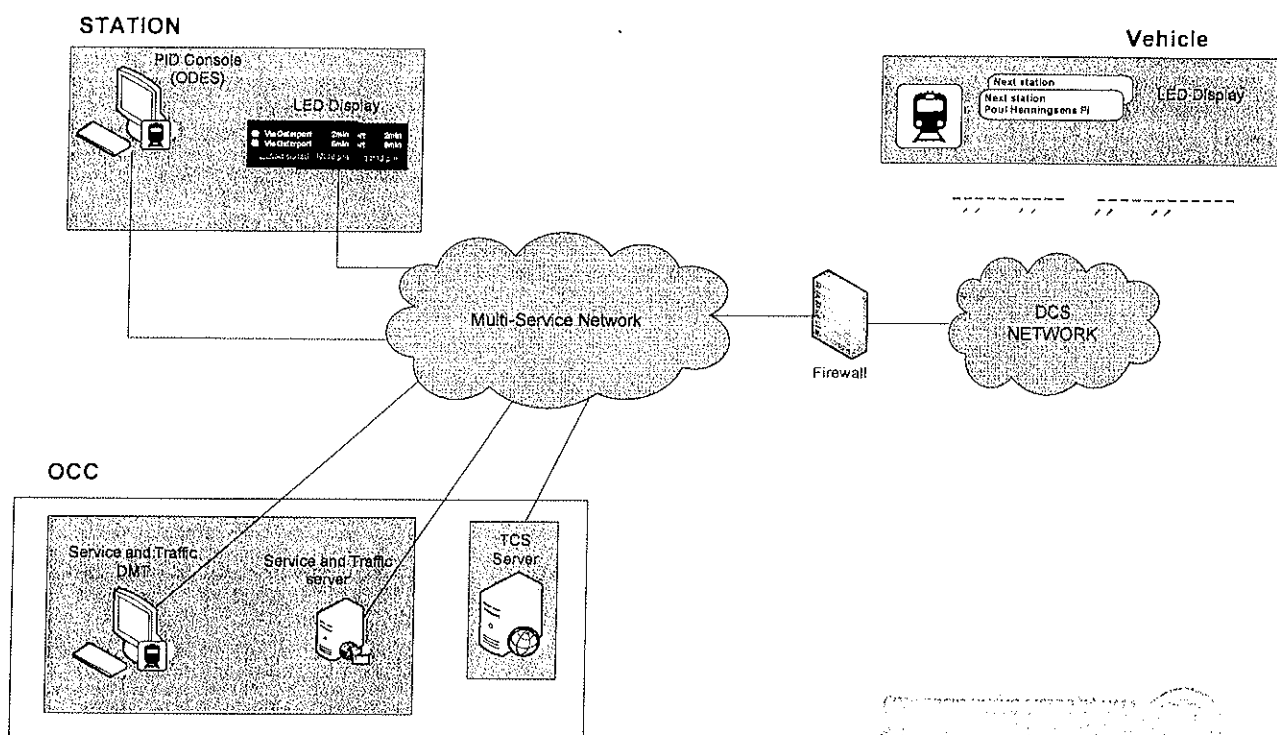
El Subsistema de Paneles de Indicación (SPI) incluye:

- Pantalla de Información para pasajeros en todas las estaciones;
- Pantalla de Información para pasajeros en cada Vehículo de Pasajeros;
- Hardware para PIS en todas las estaciones y en el OCC.

La arquitectura del Subsistema de Paneles de Indicación está compuesta básicamente por:

- servidores y estaciones de trabajo;
- pantalla de estación desplegada en localizaciones fijas siempre que sea necesario;
- dispositivos integrados.

La siguiente ilustración muestra la arquitectura general del subsistema SPI:



Los equipos periféricos en las estaciones están conectados al equipo central a través de la Red de Servicios Múltiples establecida para la línea del metro, mientras que el equipamiento integrado está conectado al equipo central a través de la red DCS y la Red de Servicios Múltiples.

El tren y la información de servicio serán mostrados.

La Información del Tren representa el área más tradicional: incluye información de servicio como la hora de llegada de los próximos trenes, destino del próximo tren, las previsiones de retraso, la información de conexión, etc., y es útil para la planificación del propio viaje de los pasajeros.

Servicio se refiere a la visualización de la información de interés general (por ejemplo, cambios en los horarios debido a las obras en curso, los nuevos servicios que se ofrecen en las estaciones, etc.), así como la visualización de mensajes como "evacuación de estación", "alarma de incendio", etc. lo que aumenta la efectividad de los anuncios reales del sistema de seguridad en caso de emergencia

Todas las pantallas están vinculadas directamente a la Red de Transmisión mediante un enlace de Ethernet.

006112

La Pantalla de Visualización está conectada al centro de control a través de la Red de Radio de Trenes.

La pantalla LED de Información para Pasajeros se instalará en:

- Estación
 - A nivel de la calle
 - Nivel de explanada
 - Nivel de plataforma
- Integrado

Los PIS están diseñados para un funcionamiento continuo las 24 horas del día los 365 días del año.

Se admiten los siguientes tipos de información visual para pasajeros:

- Información para pasajeros generada automáticamente por el PIS, utilizando el Sistema de Gestión de Tráfico (ATC-datos)
- Información semiautomática para pasajeros: el operador PIS puede seleccionar y difundir información predefinida
- Información manual para pasajeros: El operador tipea manualmente un mensaje

Para la transmisión manual y la información semiautomática, es posible para el operador PSIS seleccionar:

- Una sola unidad y cualquier combinación de unidades individuales, por ejemplo un PID específico en un tren específico.
- Grupos predefinidos de unidades, por ejemplo, PID de todas las estaciones de la vía 2 en la estación específica 4.
- Todas las unidades

Para la presentación de la información semiautomática para pasajeros, se brindan las posibilidades mencionadas a continuación.

Cualquier información predefinida puede ser:

- 1) Seleccionada para ser presentada de manera instantánea
- 2) Programada para ser presentada en fechas/horas específicas
- 3) Definida para repetirse a intervalos de tiempo establecidos por el usuario
- 4) Definido para ser presentado ante la ocurrencia de eventos específicos

Es posible combinar:

- 2) y 3), es decir, durante un período particular, la información se repite a intervalos de tiempo definidos por el usuario.
- 3) y 4), es decir, cuando se produce un evento específico, la información se repite a intervalos de tiempo definidos por el usuario.

El sistema PIS es configurable y controlado centralmente a través de la red.

1.1 Consola PID

La función básica de la Consola PID para el Operador de Estación es:

- 1) Enviar manualmente un texto a PID



1.2 Nivel de la calle

1.2.1 Pantalla a nivel de la calle

En todas las entradas de las estaciones a nivel de la calle, una Pantalla de Información para Pasajeros está implementada ante el ascensor y brinda información acerca de las salidas.

La Pantalla de Información para Pasajeros al nivel de la calle ante el ascensor tiene el propósito de mostrar los nombres y el tiempo de intervalo en minutos del arribo de los próximos trenes a la plataforma.

Durante el funcionamiento anormal, estas pantallas muestran información sobre posibles interrupciones y/o problemas.

Los paneles utilizan un cristal protector no reflectante en la parte delantera.

Estas pantallas propuestas están basadas en la tecnología LED.

1.3 Nivel de explanada

1.3.1 Pantalla a nivel de la calle

Estas pantallas estarán ubicadas en las entradas. Tienen las mismas características de las Pantallas a Nivel de la Calle e incluyen también el reloj para mostrar información sobre el tiempo.

1.4 Nivel de plataforma

1.4.1 Pantalla de vía

El propósito de la pantalla de vía PID es proporcionar información sobre el nombre y los tiempos de salida de los próximos trenes que llegan a la vía y el número de vía. También incluye el reloj para mostrar información sobre el tiempo.

La pantalla será capaz de mostrar otro tipo de información (por ejemplo, problemas mecánicos del ascensor y las escaleras); simultáneamente con la información arriba mencionada y por la alternancia entre diferentes cuadros de información.

Estas pantallas son de doble cara.

Estas pantallas, normalmente, están basadas en la tecnología LED.

Cualquier pantalla LED está compuesta por los siguientes subsistemas:

- Una superficie activa, basada en la tecnología LED, que se utiliza para mostrar información visual, dependiendo del tipo de pantalla, la superficie activa puede ser alfanumérica, completamente gráfica o parcialmente gráfica.
- Se utiliza electrónica de control para conducir la superficie activa y aplicar los protocolos de comunicación hacia el ordenador principal.
- Componentes auxiliares, incluidas todas las partes que son útiles (pero no vitales) para las operaciones de visualización; estos componentes incluyen sensores de luminosidad, subsistema de diagnóstico, disyuntores, etc.
- Sección de suministro de energía, que se utiliza para alimentar a todos los componentes electrónicos.
- Un recinto que contenga todos los elementos anteriores. Todas las pantallas están diseñadas para cumplir con el grado IP requerido.

1.5 Sala técnica

1.5.1 Bastidor de la estación

Los principales componentes del sistema están montados en bastidores estándar de 19" pulgadas, colocados en la sala de telecomunicaciones de las estaciones. Los bastidores estarán equipados con puertas en los lados frontal y trasero.

1.6 PID integrado

Todos los Vehículos de pasajeros están equipados con PID dinámico de doble cara.

CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA



G.1.2.7.4) Subsistema de Paneles de Indicación

Las pantallas de doble cara están montadas en el techo en la zona central de cada vehículo y perpendicular a la dirección de desplazamiento.

Estas pantallas propuestas están basadas en la tecnología LED.

1.7 Centro de Control

En el centro de control se suministrará todo el equipo y se instalarán todas las aplicaciones necesarias para el funcionamiento del Subsistema de Paneles de Indicación .

Los principales componentes están montados en bastidores estándar de 19" pulgadas, colocados en la sala de telecomunicaciones del OCC:

- Servidor N°1: para la gestión de los paneles dedicados a la información y servicio de trenes
- Estación de trabajo DMT N°1: una estación de trabajo maneja las pantallas

Los bastidores estarán equipados con puertas en los lados frontal y trasero.

Para la redundancia, se suministrará lo mismo por arriba del equipo en un bastidor más.

1.7.1 Bastidor central

Los servidores manejan la aplicación de visualización que distribuye los datos contenidos a través de las pantallas LED, también gestionan la información de diagnóstico recibida de estos equipos.

1.7.2 Estación de trabajo DMT

La lógica de la arquitectura DMT suministrará una redundancia funcional de la función básica PIS en caso de doble fallo TCS.

Las funciones básicas de Servicio y Tráfico DMT son:

- 1) Enviar manualmente un texto a PID
- 2) Enviar manualmente DATOS a PID
- 3) Recibir avisos de diagnóstico básicos de los paneles PID
- 4) Enviar mandos como encender/apagar o reiniciar.

06115

<p>C.1.2</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
----------------------------------	---

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.7.5) SUBSISTEMA DE DIFUSIÓN SONORA (SISTEMAS DE INFORMACIÓN AL PÚBLICO)


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 

006115

C.1.2.7.5 N° DOCUMENTO	C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO TIPO DE DOCUMENTO
-------------------------------	--

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.7.5) SUBSISTEMA DE DIFUSIÓN SONORA



Índice

006116

Índice..... 2

1. SUBSISTEMA DE DIFUSIÓN SONORA 3

1.1 Funcionalidades del sistema..... 3

1.2 Arquitectura..... 3

1.2.1 Equipo OCC..... 5

1.2.1.1 Bastidor..... 5

1.2.2 Equipo de la estación y depósito..... 5

1.2.2.1 Consolas de la estación/depósito 6

1.2.2.2 Amplificadores..... 6

1.2.2.3 Bastidores..... 6

1.2.2.4 Altavoces 6

1.2.3 Equipos de a bordo..... 7

1.3 Rendimiento del sistema..... 7

1.3.1 Redundancia..... 7


1.3.1.1 OCC 7

1.3.1.2 Estación 8

1.3.1.3 Sistema a bordo..... 8

1.3.2 Alarmas..... 8

1.3.3 Capacidad de ampliación 8


 [Handwritten signature]

006117

1. SUBSISTEMA DE DIFUSIÓN SONORA

1.1 Funcionalidades del sistema

El Subsistema de Difusión Sonora permite a los operadores en las estaciones y en el centro de control operativo (OCC) transmitir mensajes de voz (tanto en vivo como pregrabados) para fines informativos, operativos o de emergencia.

Los dispositivos para la transmisión de audio deben estar instalados en todas las áreas donde los pasajeros o el personal puedan estar presentes, por ejemplo: plataformas, explanada, salas técnicas.

Las líneas de altavoces están divididas en las siguientes zonas lógicas:

- Zonas de pasajeros
- Salas técnicas

Los anuncios de voz pueden realizarse por los operadores del OCC y de las estaciones. Desde el OCC cada zona de anuncio del metro se puede seleccionar (zona de la estación, zona de depósito y salas técnicas). Un operador de estación puede transmitir un aviso de voz sólo en su estación.

Los anuncios de voz del OCC son posibles por medio de las estaciones de trabajo del sistema de control de telecomunicaciones (TCS) (ver párrafo TCS). Las estaciones de trabajo TCS permiten la difusión de mensajes en vivo y grabados y recibir la información de diagnóstico principal del equipo PA, sobre el estado del sistema y la posibilidad de emitir mensajes.

Datos de diagnóstico detallados están disponibles por medio de un software NMS específico.

En el OCC también está instalada una consola de operador, para utilizar en caso de emergencia, (DMT, terminal para modo degradado).

Se puede configurar una prioridad diferente entre las consolas. En la configuración normal, la prioridad de la consola OCC es superior a las consolas de las estaciones.

Todos los mensajes de voz en vivo de los operadores del OCC se graban en una grabadora de audio.

1.2 Arquitectura

Sistema PA se basa en una arquitectura distribuida, con equipos en cada estación y depósito, controlado tanto desde la estación y del OCC.

El sistema PA está compuesto también por dispositivos a bordo. Este equipo es controlado por el OCC a través del sistema de comunicaciones de datos (DCS) que es una red de banda ancha inalámbrica.

El sistema está compuesto por las siguientes partes:

- En el OCC
 - Una unidad central redundante para el control y la gestión de todo el sistema (unidad central del OCC);
 - Una consola de mantenimiento y emergencia (terminal para modo degradado);
 - Consolas para los operadores del OCC, conectadas a las estaciones de trabajo TCS.
- En cada estación y depósito:
 - Una unidad de control de estación
 - Algunos amplificadores conectados a las líneas de altavoces
 - Consolas para los operadores de estación/depósito
 - Punto de anuncios de estación en cada plataforma
 - Líneas de altavoces

REP. LEGISLATIVO

[Handwritten signature]

- En cada unidad de tren
 - Códecs para la interfaz del sistema de radio
 - Amplificadores conectados a la línea de altavoces
 - Líneas de altavoces

En el OCC y en las estaciones, los componentes del sistema PA tienen interfaces TCP/IP y utilizan la red de servicios múltiples (ver los documentos específicos) para la comunicación entre el OCC y las unidades de las estaciones. En los trenes los componentes del sistema PA utilizan la red DCS para la comunicación entre el OCC y las unidades del tren.

La arquitectura general del sistema se muestra en el siguiente dibujo.

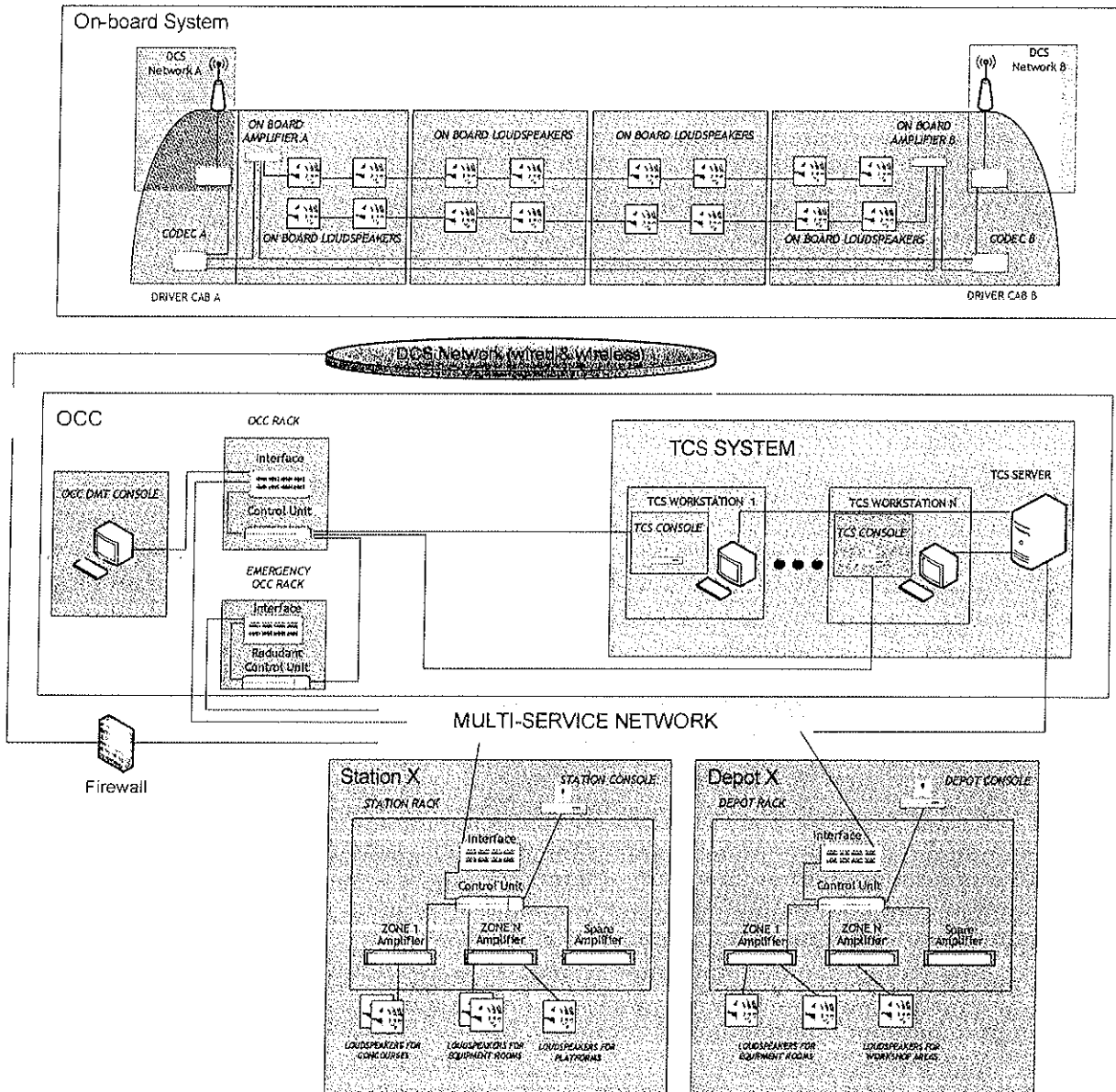


Figura 1 - Arquitectura del sistema

REVISADO POR: [Signature]

1.2.1 Equipo OCC

El sistema está controlado por el equipo OCC, compuesto por las siguientes unidades: 006119

- Una unidad central para el control y la gestión de todo el sistema (unidad central del OCC);
- Una unidad redundante para control y gestión;
- Una consola de mantenimiento y emergencia (terminal para modo degradado);
- Consolas para los operadores OCC, conectadas a las estaciones de trabajo TCS.

La unidad principal del sistema central es un servidor con una interfaz de software/hardware para el sistema TCS, de manera que las estaciones de trabajo de operador puedan utilizar las funcionalidades PA (para transmitir mensajes en vivo y grabados, para recibir las principales señales de diagnóstico, etc.).

Las funciones del equipo OCC son:

- Difusión de mensajes en vivo por medio del micrófono de la estación de trabajo del operador;
- Difusión de mensajes grabados en el servidor o en las unidades de estación
- Configuración de prioridad
- Configuración de grupos de selección de zona
- Selección de una estación/zona
- Selección de un grupo de estaciones/zonas
- Selección de un tren o un grupo de trenes
- Presentación de alarmas y señales de fallos recibidos desde las unidades de estación
- Grabación de alarmas y señales de fallo
- Grabación de eventos del sistema

Además de las estaciones de trabajo TCS, en el OCC hay una estación de trabajo del operador de mantenimiento, compuesta por:

- Una consola de control y gestión

Esta estación de trabajo, en caso de emergencia, se puede utilizar como un respaldo del sistema TCS (DMT - terminal para modo degradado). Estas estaciones de trabajo permiten la difusión de mensajes en vivo y recibir la información de diagnóstico de los equipos PA.

1.2.1.1 Bastidor

Los principales componentes del sistema están montados en bastidores estándar de 19" pulgadas, colocados en la sala de telecomunicaciones del OCC. Los bastidores tienen puertas en los lados frontal y trasero.

1.2.2 Equipo de la estación y depósito

Las funciones principales del equipo de la estación son:

- Recibir y difundir mensajes en vivo y grabados desde la unidad OCC,
- Difundir mensajes grabados en la unidad de la estación,
- Difundir mensajes en vivo desde las consolas de la estación,
- Monitorear el estado del equipo controlado (amplificadores, líneas de altavoces).

Las funciones principales del equipo del depósito son:

- Recibir y difundir, en zonas del depósito, mensajes en vivo y grabados desde la unidad OCC,
- Difundir, en zonas del depósito, mensajes grabados en la unidad del depósito,
- Difundir, en zonas del depósito, mensajes en vivo desde las consolas del depósito,

- Monitorear el estado del equipo controlado (amplificadores, líneas de altavoces).

Un amplificador de reserva está disponible en cada estación/depósito. El estado de los amplificadores está monitoreado y, en caso de fallo, el sistema cambia al amplificador de reserva.

Las líneas de altavoces están divididas en zonas lógicas (zonas de pasajeros, salas técnicas, zonas de talleres, etc.).

Un sonido es generado por el sistema antes de cada mensaje.

El sistema de la estación puede transmitir mensajes en la estación también cuando el vínculo con el OCC no esté disponible. Los mensajes pueden ser transmitidos por las consolas de la estación o por una consola de emergencia conectada a la unidad de control de la estación en el bastidor.

En cada plataforma está disponible un punto de anuncio de estación para hacer un anuncio de emergencia o para hablar con el operador de la estación.

1.2.2.1 Consolas de la estación/depósito

Las consolas permiten transmitir mensajes en vivo en las zonas seleccionadas.

La consola tiene:

- Un micrófono
- Un teclado con las siguientes teclas:
 - Una para cada zona,
 - Selección de todas las zonas,
 - Pulsar para hablar (PTT)
- Indicadores LED para el estado y potencia del sistema.
-

1.2.2.2 Amplificadores

La potencia de salida y el número de los amplificadores depende de las zonas lógicas, las áreas y el número de altavoces.

1.2.2.3 Bastidores

Los principales componentes del sistema están montados en bastidores estándar de 19" pulgadas, colocados en la sala de telecomunicaciones del depósito y las estaciones.

Los bastidores tienen puertas en los lados frontal y trasero.

1.2.2.4 Altavoces

Ya que las zonas de las estaciones y el ruido ambiente son muy diferentes, los altavoces tienen un transformador de adaptación de 100V con algunos reguladores para permitir la selección, en la fase de instalación, de potencia plena nominal o potencia reducida.

En las áreas del metro están instalados diferentes altavoces:

1. Corredor y explanada:
 - Altavoz de techo
 - Altavoz proyector de sonido
2. Salas de equipos
 - Altavoz montado a la pared
 - Altavoz con megáfono

Altavoces de techo

Los altavoces de techo están diseñados para una instalación rápida en un agujero en la cavidad del techo

[Faint signature and stamp]

Altavoces proyectores

Los altavoces del proyector de sonido se instalan con una placa de montaje fijada a la pared o al techo. El proyector de sonido puede ser orientado para obtener una reproducción de voz de alta calidad en aplicaciones interiores y exteriores.

Altavoces montados a la pared

Los altavoces para la sala de equipos tienen una caja de montaje para montaje en superficie.

Altavoces con megáfono

Los altavoces con megáfono están diseñados para uso en exteriores (están protegidos del agua) y para zonas muy ruidosas (garantizados para el nivel de alta presión).

1.2.3 Equipos de a bordo

Las funciones principales de los equipos de a bordo son:

- Recibir y difundir, dentro del tren, mensajes en vivo y grabados desde el OCC,
- Difundir, dentro del tren, mensajes grabados de señalización a bordo (por ejemplo: próxima estación, destino del tren)

El sub-sistema PA de a bordo está compuesto por dos códecs en cada unidad de tracción conectado con la red de radio del tren y dos amplificadores de potencia en cada unidad de tracción vinculados a las líneas de altavoces del techo.

Códec

Los códecs están en configuración maestro y esclavo y transmiten los mensajes de audio a los altavoces de techo instalados en todo el tren.

El códec A (maestro) está conectado a la red de radio del tren A y maneja ambos amplificadores.

El códec B (esclavo) está conectado a la red de radio del tren B y maneja los mismos amplificadores.

Amplificadores

Cada amplificador está vinculado a una sola línea de altavoces para garantizar la redundancia en caso de fallo de un amplificador o línea.

Altavoces de techo

Los altavoces de techo están diseñados para una instalación rápida en un agujero en la cavidad del techo.

1.3 Rendimiento del sistema

1.3.1 Redundancia

El sub-sistema PA está diseñado para un funcionamiento continuo las 24 horas del día los 365 días del año.

La arquitectura es totalmente redundante evitando cualquier punto único de fallo.

1.3.1.1 OCC

La unidad de control redundante está contenida en un bastidor separado en el OCC.

Ambas unidades de control OCC son exactamente idénticas con la misma funcionalidad, éstas están con configuración de respaldo, en caso de fallo de la unidad de control principal, la CU redundante entra en funcionamiento sin interrupción del servicio.

[Firma manuscrita]

006122

1.3.1.2 Estación

En cada estación y depósito hay un amplificador de reserva conectado a la unidad de control. El amplificador está supervisado y tiene un centro de conmutación para el cambio del amplificador de potencia de repuesto.

Dónde sea posible, un área (sala técnica, corredor, arcén, etc.) está cubierta por dos líneas de altavoces conectados a dos amplificadores diferentes. De este modo, también en caso de fallo de un amplificador o línea, los mensajes pueden ser escuchados en la zona (con una potencia acústica reducida).

1.3.1.3 Sistema a bordo

El sub-sistema PA a bordo utiliza las dos redes (red a bordo A y red a bordo B) que el sistema de transmisión pone a disposición a bordo, para garantizar la transmisión en caso de un fallo de red.

El códec B normalmente está en modo de espera. En caso que el códec A tenga un fallo, el códec B toma a su cargo todas las funcionalidades.

Localmente, ambos dispositivos de códec intercambian información de datos de cambio para tomar el control del equipo que está activo o en espera.

La unidad de control OCC sondea ambos códecs para tomar el control de sus estados y envía datos de audio solamente al códec de audio activo.

Cada amplificador está conectado a ambos códecs y cada uno amplifica una sola línea de altavoces para garantizar la redundancia en caso de fallo de un amplificador o línea.

1.3.2 Alarmas

Según lo prescrito por la norma IEC-60849, cuando se detecta una alarma, el sistema desactivará inmediatamente las funciones no relacionadas con su rol de emergencia, como paginación, música o avisos generales pregrabados.

Los datos de diagnóstico detallados del sistema están disponibles por medio de un software específico.

Además, las unidades de control reportan, sobre contactos en seco, las siguientes señales:

- Sin alimentación desde el panel de distribución de energía
- Interruptor principal de energía APAGADO
- Alarma/advertencia genérica

Estas alarmas son recogidas por el sistema de diagnóstico centralizado.

1.3.3 Capacidad de ampliación


El Subsistema de Difusión Sonora está diseñado para ser fácilmente extendido en las futuras demandas a través de la actualización de las páginas de software para la selección de las zonas, estaciones y vehículos. El sub-sistema PA en el OCC está basado en una estructura de software modular. Su capacidad se puede ampliar con la adición de nuevas estaciones y nuevos vehículos. La capacidad de los sistemas de audio de la estación y del vehículo se puede extender de dos maneras:

- Extensión de una estación existente
- Adición de una nueva estación y vehículos.

En el primer caso, dentro de una estación existente, es posible añadir amplificadores para aumentar el número de las zonas (dependiendo del espacio libre en el gabinete).

En el segundo caso, la extensión es posible y prácticamente ilimitada.

CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA
 RESERVADO





006123

<p>C.1.2.7.6</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
--------------------------------------	---

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.7.6) SUBSISTEMA DE COMUNICACIÓN PRIMARIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"



006124

1. SUBSISTEMA DE COMUNICACIÓN PRIMARIA	3
1.1 Introducción	3
2. TRS – Subsistema de Comunicación Primaria	3
2.1 Arquitectura TRS.....	3
2.1.1 Diseño conceptual	3
2.1.2 Referencias generales	4
2.1.3 Criterio general de diseño	5
2.1.3.1 Modelo de referencia.....	5
2.1.4 Topología de la red	7
2.1.5 La descripción de la red	7
2.1.5.1 Descripción general lógica	7
2.1.5.2 Capa núcleo	9
2.1.5.3 Capa de distribución	9
2.1.5.4 Capa de acceso	9
2.1.6 Separación entre LAN administrativa y operativa	9
2.1.7 Códigos y normas del Subsistema de Comunicación PrimariaEthernet	10
2.2 Funciones del TRS.....	11
2.2.1 Requisitos funcionales del TRS	11
2.2.2 Protocolos y funciones admitidas	11
2.2.3 Funciones de los nodos centrales.....	13
2.2.4 Funciones de los nodos distribuidos	13
2.2.5 Gestión de la red del TRS.....	14
2.2.5.1 Sistema de gestión de red	14
2.2.6 Funciones del Sistema de gestión de red	16
2.2.7 Acceso a Internet y acceso remoto	17
2.2.7.1 La primera línea de defensa.....	18
2.2.7.2 Funciones de la VPN	18
2.2.7.3 La segunda línea de defensa	18
2.3 Rendimiento del TRS.....	18

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
CORPORACIÓN NACIONAL DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA

1. SUBSISTEMA DE COMUNICACIÓN PRIMARIA

1.1 Introducción

El objetivo de este documento es proporcionar descripciones técnicas para la infraestructura de transmisión IP, en todos los sitios como CMC, terminales, estaciones y pozos, y para todo el equipo que participa en la transmisión de voz, vídeo y datos diseñados para el Metro de Lima.

El verdadero impulso del sistema de transmisión, de aquí en adelante TRS, también denominado red multiservicios (MSN), propuesto es suministra una infraestructura confiable para garantizar el rendimiento requerido por todos los sistemas; el diseño también garantiza la alta escalabilidad para la expansión y las mejores futuras.

El TRS se diseñó con puntos centrales para garantizar redundancia, seguridad y escalabilidad, y en especial, respetando los límites lógicos y la política de seguridad entre los distintos subsistemas, vitales para garantizar que se comparta de forma segura y armoniosa la infraestructura de transporte IP.

Una primera subdivisión en el diseño es para crear dos redes utilizadas por distintos tipos de usuarios, personal administrativo de la oficina: ATN, red de transmisión administrativa y la OTN del personal operativo, red de transmisión operativa.

2. TRS – SUBSISTEMA DE COMUNICACIÓN PRIMARIA

Todo el Subsistema de Comunicación Primaria se basa en normas abiertas.

A continuación se brinda una breve descripción de las principales opciones tecnológicas para este proyecto:

- La red troncal propuesta garantiza una transferencia de datos de 1 Gbps.
- El cableado dedicado es para implementar la interconexión entre las capas núcleo, de distribución y de acceso de la red de acuerdo con las normas.
- El equipo de red admite la norma 802.1q para la implementación de la LAN (VLAN) virtual.

Las principales áreas del sistema de transporte público son las siguientes:

- Estaciones
- Terminal
- Pozos
- Centros de control de operaciones
- Túnel

Solo algunas de las áreas indicadas tienen las características y las funciones necesarias para alojar, en salas técnicas dedicadas, el equipo de telecomunicación principal. En las siguientes secciones, estas ubicaciones se denominarán "sitio principal" y son las siguientes:

- Estaciones
- Pozos
- Centros de control de operaciones

Otras áreas también tendrán equipos de telecomunicación que pertenecen al sistema TRS pero de un nivel jerárquico menor.

2.1 Arquitectura TRS

2.1.1 Diseño conceptual

A continuación se encuentra el diseño conceptual de la red de transmisión.

REPUBLICA DEL PERÚ
MINISTERIO DE TRANSPORTES
Y OBRAS PÚBLICAS



006126

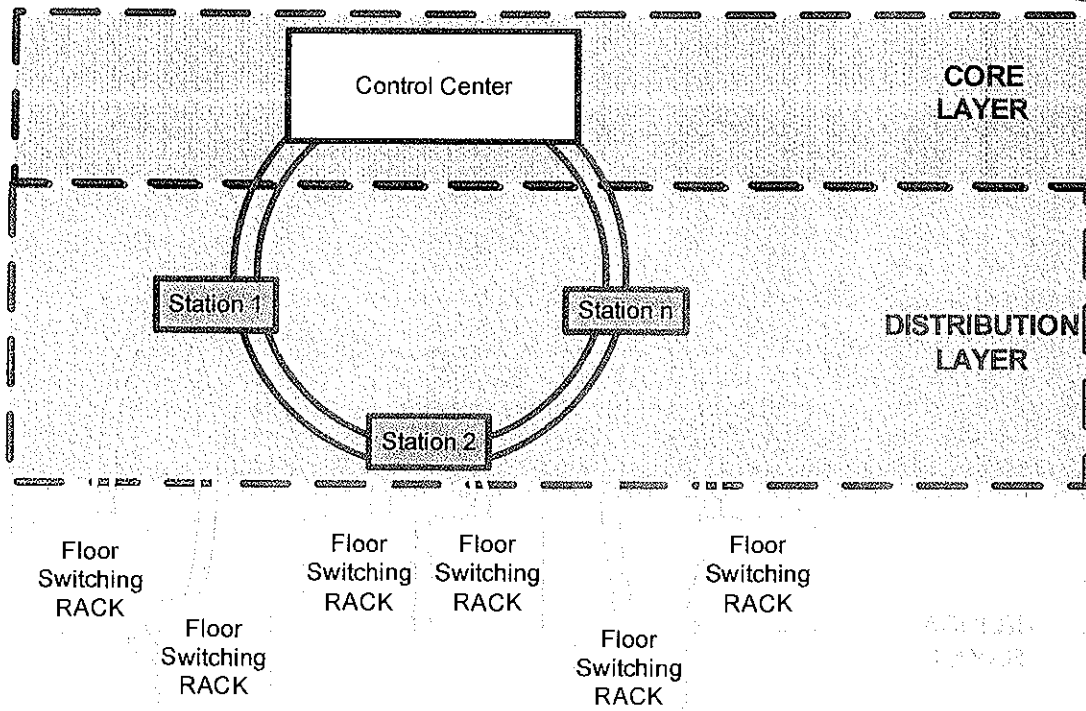


Figura 1: Red de transmisión – Diseño conceptual

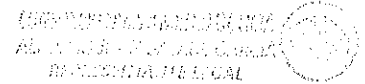
La figura anterior muestra una configuración genérica del sistema de transporte de trenes que tiene casi todos los sitios y componentes posibles. Por eso el concepto es implementar la capa núcleo donde hay mucha capacitación de conmutación; la capa de distribución se implementa en las estaciones, pozos y sitios que conectan la capa núcleo con una topología en anillo, mientras que la capa de acceso se implementa en sitios de nivel jerárquico menor.

Desde un punto de vista topológico, la arquitectura se basa en un anillo grande que conecta la capa núcleo y la capa de distribución y varios anillos pequeños unidos a la capa de distribución para implementar la capa de acceso (solo para los nodos de la estación).

La solución en anillo se adopta debido a la capacidad de evitar interrupciones y para aumentar la confiabilidad de la red. El anillo representa el ejemplo más fácil de una estructura de conexión doble que puede hacer que se tenga acceso a cada nodo de red desde dos rutas diferentes. Por lo tanto, si falla un mono nodo o un mono enlace, la infraestructura puede reaccionar configurando claramente la ruta alternativa.

2.1.2 Referencias generales

La siguiente tabla indica las RFC admitidas por la arquitectura propuesta.



RFC admitida	Otras RFC admitidas
ISOC - IETF RFC 2131 March 1997.	RFC 2131/3046 DHCP/BootP Relay
ISOC - IETF RFC 2474 December 1998, RFC 2475 December 1998, RFC 2597 June 1999 and RFC 3249 September 2002.	RFC2474/2475/ 2597/3168/3246 DiffServ



006127

ISOC - IETF RFC 1643 Juli 1994 related to STD50 and RFC 3638 September 2003.	RFC 1643/2665 Ethernet MIB
ISOC - IETF RFC 0791 September 1981 related to STD 1.	RFC 791/894/1024/1349 IP & IP/Ethernet
ISOC - IETF RFC 2460 December 1998 related to STD 1.	RFC 2292/2373/2374/2460 /2462 IPv6
ISOC - IETF RFC 1213 March 1991 related to STD17 and RFC 2233 November 1997.	RFC 1213/2011-2013 SNMP v2 MIB RFC 1573/2233/2863 Private Interface MIB
ISOC - IETF RFC 2328 April 1998 related to STD54.	RFC 1253/1850/2328 OSPFv2 and MIB
ISOC - IETF RFC 2453 November 1998 related to STD56.	RFC 1722/1723/2453/1724 RIPv2 & MIB
ISOC - IETF RFC 2819 May 2000 related to STD56.	RFC 1757/2819 RMON & MIB
ISOC - IETF RFC 3261 June 2002	
ISOC - IETF RFC 1157 May 1990 related to STD15.	RFC 1157/2271 SNMP
ISOC - IETF RFC 3410 and RFC 3411 December 2002 related to STD62	RFC 2570-2576/3411-3415SNMPv3
ISOC - IETF RFC 3768 April 2004.	RFC 2338/3768/2787 VRRP and MIB

2.1.3 Criterio general de diseño

2.1.3.1 Modelo de referencia

El enfoque de la red jerárquica ofrece varios beneficios, como previsibilidad, escalabilidad, eficacia, control de costo y seguridad. El modelo de tres capas propuesto consiste en: nivel núcleo, de distribución y de acceso.

En la siguiente figura, se muestra el modelo de referencia utilizado para la Red de transmisión.

CONSORCIO N.º 1001
 Agencia de Promoción de la Inversión Privada
 Av. Aviación 12101, Lima - Perú

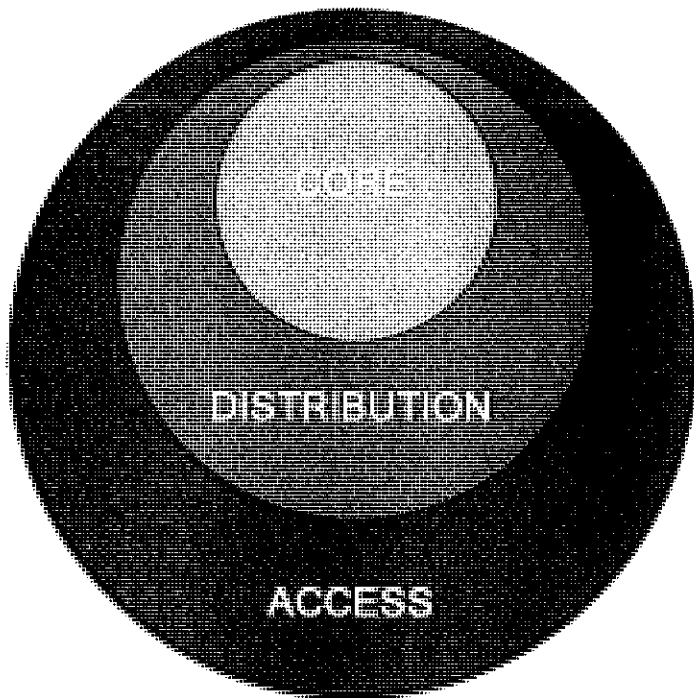


Figura 2: Modelo de tres niveles

Este es un modelo de tres niveles:

- **NIVEL NÚCLEO:** representa la red troncal con la función de conmutación de paquetes a alta velocidad (1 Gigabit Ethernet). La capa núcleo es literalmente el corazón de la red. En la parte superior de la jerarquía, es responsable de transportar mucho tráfico de un modo rápido y confiable. Si ocurre alguna falla en la capa núcleo, cada usuario puede resultar afectado; por esta razón, la arquitectura de la capa núcleo para el metro de Lima ha sido diseñada en alta disponibilidad.
- **NIVEL DE DISTRIBUCIÓN:** tiene el objetivo de establecer límites entre la red núcleo y los usuarios con acceso. Este nivel tiene las siguientes funciones:
 - conmutación de paquetes a alta velocidad,
 - adición de dirección/área,
 - acceso del grupo de trabajo,
 - definición del dominio de difusión/multidifusión,
 - enrutamiento de VLAN,
 - Seguridad,
 - QoS.
- **NIVEL DE ACCESO:** debería permitir la adición de usuarios de un nivel menor en un flujo de tráfico único con dos propósitos: resolver el tráfico local y reducir el número de puertos físicos requeridos para los dispositivos de distribución. Este nivel tiene las siguientes funciones:
 - ancho de banda compartido,
 - ancho de banda conmutado,
 - Filtrado de capa MAC

Ing. [Firma]
 Administrador de Proyecto
 METRO DE LIMA

Se implementa un nivel de acceso dedicado a través de los interruptores de acceso en todas las estaciones y en el edificio PCO; para otros sitios (pozo), el nivel de acceso se implementa por interruptores de distribución.

2.1.4 Topología de la red

El sistema TRS utilizará una topología de red de doble anillo; esta arquitectura permite evitar la interrupción del servicio y aumentar la disponibilidad del sistema. Desde un punto de vista topológico, la topología en anillo representa una estructura de doble conexión, es decir, se puede acceder a cada nodo desde dos rutas físicas, y requiere menos cables de fibra óptica respecto de la topología tradicional en estrella. Además, el uso de dos anillos troncales en lugar de uno, tiene las siguientes ventajas:

- Un mayor rendimiento agregado para cada anillo, es decir, el doble;
- Un tiempo de convergencia más rápido, después de una falla en el nodo de distribución, debido a la disminución de nodos por anillo;
- Una arquitectura más resistente en algunos eventos destructivos.

La red estará dividida en tres partes principales:

- La capa núcleo: con capacidades de enrutamiento, interfaz de acceso a WAN/Internet y capacidades cortafuegos.
- La capa de distribución: en cada estación habrá un nodo de distribución que permitirá el tráfico entrante del lado de acceso de la red para llegar al núcleo y por consiguiente, a otras partes de la red;
- La capa de acceso: este es el primer paso para ingresar a red.

El acceso a Internet solo pasará a través del cortafuegos para proteger la red de cualquier amenaza en Internet.

2.1.5 La descripción de la red

2.1.5.1 Descripción general lógica

La siguiente figura muestra una descripción general de la arquitectura de la red propuesta para el metro de Lima.

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
REPRESENTANTE LEGAL

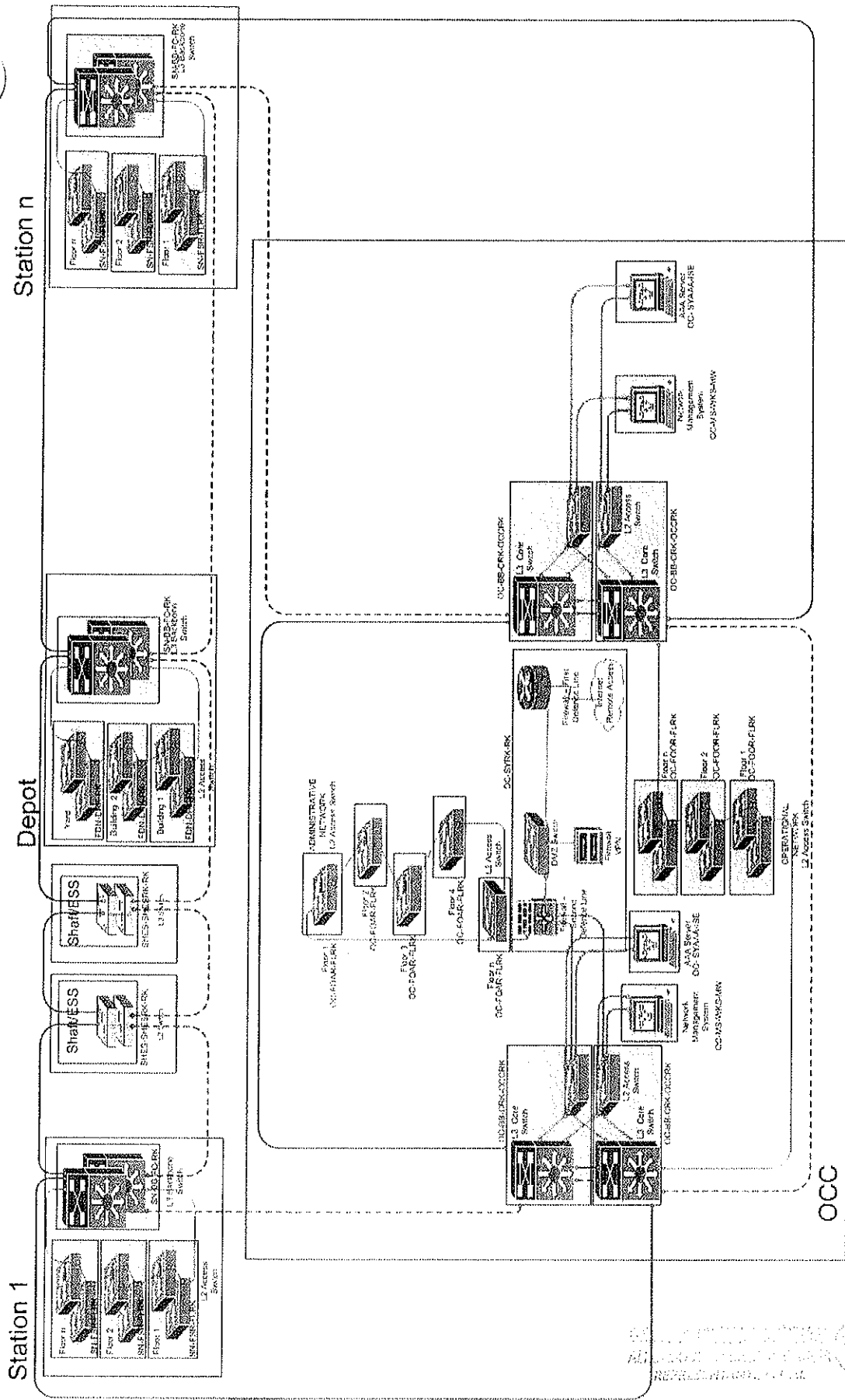


Figura 3: Red de transmisión - Arquitectura general

2.1.5.2 Capa núcleo

La capa núcleo está compuesta de un par de enrutadores redundantes.

Los enrutadores pertenecen a los anillos principales dobles de 1 Gb/s y proporcionan el final del anillo para todo el tráfico reunido de los pozos y las estaciones.

Para las comunicaciones internas, los enrutadores comparten enlaces de fibra óptica adicional dedicados para cerrar cada anillo.

2.1.5.3 Capa de distribución

La capa de distribución está compuesta, principalmente, de interruptores Ethernet ubicados en cada sitio a lo largo del anillo del metro.

Se accede a cada sitio a través de un par de cables blindados de fibra óptica 72 que se extienden de forma separada en los conductos de cables del orificio del túnel.

Se prevén dos anillos lógicos de fibra óptica separados: estos anillos conectan alternativamente las estaciones y los pozos de acuerdo con su posición a los largo de la ruta hacia y desde el PCO.

Un par de interruptores de distribución suministran conectividad local sobre dos pares de fibras separadas que pertenecen a dos anillos ópticos lógicos; específicamente, cada anillo lógico está compuesto de un par de fibras donde el primer par pertenece al primer cable y el segundo par pertenece al segundo cable.

Esta arquitectura se proporciona en cada estación y pozo.

Todos los interruptores en la capa de distribución son redundantes para el suministro de energía y los ventilares, y están equipados con enlaces ascendentes de 1 Gb/s.

En el pozo y los sitios (donde el equipo dedicado no está planificado en la capa de acceso), los interruptores de distribución también ofrecen funciones POE para el equipo IP.

2.1.5.4 Capa de acceso

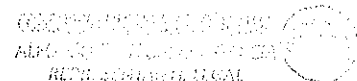
La capa de acceso se implementa a través de interruptores de acceso equipados con suministro de energía redundante y puertos POE para suministrar la energía requerida al equipo IP local (VoIP, teléfonos, PC, etc.). Para el eje, la capa de acceso se implementa en los mismos dispositivos activos (interruptores de distribución) de la capa de distribución.

2.1.6 Separación entre LAN administrativa y operativa

En el PCO se implementarán dos LAN diferentes: La Red de transmisión operativa, en adelante OTN y la Red de transmisión administrativa, en adelante ATN.

ATN es la LAN administrativa que utilizará el personal de O&M para las siguientes funciones:

- Acceso LAN en todas las oficinas de O&M
- Acceso WAN a Internet en las oficinas de O&M
- Telefonía administrativa dentro de los edificios



OTN es una LAN completamente independiente, utilizada para el funcionamiento del sistema del metro. Permite la conexión LAN entre todos los dispositivos IP dentro del área de la terminal (edificio de PCO y depósito de la terminal), estaciones y pozos.

Un cortafuegos ofrece una separación física y lógica entre la red administrativa y operativa con el objetivo de filtrar y controlar el intercambio de tráfico entre las dos entidades LAN.

Además de las funciones cortafuegos, el mismo cortafuegos proporcionará terminaciones VPN (para conexiones externas seguras al sistema de transmisión) y capacidades sensoriales contra amenazas a la seguridad (IDS/IPS) y si se solicita, puede administrar la conexión a Internet para la red OTN a través de políticas de seguridad específicas. En la siguiente imagen se muestra este concepto:

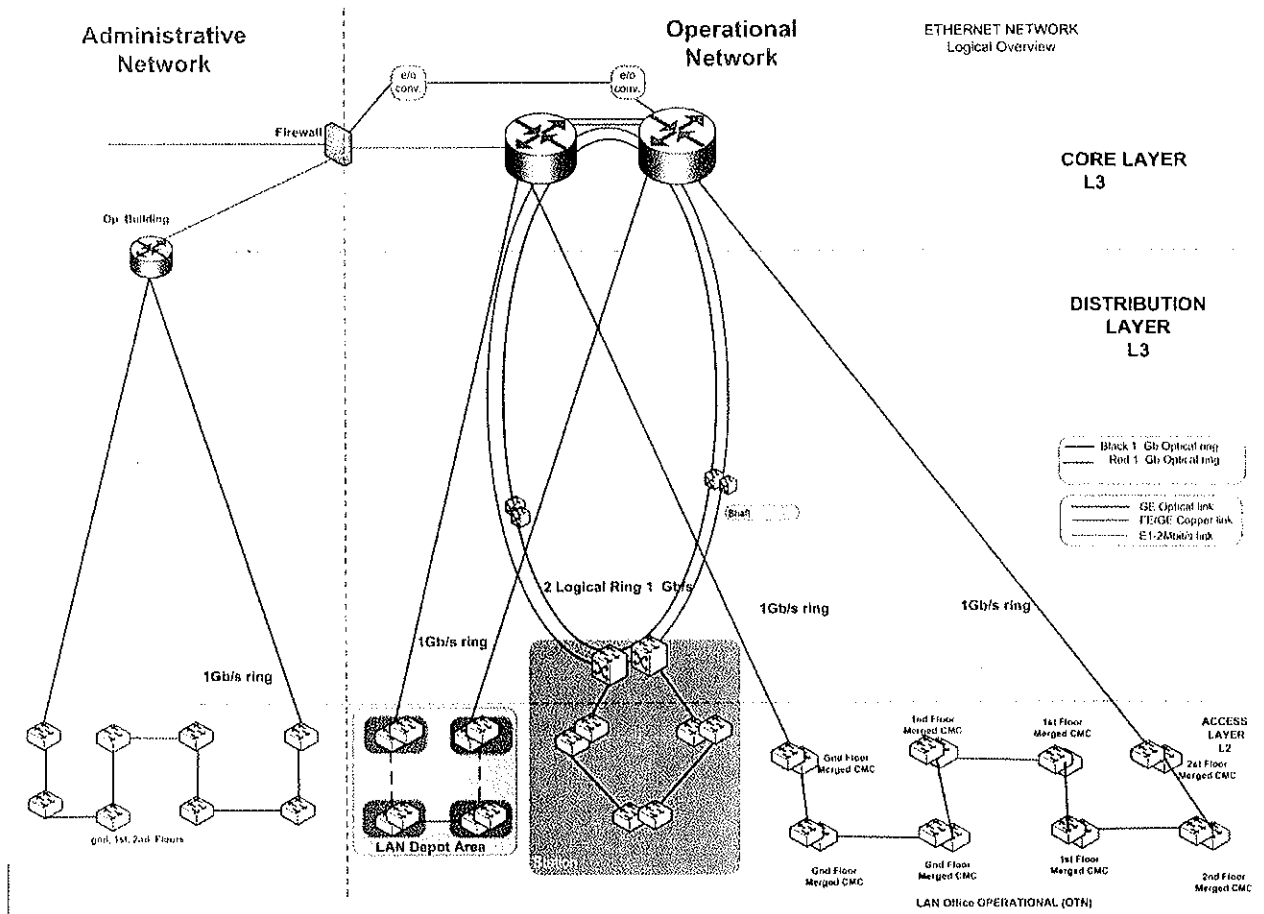


Figura 4: Red ATN y OTN – Descripción general lógica

2.1.7 Códigos y normas del Subsistema de Comunicación Primaria Ethernet

El Subsistema de Comunicación Primaria Ethernet, diseñado para el TRS, cumple con la lista de normas indicadas en la siguiente tabla:

Norma	Detalle de la norma
IEEE Network architecture.	802.1-- 802.1ag; 802.1AB; 802.1Q; 802.1s; 802.1D; 802.1w; 802.1x; 802.1ad; 802.1p; 802.1ak
IEEE Physical layer, media access control sublayer of the data link layer, of wired Ethernet.	802.3-- 802.3ad; 802.3i; 802.3u; 802.3x;

	802.3z; 802.3ab; 802.3ac; 802.3ad; 802.3ae; 802.3 at 802.3af
--	--

2.2 Funciones del TRS

2.2.1 Requisitos funcionales del TRS

El Subsistema de Comunicación Primaria es una red basada en paquetes que permite el intercambio de datos entre los dispositivos ubicados en todos los sitios pertinentes del sistema de metro.

El sistema TRS alojará los siguientes principales servicios:

- Sistema SCADA (datos)
- PS&IS - Sistema de seguridad e información para pasajeros
- Distribución del reloj
- PSD – Puertas de andén (datos)
- CCTV IDS/ACS – Sistema de detección de intrusión y Sistema de control de acceso
- Sistema de comunicación por radio (datos)
- PCO_AP - Planes auxiliares (datos)
- PCO_EQ – Equipo PCO
- O&M - Operación & Mantenimiento (datos)

El Subsistema de Comunicación Primaria también está conectado al RCS, Red de radio de trenes con puertos Ethernet en el PCO.

2.2.2 Protocolos y funciones admitidas

El nodo central del TRS admite los siguientes protocolos:

- 802.1q-VLAN
- VRRP.
- OSPF v2.
- RIP v2.
- BootP/DHCP relay.

LAN – VLAN virtuales

En una red plana en puente, se confina un dominio de difusión a un único segmento de LAN o incluso a una ubicación física específica, como un departamento o un piso del edificio. En una red basada en interruptores, un dominio de difusión, o **VLAN**, puede cruzar múltiples interruptores físicos y puede incluir puertos desde una variedad de tipos de medios.

Para la separación de usuarios, se utilizan las siguientes características:

- Configuración de rutas L2 entre dos o más interfaces de la red.
- Cada nodo de la red admite etiquetado de VLAN (IEEE 802.1Q).
- Cada interruptor de la red admite diferentes VLAN configuradas estáticamente.

- No se puede reenviar ningún tráfico entre dos puertos a menos que se configure específicamente. Los puertos pertenecen a la misma VLAN o existe una ruta IP válida entre ellos;

Por cada servicio, se implementará una VLAN dedicada.

VRRP - Protocolo de redundancia de enrutador virtual

El Protocolo de redundancia de enrutador virtual (**VRRPv2/VRRPv3**) es un protocolo de redundancia de enrutador estándar admitido en IPv4/IPv6, basado en RFC 3768 y RFC 2787. Suministra redundancia eliminando el único punto de falla inherente en un entorno de ruta predeterminada. El enrutador VRRPv2/VRRPv3, que controla la dirección IPv4/IPv6 asociada con un enrutador virtual, se denomina enrutador maestro, y es responsable de reenviar anuncios del enrutador virtual. Si el enrutador maestro no está disponible, el enrutador de respaldo de mayor prioridad pasará al estado maestro.

VRRP permite que los enrutadores en una LAN hagan una copia de a una ruta predeterminada. VRRP asigna dinámicamente la responsabilidad de un enrutador virtual a un enrutador físico (enrutador VRRP) en la LAN. El enrutador virtual se relaciona con una dirección IP (o un conjunto de direcciones IP) en la LAN. Se elige un enrutador maestro virtual para reenviar paquetes a la dirección IP del enrutador virtual. Si el enrutador maestro no está disponible, el enrutador de respaldo de mayor prioridad pasará al estado maestro. Un servidor final puede utilizar enrutamiento dinámico o protocolos de descubrimiento de enrutador para determinar su primer salto hacia un destino IP particular. Con el enrutamiento dinámico, se requieren valores de temporizador más altos y puede ocasionar un retraso significativo en la detección de un vecino muerto.

Si un servidor final utiliza una ruta estática hacia su puerto de enlace predeterminado, se crea un único punto de falla si la ruta no está disponible. Los servidores finales no podrán detectar rutas alternativas. En cualquier caso, el VRRP garantiza que la ruta alternativa esté siempre disponible.

El VRRP puede implementarse en un nodo central para garantizar la redundancia.

BootP/DHCP Relay

Los equipos propuestos permiten configurar la característica DHCP Relay de dos maneras. Puede configurar una petición de DHCP global o puede configurar el DHCP Relay a partir de la VLAN de la petición de DHCP. Ambas opciones ofrecen las mismas opciones y capacidades de configuración. Sin embargo, son mutuamente exclusivos.

El DHCP Relay se habilita automáticamente en un interruptor siempre que se defina una dirección IP del servidor de DHCP con el comando identificador de dirección IP. Debe configurar el DHCP Relay en interruptores donde los paquetes se enrutan entre las redes IP.

El DHCP Relay reenvía difusiones BOOTP/DHCP a y desde la dirección específica. Si se utilizan múltiples servidores DHCP, debe configurarse una dirección IP para cada servidor. Podemos configurar hasta 256 direcciones por cada servicio de retransmisión.

Una vez que se define la dirección IP de los servidores DHCP y se configura el DHCP Relay para las peticiones Global DHCP o Per-VLAN DHCP, se pueden establecer los siguientes valores de parámetro opcional para configurar el BOOTP relay.

- El tiempo de retraso de reenvío.
- El conteo de saltos.
- La opción de reenvío de retransmisión.

El único parámetro requerido para el BOOTP relay es la dirección IP para el servidor DHCP o el siguiente salto para el servidor DHCP. Los valores predeterminados pueden aceptarse por retraso de reenvío, el conteo de saltos y la opción de reenvío de retransmisión.



Alternativamente, la función de retransmisión puede suministrarse a través de un enrutador externo conectado al interruptor; en este caso, la retransmisión debe configurarse en el enrutador externo.

STP

El protocolo y algoritmo de árbol de expansión (STP) es un algoritmo auto configurable que conserva la topología de bucle libre y al mismo tiempo, suministra redundancia en la ruta de datos y escalabilidad de red. De acuerdo con la norma IEEE 802.1D, la implementación de STP distribuye la carga del árbol de expansión entre el módulo de gestión primaria y los módulos de interfaz de la red.

En el caso de apilamiento de interruptores, la carga de STP se distribuye entre el interruptor de gestión primaria y los otros interruptores en el apilamiento. Esta función mejora la solidez de la red suministrando un árbol de expansión que sigue respondiendo a las BPDU (unidad de datos de protocolo puente) y estados ascendientes o descendientes del puerto en caso de que ocurra una falla en un módulo o interruptor de gestión de copias de seguridad.

Cada nodo de la red admite el STP (IEEE 802.1D) o Rapid STP (IEEE 802.1W).

2.2.3 Funciones de los nodos centrales

En la configuración propuesta, el nodo central es MPLS y se diseñará y configurará para admitir:

- Ocho colas de prioridad basadas en hardware.
- Adición de enlace (IEEE 802.3ad).
- Moldeado bidireccional de tráfico.
- Rastreo IGMP.
- Direcciones MAC 64k (que habilitan el modo distribuido).
- Lista de control de acceso.

Los nodos centrales estarán equipados con unidades de suministro de energía redundante que funcionan con equilibrio de carga y son "intercambiables en caliente".

El hardware de los nodos centrales se configura sin un único punto de falla, es decir, se cambia una tarjeta de interfaz pero no se afectan las otras tarjetas.

2.2.4 Funciones de los nodos distribuidos


Los interruptores de la capa de distribución se instalarán en los siguientes lugares:

- Estaciones
- Pozos

Todos los nodos distribuidos establecidos admitirán

- Ocho colas de prioridad basadas en hardware.
- Adición de enlace (IEEE 802.3ad).
- Moldeado bidireccional de tráfico.
- Rastreo IGMP.
- Al menos 8000 direcciones MAC.
- Lista de control de acceso.

Todos los nodos distribuidos estarán equipados con dos unidades de suministro de energía redundante que funcionan con equilibrio de carga y son "intercambiables en caliente".


 AGENCIA DE PROMOCIÓN DE INVERSIÓN PRIVADA
 MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS
 DEPARTAMENTO DE LIMA

El interruptor utilizado para los nodos distribuidos puede suministrar PoE (control por Ethernet) para dispositivos con PoE habilitados como: teléfonos IP, vídeo cámaras y otros equipos.

2.2.5 Gestión de la red del TRS

2.2.5.1 Sistema de gestión de red

El servidor de red del NMS se basa en un equipo de hardware con funcionamiento de alta fiabilidad a través de una instalación doble para la redundancia.

El sistema de gestión de red propuesto es una serie de herramientas de gestión poderosas que simplifican la configuración, la administración, el monitoreo y la resolución de problemas de las redes de transmisión.

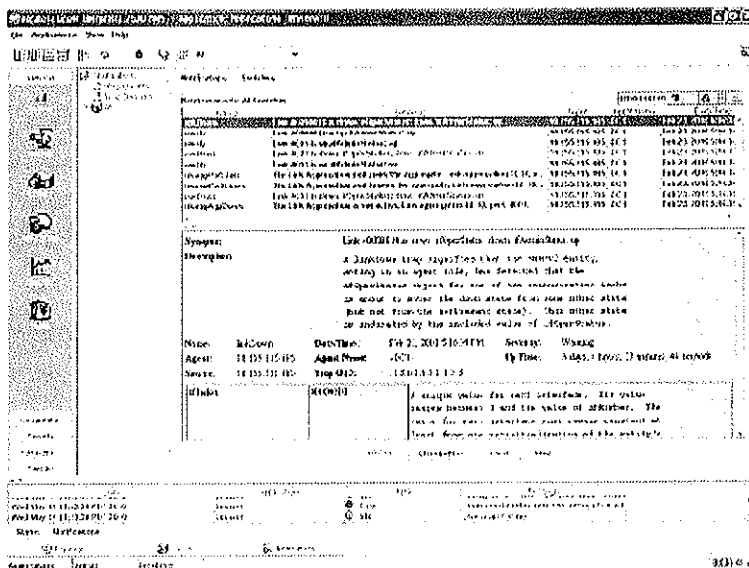
Se integran estas capacidades para mejorar la precisión y la eficiencia del personal de operaciones de la red, lo que aumenta la disponibilidad general de la red, simplificando la configuración y rápidamente identificar y solucionar problemas de red.

El sistema de gestión de red (NMS) ofrece un conjunto completo de aplicaciones de gestión de red y de herramientas que simplifican la gestión y los dispositivos de red de terceros.

El sistema propuesto incluye un módulo administrador de notificaciones que ayuda a resolver eventos relacionados con la red. Puede recibir trampas del SNMP de cualquier dispositivo apto, inclusive de sistemas de terceros para análisis, monitoreo y solución de problemas, suministrando un conjunto de herramientas para ayudar a los administradores de la red a que se concentren en el análisis de fallas.

El administrador de notificaciones incluye una herramienta de configuración basada en un filtrado profundo para activar receptores como notificación de correo electrónico y otras notificaciones basadas en condiciones predefinidas de alarmas específicas.

Esta información puede archivar, exportarse o buscarse para contribuir a un análisis de causa raíz más profundo. La característica de reenvío de trampas puede permitir que el NMS filtre las trampas de SNMP y las pase a aplicaciones de terceros que puedan encargarse de los eventos.



PROYECTO DE LEY N° 11111
REVISIÓN N° 11111

Figura 5: Sistema de gestión de red – Administrador de notificación

A continuación hay una imagen con el mapa de topología del NMS que presenta una descripción rápida y fácil de interpretar de los problemas de red para facilitar una rápida





006137

resolución de problemas. Su característica dinámica de estado por color señala los problemas actuales y latentes con solo un vistazo.

A través de la topología, los administradores de la red pueden lanzar aplicaciones específicas y gestión http para cualquier componente de solución como también para aplicaciones de gestión del tercer elemento. La pantalla gráfica de la topología facilita el proceso de identificación de los componentes de la estructura como instancias de árbol del expansión, asociaciones de VLAN de adición de enlaces y estados de puertos.

El mapa puede organizarse en un conjunto de sub-mapas que permiten que una red se represente desde agrupamientos diferentes o niveles jerárquicos.

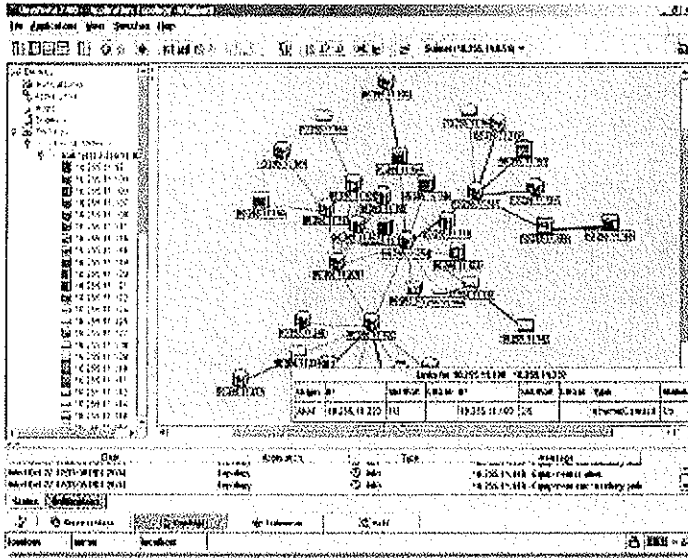


Figura 6: Sistema de gestión de red – Mapa de topología

Las características principales del sistema NMS propuesto son:

- Gestión unificada y amplia visibilidad de red: ofrece una interfaz gráfica común para los administradores de red para que realicen operaciones de monitoreo y configuración con un simple toque a través de múltiples dispositivos a la vez. les ofrece a los administradores de red una amplia visión y capacidades para realizar informes de cualquier actividad de la red a través de mapas de topología intuitivos y gestión centralizada de eventos.
- Arquitectura escalable: ofrece versiones para uno o múltiples usuarios con una arquitectura extensible:
- enfoque basado en la política para el control de acceso a la red y de QoS: los modos "Un toque" y "Experto" están disponibles para crear, distribuir y actualizar políticas desde un marco centralizado, a través de múltiples interruptores.
- Cuarentena de la red: elimina las amenazas y los riesgos de seguridad de dispositivos que funcionan mal, proporcionando automatización para cuarentena y aislamiento. simplifica la vigilancia del perímetro de seguridad de la red.
- Control centralizado de los derechos de acceso para la administración de interruptores y credenciales del administrador de la red. configuración "Un toque" del nombre de usuario, la contraseña y la gestión dividida (credenciales del usuario y derechos de acceso).

CONSORCIO (6512)
NUEVO METRO DE LIMA

[Handwritten signature]

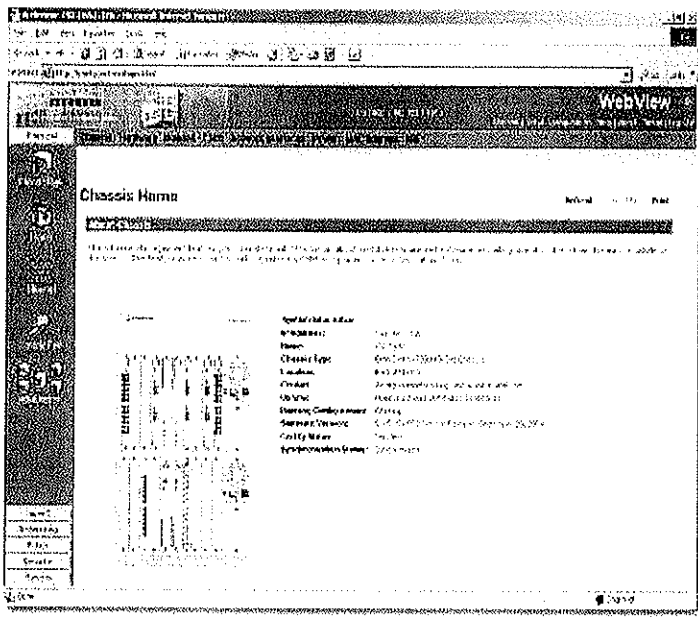


Figura 7: Sistema de gestión de red – Captura de pantalla

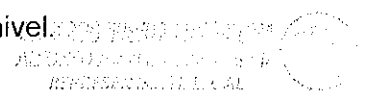
- Gestión centralizada
- Amplia visibilidad de la red con descripción de topología que incluye la integración contextual con el administrador de elementos para:
- Monitoreo de alarmas
- Copia de seguridad/restauración de la configuración del dispositivo y gestión de la versión de software
- Disposición de configuración del dispositivos de red centralizada y automatizada
- ACL basada en políticas y QoS para la optimización de los rendimientos de voz y datos, y vigilancia del acceso a los recursos de la red
- Cuarentena de la red para contener automáticamente las amenazas potenciales
- Interfaz en dirección norte/Interfaces XML/SOAP de servicios Web para integrar fácilmente la aplicación con las aplicaciones IT externas.

Los servidores NMS se encuentran en las salas dedicadas establecidas dentro del PCO y el operador puede controlar el sistema de las salas dedicadas, donde la conectividad de la red permite la posibilidad de conexión de los servidores.

2.2.6 Funciones del Sistema de gestión de red

El sistema de gestión de red incluye las siguientes funciones:

- SNMP.
- MIB-II. • Ethernet MIB.
- RMON para registro de estado, historial, alarmas y eventos.
- Duplicación de puerto.
- Reenvío de alarmas seleccionadas a un NMS de mayor nivel.
- Rastrear y marcar direcciones MAC e IP específicas.
- Visualizar direcciones MAC e IP por interfaz.
- Establecer umbrales como un sistema de advertencia temprana.
- Generar y descargar una configuración genérica que sea aplicable a todos los nodos de la misma clase.

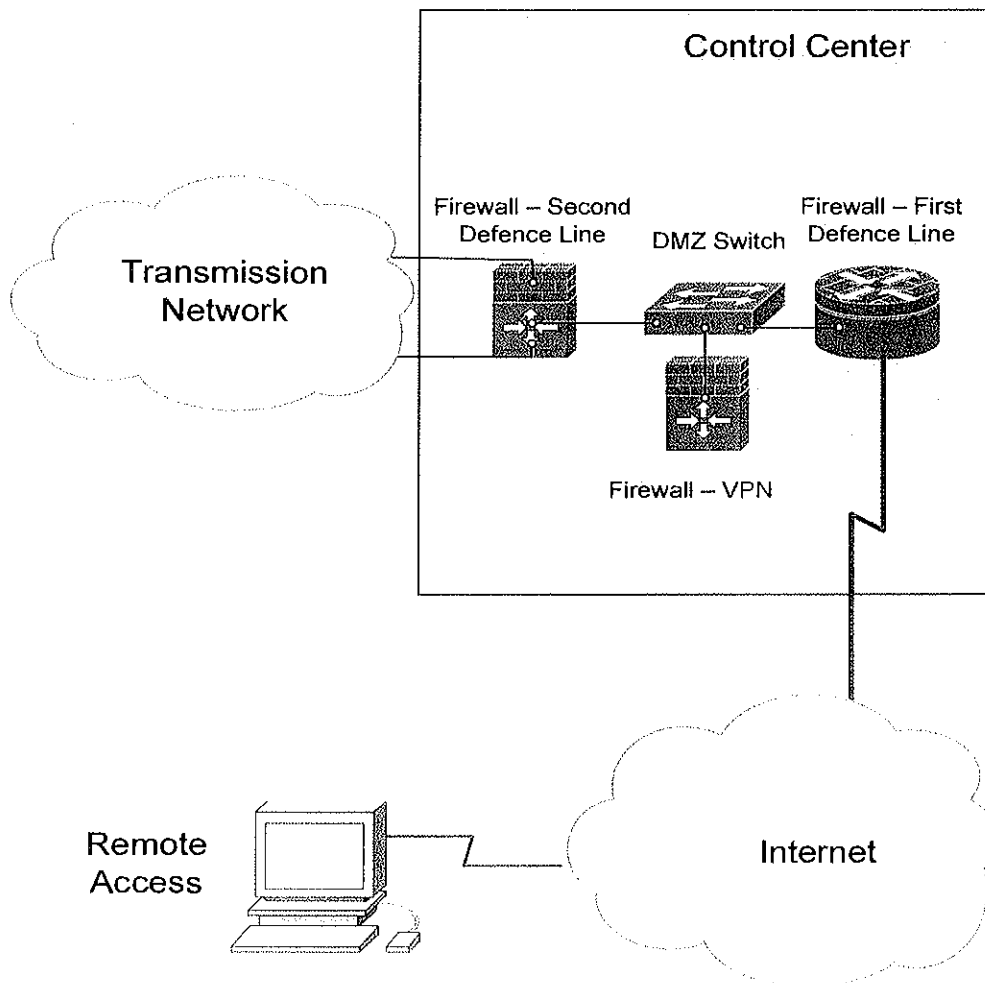


[Handwritten signature]

- Guardar la configuración de cada interruptor en una base de datos central.
- Interfaz de línea de comando (CLI).
- Control de ventilación con capacidades de alarma.
- Control del suministro de energía con capacidades de alarma.
- Control de temperatura con capacidades de alarma.
- Monitoreo de las interfaces físicas.
- Admitir la función de secuencia de comandos.
- El registro cambia a la configuración y por quién.
- Alarmas almacenadas en el interruptor después de que se haya enviado una trampa.

2.2.7 Acceso a Internet y acceso remoto

En la siguiente figura se muestra la visión lógica del acceso a Internet del sistema TRS. En el siguiente párrafo se proporciona una descripción detallada de cada componente.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE INVERSIÓN
PRIMARIA

Figura 8: Arquitectura del acceso a Internet y del acceso remoto

2.2.7.1 La primera línea de defensa

La primera línea de defensa se implementa a través de un enrutador con capacidades de cortafuegos integradas que aplican las funciones del puerto de enlace de acceso. Este enrutador tiene dos interfaces DSL que permiten tener una conexión redundante a Internet. Como opción, se puede tener un proveedor de Internet conectado a estas interfaces que administran la interrupción del servicio de Internet. Este componente también se conecta a un interruptor en la DMZ.

Las capacidades cortafuegos permiten inspeccionar los paquetes de datos entrantes al tratar de identificar los deformes o finalmente, detectar una intrusión. Estos paquetes que no se consideran malos, no están encriptados ni encapsulados en un túnel. Se reenvían directamente al componente que implementa las VPN a administrar. Los paquetes que no se consideran malos y ya están encapsulados en un túnel (VPN) se reenvían a una segunda línea de defensa.

2.2.7.2 Funciones de la VPN

Las funciones de la VPN se aplican en la DMZ y en un componente que funciona como concentrador de la VPN. Este componente se hace cargo de todas las peticiones de la red externa y configura un túnel entre un usuario remoto y el MSRGEN. Todos los paquetes que van de un usuario remoto a cualquier destino en el MSRGEN deben enrutarse a través de este túnel para ser aceptados.

Todos los túneles que identifican una VPN representan canales dedicadas y deben encriptarse con uno de los principales algoritmos de encriptación (3DES, AES, etc.), tan fuerte como sea posible.

2.2.7.3 La segunda línea de defensa

La segunda línea de defensa se aplica a través de un cortafuegos, con la opción de un sistema de detección de intrusión y/o de prevención de intrusión integrado.

Este cortafuegos verifica cada paquete que ingresa de la DMZ, inspecciona el formato y se ocupa de la política de seguridad prevista. La segunda línea de defensa debe ser más restrictiva ya que representa la última oportunidad de reconocer un intento malicioso de acceder a la red.

Las buenas políticas sobre detección de intrusión y prevención de intrusión permiten detectar una gran cantidad de anomalías y luego, una gran cantidad de intentos de intrusión.

2.3 Rendimiento del TRS

Las siguientes secciones muestran que el sistema TRS propuesto está protegido está protegido contra cualquier punto único de fallo.

La arquitectura completa cumple con todos los requisitos de alta fiabilidad y disponibilidad de la red. De hecho, esta arquitectura garantiza:

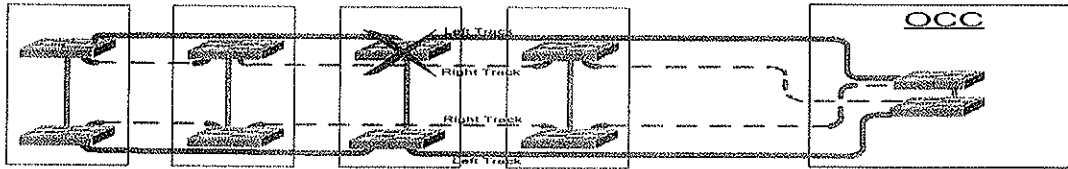
- Redundancia del cable (línea).
- Redundancia de los interruptores.
- Redundancia del equipo central.



En una *topología de anillo doble*, cada estación tiene dos enlaces, ambos dirigidos hacia los nodos anteriores y siguientes. Este particular esquema de conexión permite que se pueda acceder a cada nodo desde ambos lados.

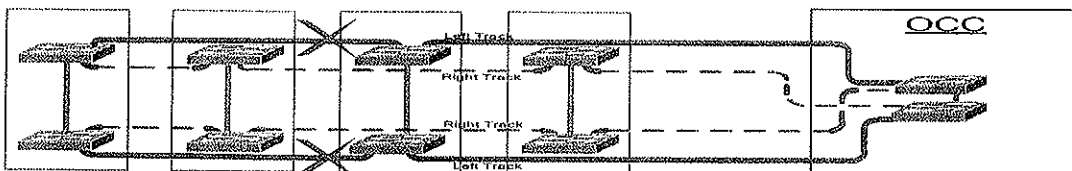
En la siguiente figura se muestran casos de fallos en los cuales la recuperación se garantiza desde la configuración de la topología en cada estación.

Fallo caso 1



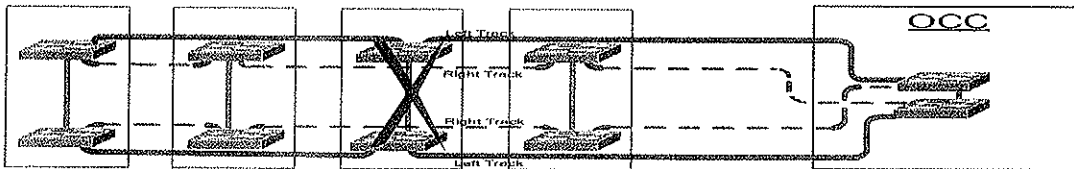
Un interruptor de la estación falla, la estación se conecta al otro interruptor que utiliza el otro anillo.

Fallo caso 2



Si un cable falla, la conexión se garantiza desde el otro cable.

Fallo caso 3



La estación falla (por ejemplo: por un incendio), la recuperación se garantiza desde la configuración de topología en cada estación, excepto en la estación con el fallo.

Un protocolo de convergencia rápida evita los ruidos de transmisión mientras brinda un respaldo de ruta redundante. Cuando existen múltiples rutas activas entre dos interruptores, existe el riesgo de crear bucles de red. Cuando los paquetes se transmiten a todos los puertos (o están inundados) y existe un bucle de red, los paquetes se vuelven a transmitir de forma repetida ocasionando una grave congestión en la red. Un protocolo de convergencia rápida ofrece una topología de red libre de bucles al utilizar un algoritmo para determinar qué caminos redundantes bloquear. De esta manera, garantiza que siempre haya una sola ruta activa entre dos interruptores cualesquiera. El protocolo de convergencia rápida seleccionado se diseñó para suministrar convergencia de red y de aplicación dentro de los 50 ms.

Las características de QoS garantizan la clasificación de tráfico y la asignación de prioridad para el uso correcto de aplicaciones convergentes (vídeo, audio y datos).

Cada aplicación de red tiene características específicas. A partir de esto, es realmente necesario distribuir los recursos adecuados a las distintas aplicaciones para garantizar un

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA
REVISADO POR: [Firma]

rendimiento óptimo. La calidad de servicio (QoS) es una característica que garantiza un tiempo de respuesta determinista de la transmisión.

El enfoque utilizado para diseñar la red Gigabyte Ethernet multiservicios redundante se basa en un conocimiento completo de los usuarios y del tráfico de datos que participa. Cada usuario puede tener una categoría y sus necesidades de conexión de red pueden determinarse al observar las aplicaciones que utiliza y por el ancho de banda promedio requerido para cada aplicación.

Al cuantificar el ancho de banda requerido de los usuarios y al correlacionarla con su ubicación física (junto con la ubicación de los usuarios), el ancho de banda y la topología de las conexiones entre los dispositivos se vuelve más fácil de determinar.

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE INVERSIÓN
Y PARTICIPACIÓN DEL ESTADO
REPUBLICA DEL PERÚ




006143

C.1.2.7.7 Nº DOCUMENTO	C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO TIPO DE DOCUMENTO
-------------------------------	--

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA
RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.7.7) SUBSISTEMA DE TELEFONÍA AUTOMÁTICA DE SERVICIO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALCALDÍA MUNICIPAL DE CALLAO
REPRESENTANTE LOCAL



Índice

Índice 2

1. SUBSISTEMA DE TELEFONÍA AUTOMÁTICA DE SERVICIO 3

1.1 Descripción general del servicio automático del sub-sistema de telefonía..... 3

1.2 Arquitectura del sistema telefónico OPERACIONAL..... 3

1.2.1 Servicio automático del sub-sistema de telefonía En el OCC..... 4

1.2.1.1 Servidor telefónico 4

1.2.1.2 Teléfonos..... 4

1.2.1.3 Consola auxiliar 5

1.2.1.4 Sistema grabador de audio 5

1.2.1.5 Consola de administración del sistema 5

1.2.2 Sistema telefónico operacional en ubicaciones periféricas..... 6

1.2.2.1 Teléfonos..... 6

1.3 Funcionalidades del sistema telefónico operacional 6

1.3.1 Funciones básicas 6

1.3.1.1 Servidor telefónico 6

1.3.1.2 Teléfonos..... 7

1.4 Rendimiento del sistema telefónico operacional..... 8

1.4.1 Prestaciones básicas..... 8

1.4.1.1 Redundancia 8

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALCALDÍA MUNICIPAL DE CALLAO
REPRESENTANTE LEGAL

1. SUBSISTEMA DE TELEFONÍA AUTOMÁTICA DE SERVICIO

1.1 Descripción general del servicio automático del sub-sistema de telefonía

El objetivo del servicio automático del sub-sistema de telefonía consiste principalmente en el enrutamiento y conexión de las señales de voz para los usuarios operativos y administrativos de toda la red del metro de Lima y hacia la red telefónica pública. También permite la comunicación directa entre los operadores.

El servicio automático del sub-sistema de telefonía proporciona servicios de voz para el personal de operación y mantenimiento que trabajan en las estaciones, depósito, centro de control y en las diversas oficinas de la administración.

1.2 Arquitectura del sistema telefónico OPERACIONAL

El servicio automático del sub-sistema de telefonía permite las comunicaciones entre las principales áreas de la red del metro (centro, estaciones, depósito) y proporciona conexiones al sistema telefónico público. El sistema utiliza los teléfonos de VoIP del centro y las zonas periféricas a través de la red de comunicación primaria.

La siguiente figura muestra la arquitectura del servicio automático del sub-sistema de telefonía, esta arquitectura está prevista para ambas líneas. (Nota: los dispositivos resaltados en rojo no pertenecen al sistema telefónico) :

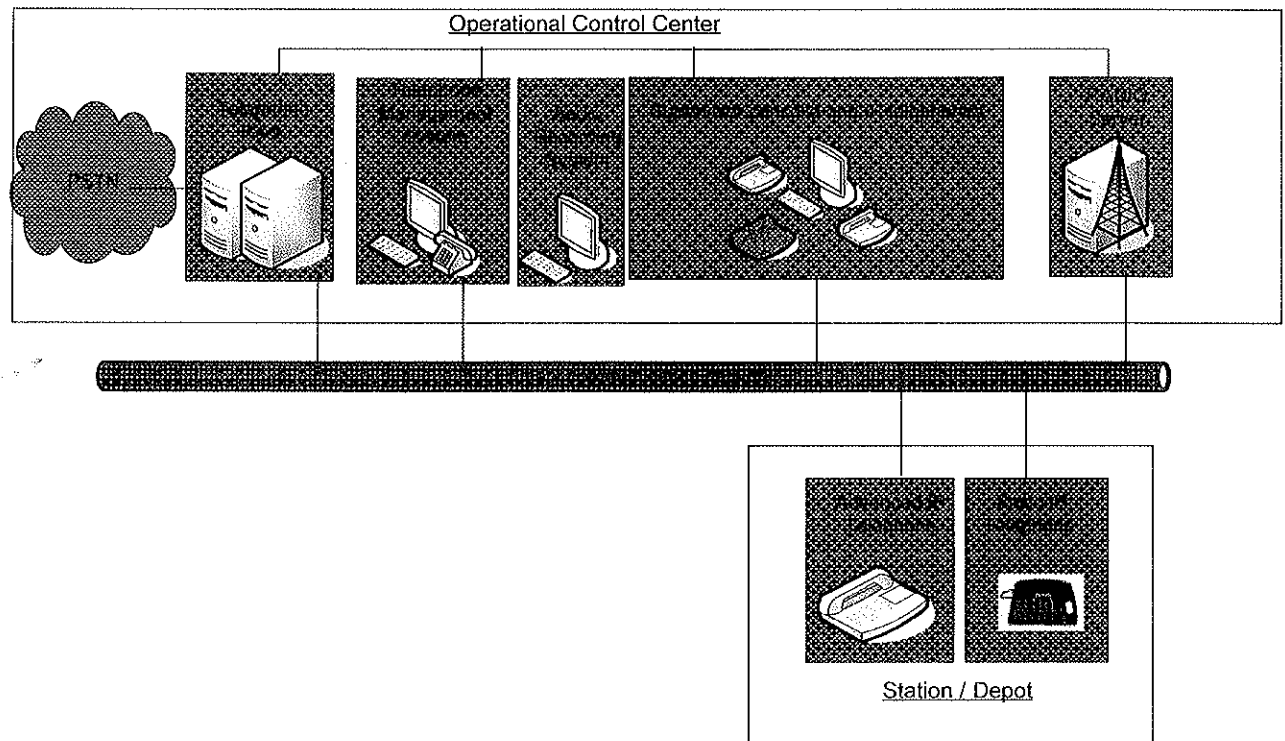


Figura 1: Servicio automático del sub-sistema de telefonía Arquitectura general

Una interfaz con el sistema de radio TETRA permite realizar llamadas de voz entre el teléfono y los usuarios TETRA, es decir, permite a los operadores con dispositivos de radio portátiles poder comunicarse con un usuario de la red telefónica.

Una interfaz entre el servicio automático del sub-sistema de telefonía y el sistema de grabación de audio almacenará las conversaciones que involucran a los operadores OCC. Las grabaciones serán archivadas por lo menos durante 60 días. El sistema se duplica para cumplir con los requisitos de redundancia.

006146

1.2.1 Servicio automático del sub-sistema de telefonía En el OCC

1.2.1.1 Servidor telefónico

El servidor telefónico es el corazón del sistema. Proporciona las características, aplicaciones y mecanismos de red para satisfacer una gran variedad de necesidades de la comunicación empresarial.

El servidor telefónico está instalado en las salas técnicas del centro de control para ambas líneas. El dispositivo está basado en un servidor aplicativo, con software pre-configurado. Permite la comunicación de voz, tanto internamente en el sistema del metro y hacia la red de telefonía pública.

El sistema está compuesto por dos servidores configurados para llevar a cabo la protección de espera en caliente. Esto asegura una alta disponibilidad al proporcionar un servidor de respaldo que toma automáticamente el control del sistema en caso de fallo del servidor principal.

Cada servidor está equipado con una interfaz Ethernet y conectado a la red de comunicación primaria.

El servidor telefónico tiene las siguientes funcionalidades principales:

- Control de las funciones de conmutación de IP;
- Gestión de las funciones de VoIP, gestión de los paquetes de voz para la transmisión en la red IP;
- Gestión de las conexiones de usuario IP en el sistema de VoIP
- Gestión de las conexiones PSTN;
- Conexión con el sistema de radio TETRA;
- Soporte para todas las funciones típicas de una central telefónica (transferencia de llamada/desvío, llamada en espera, petición de llamada, música de espera, etc.).
- Conexión con el sistema de grabación de audio

El plan de numeración es flexible y puede ser actualizado de acuerdo a las necesidades del cliente, siguiendo un procedimiento de actualización específico y utilizando un sistema de gestión de red específico.

1.2.1.2 Teléfonos

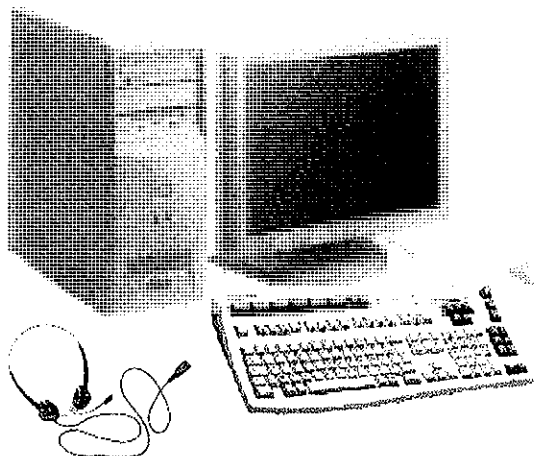
En el centro de control se proporcionarán diferentes tipos de teléfonos:

- Teléfonos IP administrativos avanzados, para los operadores del centro de control;
- Teléfonos IP administrativos básicos, para las salas técnicas y oficinas.

OSCAR P. ESCOBAR
Administrador de Proyecto
R&P de Ingeniería



1.2.1.3 Consola auxiliar



La consola propuesta es una aplicación auxiliar de última generación que une la telefonía con poderosas herramientas de negocios. La PC no está dedicada exclusivamente a esta aplicación y puede manejar aplicaciones de telefonía y software de negocios de forma simultánea.

La aplicación auxiliar es un software multi-usuario: cada auxiliar puede personalizar la estación de trabajo y recuperar sus ajustes personalizados con una cuenta personal y contraseña. La información típica que aparece en la aplicación es la siguiente:

- Campos de manejo de llamadas
- Campo de comunicación de origen
- Campo de llamadas enrutadas
- Campo de llamadas en espera
- Campos de colas de espera
- Teclas de función sensible al contexto
- Estado terminal
- Ventana del panel de lámparas de ocupación
- Ventana de las teclas programables del sistema o usuario
- Barra de menús

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALCALDIA MUNICIPAL DE LIMA
REPRESENTANTE LEGAL

1.2.1.4 Sistema grabador de audio

Una grabadora de audio en el OCC grabará automáticamente todas las conversaciones entre los operadores del OCC.

1.2.1.5 Consola de administración del sistema

Una consola de administración del sistema se proporcionará en el OCC. La consola de gestión es una PC con el software aplicativo para proporcionar funciones de gestión del sistema, tales como:

- Configuración del sistema
- Gestión de alarma



- Monitoreo del rendimiento

006148

1.2.2 Sistema telefónico operacional en ubicaciones periféricas

1.2.2.1 Teléfonos

En los sitios periféricos (estación, depósito y ESS) se proporcionarán diferentes tipos de teléfonos:

- Teléfono VoIP administrativo avanzado;
- Teléfonos VoIP administrativos básicos;

Los teléfonos en las salas técnicas tendrán un grado IP adecuado al entorno.

1.3 Funcionalidades del sistema telefónico operacional

1.3.1 Funciones básicas

1.3.1.1 Servidor telefónico

El servidor telefónico constituye el núcleo de los sistemas telefónicos suministrados, donde se implementan todas las funciones lógicas y de control para la prestación de los servicios de telefonía avanzada.

El servidor es responsable de:


- Mantener la información de usuario y ajustes del sistema
- Establecer y hacer cumplir las políticas de seguridad del sistema y los privilegios de usuario
- Configuración e implementación de las preferencias de usuario, relacionados con la gestión y enrutamiento automático de llamadas
- Enrutamiento de llamadas entrantes y salientes, seleccionando la ruta más apropiada
- Ajuste de los parámetros de configuración
- Control de los teléfonos IP y puertos de enlace
- Proporcionar estadísticas de uso del sistema en tiempo real

Todas las funciones se configuran y controlan remotamente por medio de una PC proporcionada que incluye un software NMS específico.

Todo el sistema está implementado para realizar las siguientes funciones:

- Registros históricos de llamadas
- Control de admisión de llamadas/restricciones de llamadas
- Enrutamiento de llamadas (estática, menor coste, tiempo del día)
- Música en espera
- Registros del detalle de llamada
- Manejo de llamadas:
 - Desvío de llamadas (reglas estáticas/dinámicas)
 - Transferencia de llamadas, llamada en espera, retención de llamadas
 - Captura de llamadas
 - Retención/paquete de respuesta y liberación de respuesta
 - Auto-respuesta
- Llamada en espera y recuperación
- Llamada en espera y recuperación
- Identificación de la línea de llamada (CLID)

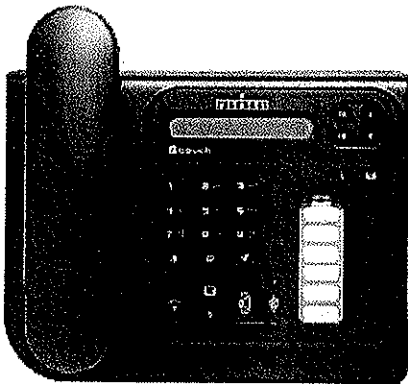
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE INVERSIÓN PRIVADA
REPRESENTANTE LEGAL



- Llamadas no respondidas y listas de llamadas realizadas almacenadas en los teléfonos IP
- Soporte DTMF (entrada/salida)
- Indicación de mensaje en espera
- Múltiples apariciones de línea por teléfono
- Auxiliar de operador

1.3.1.2 Teléfonos

Teléfono IP básico



Ejemplo de un típico teléfono VoIP básico

Teléfonos de VoIP básicos se instalarán en las principales salas técnicas de la estación y depósito. Las principales características son:

- Pantalla alfanumérica
- Teclas programables
- Interfaz de Ethernet
- Soporte PoE

Teléfono IP avanzado



Ejemplo de un típico teléfono IP avanzado

Los teléfonos VoIP avanzados serán instalados en el centro de control y en las salas maestras de la estación. Las principales características son:

- Pantalla gráfica
- Teclas de función programables
- Modo manos libres
- Interfaz de Ethernet
- Botones de navegación
- Soporte para PoE
- Soporte para módulos de teclas adicionales
- Control de volumen
- Opciones de configuración


1.4 Rendimiento del sistema telefónico operacional

1.4.1 Prestaciones básicas

1.4.1.1 Redundancia

La redundancia se logra distribuyendo funciones centrales entre los distintos servidores con el fin de garantizar la continuidad de los servicios. La presencia de un servidor telefónico de respaldo de intercambio en caliente permite un cambio transparente en caso de fallo. Con esta arquitectura dos servidores telefónicos están presentes en el mismo sistema. Durante el funcionamiento normal un servidor está activo mientras que el otro está en modo de espera de vigilancia. Cuando falla el servidor activo el respaldo se pone automáticamente en modo activo, ya que se actualiza constantemente. Ambos OCC están duplicados con el fin de seguir los requerimientos del cliente.

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA



006151

<p>C.1.2.7.8</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
---	--

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.7.8) SUBSISTEMA DE TELEFONÍA DE EMERGENCIA Y DE INTERFONÍA

Índice

Índice 2

8. Subsistema de Telefonía de Emergencia y de Interfonía 3

8.1 Arquitectura del sistema telefónico de EMERGENCIA 3

8.2 Sistema Telefónico de Emergencia en el OCC 4

8.2.1 Unidad de Control Central 4

El dispositivo se basa en un servidor aplicativo, con software pre-configurado. 4

La Unidad de Control está ubicada en la sala técnica del OCC, tanto para la línea 2 y línea 4 4

8.2.2 Consola ETS 4

8.2.3 Sistema Grabador de Audio 4

8.3 Sistema Telefónico de Emergencia en la Estación 4

8.3.1 Unidad de Control de la Estación 4

8.3.2 Consola ETS ODES 5

8.3.3 Teléfono ETS DMT 5

8.4 Sistema de la Línea Telefónica de Emergencia 5

8.4.1 Teléfonos de la Línea de Emergencia 5

8.5 Funcionalidades del sistema telefónico de EMERGENCIA 6

8.5.1 Funciones Básicas 6

8.5.1 Sistema de Gestión de Red 6

8.6 PRESTACIONES del sistema TELEFÓNICO DE EMERGENCIA 6

8.6.1 Prestaciones Básicas 6

8.6.2 Redundancia 6

8.7 descripción general del sistema de Interfonía 7

8.8 arquitectura del punto de llamada de emergencia 7

8.9 Punto de llamada de emergencia en PCO-N 8

8.9.1 Servidor de ECP 8

8.9.2 Consola ECP DMT 8

8.9.3 Sistema de grabación de audio 8

8.10 Punto de llamada de emergencia en ubicaciones periféricas 9

8.10.1 Punto de llamada de emergencia (ECP) 9

Ejemplo de punto de llamada de emergencia 9

8.11 FUNCIONES DEL Punto de llamada de emergencia 9

8.11.1 Principales características 9

8.11.1.1 Comunicaciones con los operadores del OCC 9

8.11.2 Comunicaciones con los operadores de ODES/taller 10

8.12 Rendimientos 10

8.12.1 RENDIMIENTOS BÁSICOS 10

8.12.1.1 Redundancia 10

1. SUBSISTEMA DE TELEFONÍA DE EMERGENCIA Y DE INTERFONÍA

El objetivo del Sistema Telefónico de Emergencia es principalmente permitir la comunicación directa entre la línea y los operadores OCC/ODES a través del teléfono de emergencia en caso de accidentes, vandalismo, delincuencia, etc. Los aparatos telefónicos de emergencia están ubicados a lo largo de la línea y en la estación.

1.1 Arquitectura del sistema telefónico de emergencia

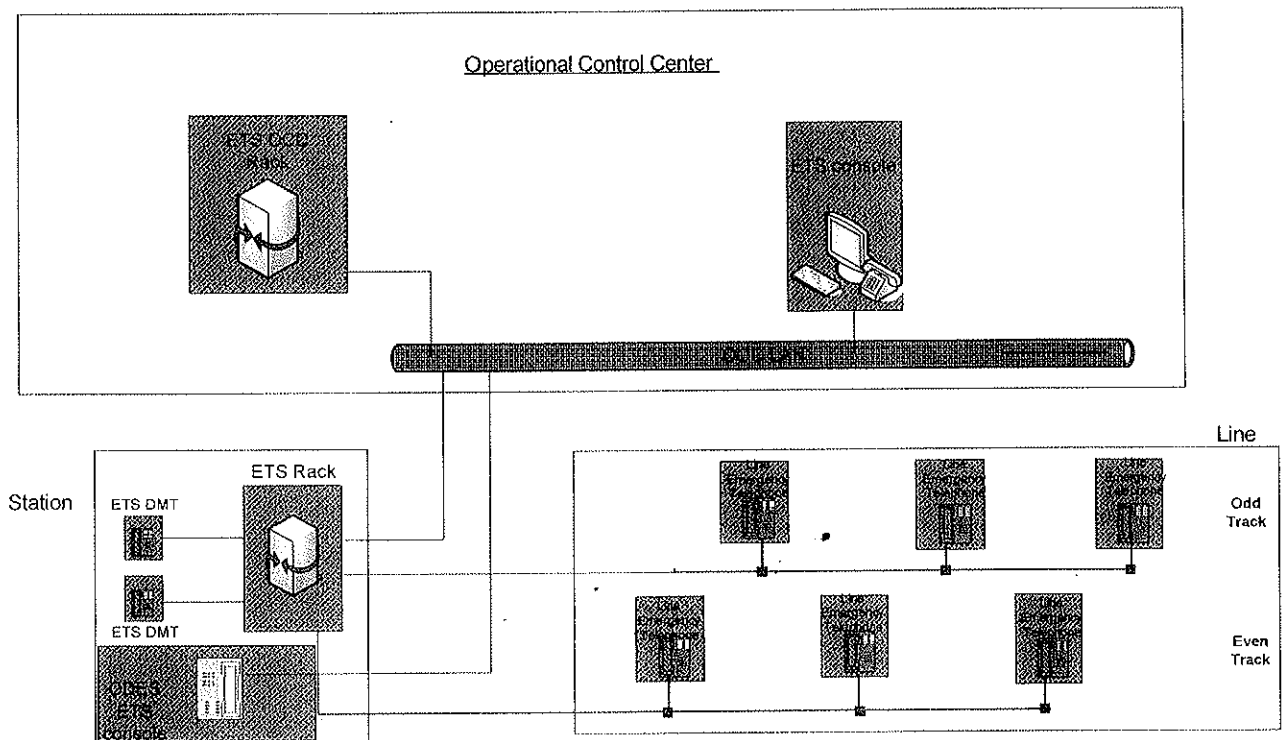
El sub-sistema de telefonía de emergencia será totalmente independiente con respecto al servicio automático del sub-sistema de telefonía.

La Línea Telefónica de Emergencia está compuesta por:

- Unidad de Control del OCC (ETS Bastidor OCC)
- Teléfonos del operador en el OCC
- Una consola en el OCC;
- Unidad de Control en la Estación (Bastidor ETS)
- Una consola en la Estación (ODES)
- Líneas Telefónicas;
- Cables del teléfono.

La siguiente figura muestra la arquitectura de la Línea del Sistema Telefónico de Emergencia previsto para la línea 2 y línea 4 del metro de Lima:

Cada línea tiene esta arquitectura y es independiente de la otra. La interfaz entre sitios (estaciones, OCC, parque/taller) se llevará a cabo a través del sub-sistema de comunicación primario



1.1.1 Sistema Telefónico de Emergencia en el OCC

1.1.1.1 Unidad de Control Central

La Unidad de Control central está compuesta por:

- **Unidad administradora de llamadas** para establecer y gestionar las llamadas y para fines de configuración y administración.

El dispositivo se basa en un servidor aplicativo, con software pre-configurado.

La Unidad de Control está ubicada en la sala técnica del OCC, tanto para la línea 2 y línea 4

El sistema está compuesto por dos servidores configurados para llevar a cabo la protección de espera en caliente. Los dos servidores están directamente conectados: de esta manera hay una actualización continua entre el primario y secundario. Esto asegura una alta disponibilidad al proporcionar un servidor de respaldo que toma automáticamente el control del sistema en caso de fallo del servidor principal.

1.1.1.2 Consola ETS

Desde la consola ETS los operadores en el OCC serán capaces de responder a una llamada entrante desde los teléfonos de emergencia. También es capaz de configurar y gestionar todos los Sistemas Telefónicos de Emergencia. Además, los operadores del OCC serán provistos con pantallas que puedan proporcionar una visión clara de las llamadas en espera, llamadas suspendidas o conversaciones en curso.

1.1.1.3 Sistema Grabador de Audio

Una grabadora de Audio en el OCC grabará automáticamente todas las conversaciones entre los operadores del OCC y los teléfonos de emergencia.

1.1.2 Sistema Telefónico de Emergencia en la Estación

1.1.2.1 Unidad de Control de la Estación

La Unidad de Control de la estación está compuesta por:

- **Unidades de interfaz** que convierten la señal telefónica analógica procedente de las unidades periféricas en una señal VOIP. Hay una unidad de interfaz para cada línea telefónica más una para fines de respaldo (configuración N+1, donde N es el número de líneas telefónicas). Por lo tanto, las unidades de interfaz están conectadas directamente a las líneas telefónicas.

La unidad de la estación está ubicada en la sala técnica de la estación.

En caso de avería o pérdida de potencia de una unidad de interfaz individual, la línea telefónica entrante se conecta al teléfono operador de emergencias (ETS DMT).

En caso de una pérdida o fallo de energía de todas las unidades de interfaz, todas las líneas telefónicas están conectadas en paralelo al teléfono operador de emergencia (ETS DMT). Así que todas las llamadas son enviadas a los teléfonos del operador de emergencia, pero no es posible identificar la línea telefónica desde donde la llamada está llegando.

La línea telefónica de entrada se conecta el teléfono operador de emergencia (ETS DMT), también en caso de pérdida de conexión con la Unidad de Control del OCC (por ejemplo: la red de comunicación primaria no funciona)

1.1.2.2 Consola ETS ODES

006155

Desde la consola ETS el operador en la Estación (ODES) será capaz de responder a una llamada entrante de los Teléfonos de Emergencia, también en caso de fallo de conexión OCC.

1.1.2.3 Teléfono ETS DMT

El teléfono ETS DMT está equipado con un generador de barrido para realizar una llamada y un reproductor de sonido piezoeléctrico activado por el voltaje procedente de la línea de teléfonos de emergencia. De esta manera, el teléfono operador estará funcionando incluso en caso de pérdida de potencia. La llamada es detectada por la señal acústica recibida por el teléfono. La señal acústica puede integrarse junto con un LED visual.

El teléfono operador también está equipado con un conector RJ45 y cable de conexión correspondiente.

El teléfono operador se proporciona en un estuche a prueba de golpes. La base del teléfono está estructurada con una inclinación de 30 ° en comparación con el plano de soporte.

El teléfono operador está equipado con un aparato a prueba de golpes conectado a la consola con un cable en espiral.

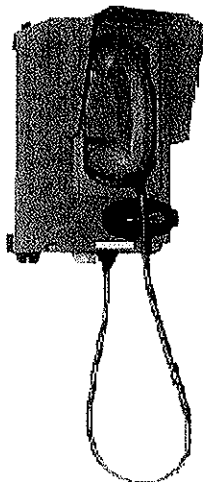
Al colgarse el aparato pone al teléfono en línea permitiendo la llamada y la conversación.

Normalmente se proporciona un teléfono por cada línea para poder identificarlo.

1.1.3 Sistema de la Línea Telefónica de Emergencia

1.1.3.1 Teléfonos de la Línea de Emergencia

Los teléfonos de la línea de emergencia son teléfonos al aire libre equipados con una caja estanca (IP65), un generador de barrido rotatorio, aparato a prueba de golpes, un colgador magnético y cable en espiral extensible en poliuretano.



Los teléfonos están instalados a lo largo de las vías pares e impares típicamente con una separación de 100 metros (en una configuración "tresbolillo"), con especial atención a los siguientes puntos:

- Al principio y al final de cada una de las plataformas
- Cerca de puntos singulares de la línea como:
 - Ejes
 - En las salas técnicas a lo largo de la línea
 - Puntos de señalización relevantes

[Handwritten signature and stamp]

- Otros puntos de entrada/salida de la línea
- En las estaciones de luz azul

006156

Todos los teléfonos en cada línea (par o impar) están conectados en paralelo con cables telefónicos de cobre dispuestos a lo largo de la línea (L2 y L4) y terminando en los teléfonos del operador del OCC.

1.2 Funcionalidades del sistema telefónico de EMERGENCIA

1.2.1 Funciones Básicas

Con el fin de garantizar los máximos criterios de segregación, el sistema de la línea telefónica de emergencia está completa y físicamente separada de los otros sub-sistemas de teléfono/comunicación.

De esta manera, incluso en caso de un escenario de desastre/daños, se garantiza la disponibilidad del sistema.

Las llamadas son en una sola dirección (de la línea hacia el lado del OCC/Estación).

La llamada hacia los operadores de OCC/Estación se realiza a través del generador de barrido capaz de generar una señal de teléfono.

La llamada entrante a OCC/Estación genera una señal acústica (tono) en la consola del operador OCC.

El operador OCC responde colgando el aparato de teléfono y comienza la conversación. La conversación termina cuando el operador cuelga.

Cada teléfono está equipado con un colgador que se cierra cuando el usuario cuelga el teléfono. De este modo, sólo un teléfono a la vez está conectado a la línea y se evita la situación de que todos los teléfonos estén conectados de manera permanente a la línea.

Como no es posible inhibir el colgado de diferentes teléfonos al mismo tiempo por diferentes usuarios, en esta situación los diferentes usuarios que cuelgan están conectados entre ellos. En este caso se produce una reducción del nivel de audio. Esta reducción del nivel de audio está relacionada con el número de teléfonos conectados y la longitud/sección del cable.

Todas las llamadas telefónicas de emergencia son registradas automáticamente por la grabadora de audio del OCC.

Todas las llamadas serán grabadas y conservadas al menos durante treinta días.

1.2.2 Sistema de Gestión de Red

Para la licitación del metro de Lima ambas líneas estarán equipadas con un sistema de diagnóstico llamado NMS. El Sistema de Gestión de Red estará disponible en el OCC para permitir la configuración, diagnóstico y control de las operaciones del sub-sistema.

1.3 Prestaciones del sistema telefónico de emergencia

1.3.1 Prestaciones Básicas

1.3.1.1 Redundancia

La redundancia se logra distribuyendo funciones centrales entre los distintos servidores con el fin de garantizar la continuidad de los servicios. La presencia de un servidor telefónico de respaldo de intercambio en caliente permite un cambio transparente en caso de fallo. Con esta arquitectura dos servidores telefónicos están presentes en el mismo sistema. Durante el funcionamiento normal un servidor está activo mientras que el otro está en modo de espera de vigilancia. Cuando falla el servidor activo el respaldo se pone automáticamente en modo activo, ya que se actualiza constantemente.

1.4 Descripción general del sistema de Interfonía

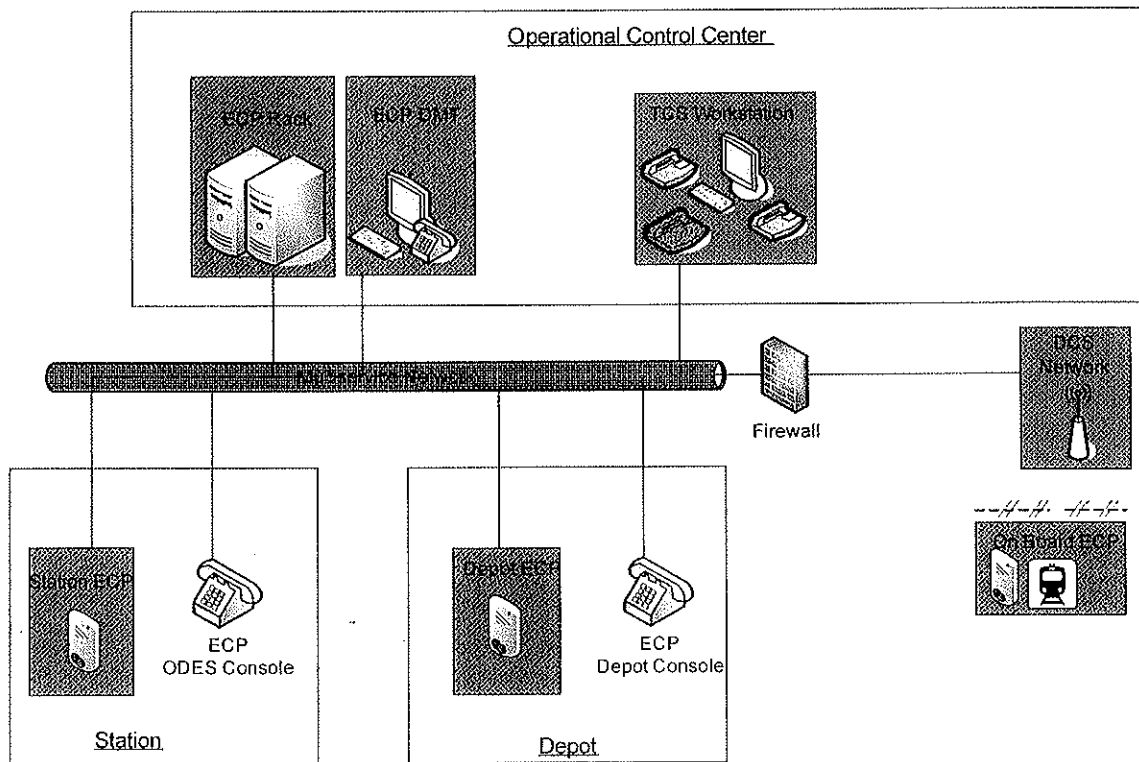
El sistema de interfonía (llamada de emergencia) consiste principalmente en el enrutamiento y la conexión de señales de voz para pasajeros. Permite las comunicaciones directas entre los conjuntos de ECP instalados a bordo de los vehículos, en las estaciones, en el taller y en los operadores del OCC. Todo el sistema se diseñó para mejorar la seguridad y la comodidad de los usuarios, al suministrar una herramienta de comunicación con el centro de control para informar de emergencias o situaciones complicadas.

1.4.1 Arquitectura del punto de llamada de emergencia

El subsistema ECP será completamente independiente respecto al subsistema automático de servicio telefónico. Para cada línea L2 y L4 esta arquitectura prevé que se pueda dividir en tres partes:

- La parte central, basada en dos servidores de ECP redundantes, ubicados en la sala técnica del OCC. Las principales funciones que se ejecutan son el control y la gestión de los ECP.
- La parte periférica está compuesta por todos los dispositivos de ECP ubicados en las estaciones, talleres y en general en todas las áreas del sistema de transporte que los requiera.
- Dispositivos ECP a bordo.

La siguiente figura muestra la arquitectura del sistema de llamada de emergencia:



Elaborado por:
Ing. [Nombre] [Firma]

1.4.2 Punto de llamada de emergencia en PCO-N

1.4.2.1 *Servidor de ECP*

El servidor de ECP es una máquina con un software personalizado.

Ambos servidores de ECP (principal y de emergencia) son idénticos, con las mismas funciones, configuradas en respaldo; en caso de falla en el servidor principal, el de emergencia entra en funcionamiento sin interrupción del servicio.

El servidor de ECP realiza las siguientes funciones:

- Permite enviar información o llamadas de emergencia al ECP DMT y a todas las áreas de trabajo.
- Gestión de las alarmas de todos los ECP del metro.

El servidor de ECP controla y gestiona los ECP mediante el protocolo TCP/IP.

Los dispositivos periféricos están conectados con el servidor de ECP mediante una red de servicios múltiples mediante la cual con llamadas de gobierno se controlan y diagnostican a estos periféricos. Cada servidor de ECP cuenta con un puerto Ethernet.

1.4.2.2 *Consola ECP DMT*

La consola ECP DMT (ubicada en el Centro de Control) permite responder a la información entrante y a las llamadas de emergencia desde los ECP cuando ICCS no está disponible.

La consola ECP DMT está compuesta por una estación de trabajo con entorno Windows y un teléfono IP para comunicación vocal. En la consola ECP DMT está instalado un software cliente que se comunica con los servidores de ECP (ambos). Este software incluye las siguientes funciones:

- Responder a la información y llamadas de emergencia entrantes desde los ECP.
- Diagnosticar/informar eventos
- Gestión de la cola de llamadas
- Configuración ECP (por ejemplo, nombre de la estación, número y posición ECP, ID del teléfono)
- Configuración de parámetros ECP

La comunicación con el servidor de ECP se realiza a través de la red Ethernet. Solo si ambos servidores de ECP no funcionaran, no estará disponible ECP DMT.

Desde la consola ECP DMT también es posible ver cada evento/alarma de ECP mediante la aplicación de gestión instalada. Los eventos o alarmas también se pueden consultar en cualquier momento; por ejemplo, se puede ver:

- Fallas de ECP
- Llamadas de información de ECP
- Llamadas de emergencia de ECP
- Información de respuesta del operador

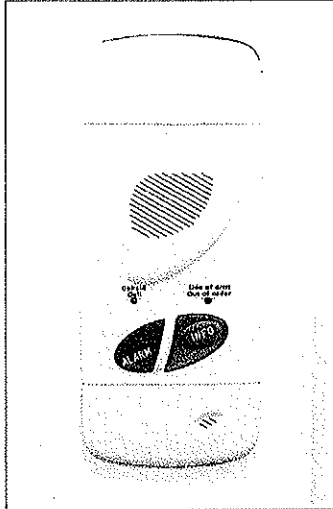
Con la aplicación de ECP DMT se puede monitorear que el funcionamiento del sistema de ECP y ver las alarmas acumuladas (por ejemplo, sistema ECP fuera de servicio, pérdida de redundancia del sistema ECP, estación [id] fuera de servicio, sección [id] fuera de servicio, tren [id] fuera de servicio).

1.4.2.3 *Sistema de grabación de audio*

Un grabador de audio en el OCC automáticamente grabará todas las conversaciones entre los operadores del OCC y los teléfonos de llamada de emergencia. Se grabarán todas las llamadas y se guardarán por lo menos treinta días.

1.4.3 Punto de llamada de emergencia en ubicaciones periféricas

1.4.3.1 Punto de llamada de emergencia (ECP)



Ejemplo de punto de llamada de emergencia

El punto de llamada de emergencia (ECP) es un dispositivo para comunicaciones bidireccionales entre los pasajeros y los operadores del OCC o de la estación.

Está compuesto por una caja metálica resistente al uso intensivo y antivandalismo, un parlante, un micrófono, botones de llamada y LED operacionales.

El ECP está equipado con un botón rojo y uno verde. Con el botón rojo los pasajeros realizan llamadas de emergencia hacia los operadores del OCC mientras que con el botón verde realizan llamadas de emergencia hacia los operadores de ODES/taller.

El ECP está equipado con una interfaz IP y está conectado con la red de múltiples servicios.

Los puntos de llamadas de emergencia se instalarán en las áreas de pasajeros (pabellón de la estación y plataformas) y en las áreas de taller. El uso de la estación ECP activará automáticamente la imagen de video en la correspondiente cámara.

Los puntos de llamadas de emergencia también están disponibles en los vehículos conectados con el centro de control mediante el sistema DCS.

1.4.4 Funciones del punto de llamada de emergencia

1.4.4.1 Principales características



Comunicaciones con los operadores del OCC

El subsistema de llamadas de emergencia brinda a los pasajeros un medio de comunicación con los operadores del OCC para solicitar información o informar sobre una situación de emergencia.

El subsistema ECP presenta las siguientes funciones:

- una vez presionada una tecla del conjunto de ECP, se dispara una notificación y se muestra un mensaje en la pantalla de la estación de trabajo.
- Se muestra una indicación de la ubicación física del punto de llamada de emergencia en la estación de trabajo.
- La alarma sonora se detiene cuando el operador advierte la llamada.

- Las llamadas que ocurran mientras una está en progreso se envían a la cola en la estación de trabajo. Una lista de varias llamadas en espera está disponible en la estación de trabajo.
- Una "función de escucha silenciosa" está disponible para el operador de la estación de trabajo mediante una interfaz específica. El operador puede seleccionar un conjunto de ECP y conmutarlos en este modo para escuchar el sonido ambiente local. En este modo no hay transmisión desde el operador al conjunto de ECP. La misma interfaz se puede usar para ejecutar pruebas de funcionamiento en puntos de emergencia en las estaciones y para controlar la finalización de la comunicación.

Cuando un pasajero presiona el botón de "Emergencia" (botón rojo), el punto de emergencia envía el tono correspondiente al OCC y activa la señal luminosa de "Llamada en progreso".

La consola de emergencia responde enviando un tono de espera hasta que el operador responde la llamada.

Cuando se activa una llamada de emergencia:

- una señal acústica y un mensaje advierten al operador.
- la interfaz gráfica muestra una advertencia en la estación de trabajo.

El operador administra las llamadas entrantes al seleccionar la llamada. Esto abre automáticamente la comunicación de audio. Al mismo tiempo se activará en el OCC la cámara que control ese ECP.

El operador también puede decidir finalizar la llamada.

También es posible definir en la consola del operador la hora y la duración de la llamada.

Si se realizan múltiples llamadas aparece en el monitor una lista cronológica de llamadas entrantes y el operador puede escoger cuál de ellas responder. Existen dos listas diferentes de llamadas entrantes, una de emergencia y otra de información. A partir de la activación del punto de emergencia, se envía una notificación de aceptación al punto de llamada.

Las comunicaciones con el punto de llamada de emergencia son del tipo de dos vías.

Cuando finaliza la conversación, el punto de llamada de emergencia recibe de la unidad de control el mando de corte que restablece el punto de emergencia para que pueda funcionar nuevamente.

Comunicaciones con los operadores de ODES/taller

Al usar el botón verde, los pasajeros en la estación o el personal de mantenimiento en el taller pueden establecer una comunicación con el correspondiente ODES o la consola de ECP del taller. También en este caso las comunicaciones con el punto de llamada de emergencia son del tipo de dos vías.

1.4.5 Rendimientos

1.4.5.1 Rendimientos básicos

Redundancia

La redundancia se logra al distribuir las funciones principales entre los diferentes servidores para asegurar la continuidad de los servicios. La presencia de un servidor de ECP de respaldo con cambio en vivo permite una conmutación transparente en caso de falla. Con esta arquitectura, dos servidores de ECP están presentes en el mismo sistema. Durante el funcionamiento normal está activo un servidor y el otro está en modo de pausa en alerta. Cuando falla el servidor activo, el de respaldo se activa automáticamente dado que se actualiza en continuación.

006151

<p>C.1.2.7.8</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
---	--

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.7.8) SUBSISTEMA DE TELEFONÍA DE EMERGENCIA Y DE INTERFONÍA

Índice

Índice 2

8. Subsistema de Telefonía de Emergencia y de Interfonía 3

8.1 Arquitectura del sistema telefónico de EMERGENCIA..... 3

 8.2 Sistema Telefónico de Emergencia en el OCC..... 4

 8.2.1 Unidad de Control Central 4

El dispositivo se basa en un servidor aplicativo, con software pre-configurado. 4

La Unidad de Control está ubicada en la sala técnica del OCC, tanto para la línea 2 y línea 4 4

 8.2.2 Consola ETS 4

 8.2.3 Sistema Grabador de Audio 4

 8.3 Sistema Telefónico de Emergencia en la Estación..... 4

 8.3.1 Unidad de Control de la Estación..... 4

 8.3.2 Consola ETS ODES 5

 8.3.3 Teléfono ETS DMT 5

 8.4 Sistema de la Línea Telefónica de Emergencia..... 5

 8.4.1 Teléfonos de la Línea de Emergencia 5

 8.5 Funcionalidades del sistema telefónico de EMERGENCIA 6

 8.5.1 Funciones Básicas 6

 8.5.1 Sistema de Gestión de Red 6

 8.6 PRESTACIONES del sistema TELEFÓNICO DE EMERGENCIA 6

 8.6.1 Prestaciones Básicas 6

 8.6.2 Redundancia 6

 8.7 descripción general del sistema de Interfonía..... 7

 8.8 arquitectura del punto de llamada de emergencia 7

 8.9 Punto de llamada de emergencia en PCO-N 8

 8.9.1 Servidor de ECP 8

 8.9.2 Consola ECP DMT 8

 8.9.3 Sistema de grabación de audio 8

 8.10 Punto de llamada de emergencia en ubicaciones periféricas..... 9

 8.10.1 Punto de llamada de emergencia (ECP) 9

Ejemplo de punto de llamada de emergencia..... 9

 8.11 FUNCIONES DEL Punto de llamada de emergencia 9

 8.11.1 Principales características 9

 8.11.1.1 Comunicaciones con los operadores del OCC..... 9

 8.11.2 Comunicaciones con los operadores de ODES/taller..... 10

 8.12 Rendimientos..... 10

 8.12.1 RENDIMIENTOS BÁSICOS..... 10

 8.12.1.1 Redundancia 10

1. SUBSISTEMA DE TELEFONÍA DE EMERGENCIA Y DE INTERFONÍA

El objetivo del Sistema Telefónico de Emergencia es principalmente permitir la comunicación directa entre la línea y los operadores OCC/ODES a través del teléfono de emergencia en caso de accidentes, vandalismo, delincuencia, etc. Los aparatos telefónicos de emergencia están ubicados a lo largo de la línea y en la estación.

1.1 Arquitectura del sistema telefónico de emergencia

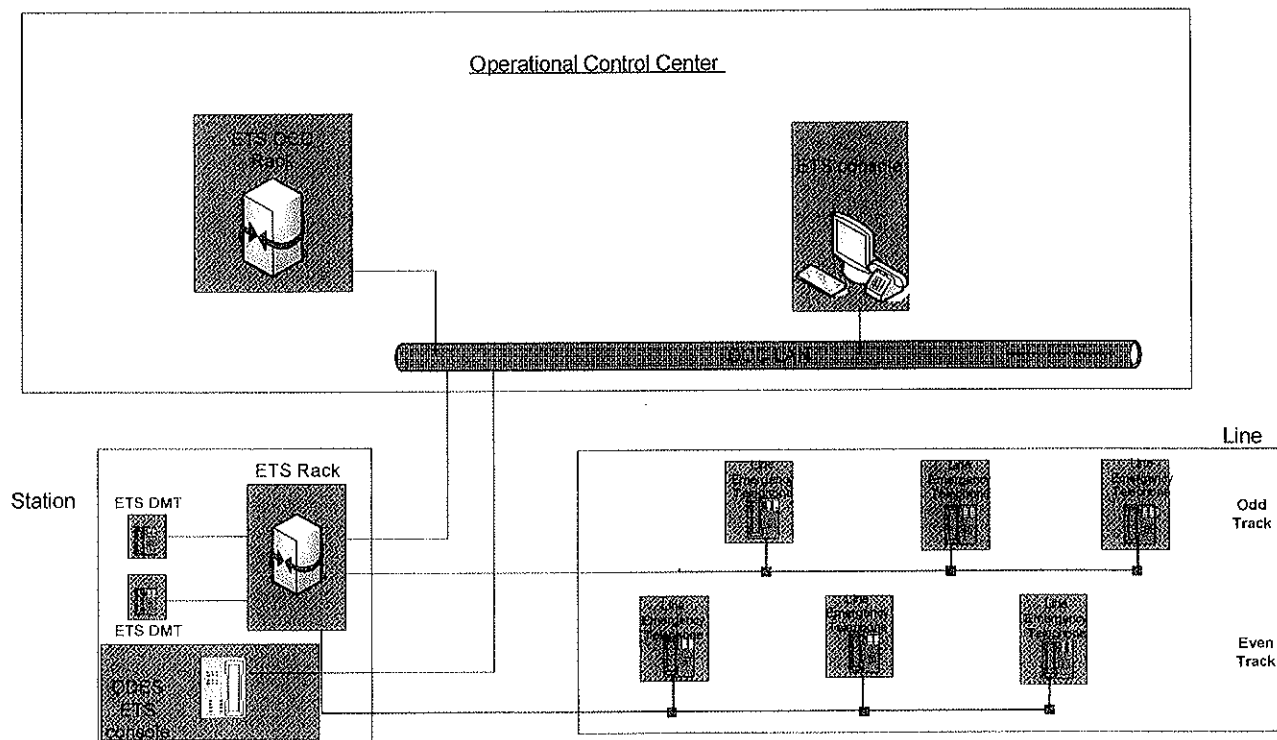
El sub-sistema de telefonía de emergencia será totalmente independiente con respecto al servicio automático del sub-sistema de telefonía.

La Línea Telefónica de Emergencia está compuesta por:

- Unidad de Control del OCC (ETS Bastidor OCC)
- Teléfonos del operador en el OCC
- Una consola en el OCC;
- Unidad de Control en la Estación (Bastidor ETS)
- Una consola en la Estación (ODES)
- Líneas Telefónicas;
- Cables del teléfono.

La siguiente figura muestra la arquitectura de la Línea del Sistema Telefónico de Emergencia previsto para la línea 2 y línea 4 del metro de Lima:

Cada línea tiene esta arquitectura y es independiente de la otra. La interfaz entre sitios (estaciones, OCC, parque/taller) se llevará a cabo a través del sub-sistema de comunicación primario





006161

<p>C.1.2.7.9</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
--------------------------------------	---

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.7.9) SUBSISTEMA DATA COMMUNICATION SYSTEM (DCS)



Índice

Índice 2

1. SUBSISTEMA DATA COMMUNICATION SYSTEM (DCS)..... 3

1.1 Criterio del diseño..... 3

 1.1.1 Criterio de Diseño General 3

 1.1.2 Criterios Generales de Diseño..... 3

1.2 Arquitectura DCS 3

 1.2.1 Red Troncal..... 5

 1.2.2 Red central..... 7

 1.2.3 Red de Arcén 8

 1.2.3.1 AB de arcén..... 9

 1.2.3.2 Radio de arcén 10

 1.2.4 Red de trenes..... 11

1.3 Sistema de gestión de la red DCS..... 12

 1.3.1 Generalidades..... 12

 1.3.2 Interfaz de usuario..... 13

1.4 Rendimientos de DCS..... 14

 1.4.1 Redundancia DCS y restauración de las fallas 14


 1.4.1.1 Red de trenes 14

 1.4.1.2 Red de arcén 15

 1.4.1.3 Red troncal 16

 1.4.1.4 Red central 17

 1.4.2 Seguridad DCS 18



1. SUBSISTEMA DATA COMMUNICATION SYSTEM (DCS)

006163

1.1 Criterio del diseño

El objetivo de este documento es proporcionar una descripción técnica de la red DCS que controla todo el flujo de datos entre los sub-sistemas CBTC.

El diseño se basa en los requisitos del cliente.

1.1.1 Criterio de Diseño General

La red DCS proporciona las funciones de comunicación entre los trenes y el centro de control a través de una red específica con capacidad de transmitir datos en "banda ancha".

En especial, la comunicación está garantizada en:

- Línea 2 (Puerto del Callao a estación Municipalidad)
- Línea 4 (estación Gambeta a estación Argentina)
- Taller de trenes L2
- Taller de trenes L4

1.1.2 Criterios Generales de Diseño

Los criterios generales de diseño de DCS se indican a continuación:

- El sistema de red DCS es una tecnología basada en IP.
- El sistema de red DCS es un sistema autónomo sin la dependencia física o funcional respecto a otras redes de comunicación por radio internas o externas.
- El sistema de red DCS es un sistema independiente, basado en estándares abiertos e interfaces de normas comunes para toda la industria.
- El sistema de red DCS está diseñado para ser completamente redundante y evitar cualquier punto de falla. Cumple completamente con los requisitos del empleador.
- La red DCS usa bandas de frecuencia de radio (tanto para CBTC como para servicios) y cumple con las principales normas y regulaciones del país.
- El cableado sigue el estándar Cat 6 o 7

La siguiente lista brinda una breve descripción de las principales opciones tecnológicas previstas para este proyecto:

- El estándar usado para la red troncal es Gigabit Ethernet (IEEE 802.3z Type 1000 Base LX), que usa fibras mono-modo G.652.
- El estándar de radio usado cumple con las especificaciones de la norma IEEE 802.11 sobre el control de acceso medio (MAC) a la red de área local inalámbrica (WLAN) y sobre la capa física (PHY).
- El equipo de la red soporta el estándar 802.1q para la implementación de la red de área local virtual (VLAN).

1.2 Arquitectura DCS

La red DCS implementa dos funciones principales:

- brindar comunicación entre los trenes y los centros de control a través del acceso inalámbrico;
- brindar comunicación entre el equipo de señalización distribuido en las estaciones y los centros de control.

006164

La red DCS es un sistema de comunicación de banda ancha completamente redundante que garantiza el intercambio de datos seguro, fiable y bidireccional entre los equipos de los subsistemas de señalización.

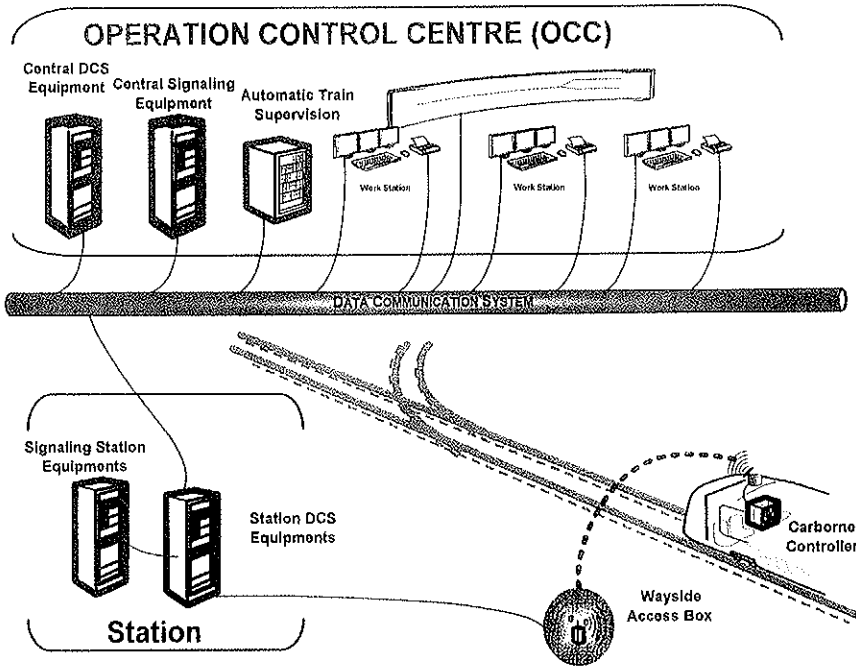


Figura 1 : Sistema DCS – Descripción general

La red DCS está compuesta de cuatro redes principales como se muestra en la Figura 2:

1. **Red de trenes (TN):** Se encuentra en la red Ethernet a bordo, que incluye equipo de radio.
2. **Red de arcén (WN):** Es la red que conecta el punto de acceso (AP, de aquí en adelante también se mencionará como “caja de acceso, AB”) dispuestos a lo largo de la vía. Esta red permite la comunicación por radio con los trenes.
3. **Red troncal (BN):** es la red fija que transporta datos desde la red del arcén hacia la PCO-N y desde los dispositivos de distribución de las señales (por ejemplo, ZC) hacia PCO-N.
4. **Red central (CN):** Es la parte de la red ubicada en las áreas centrales; constituye el alma de toda la red.


 Director General
 Agencia de Promoción de la Inversión Privada
 (PROINVERSIÓN)
 (Logo de ProInversión)

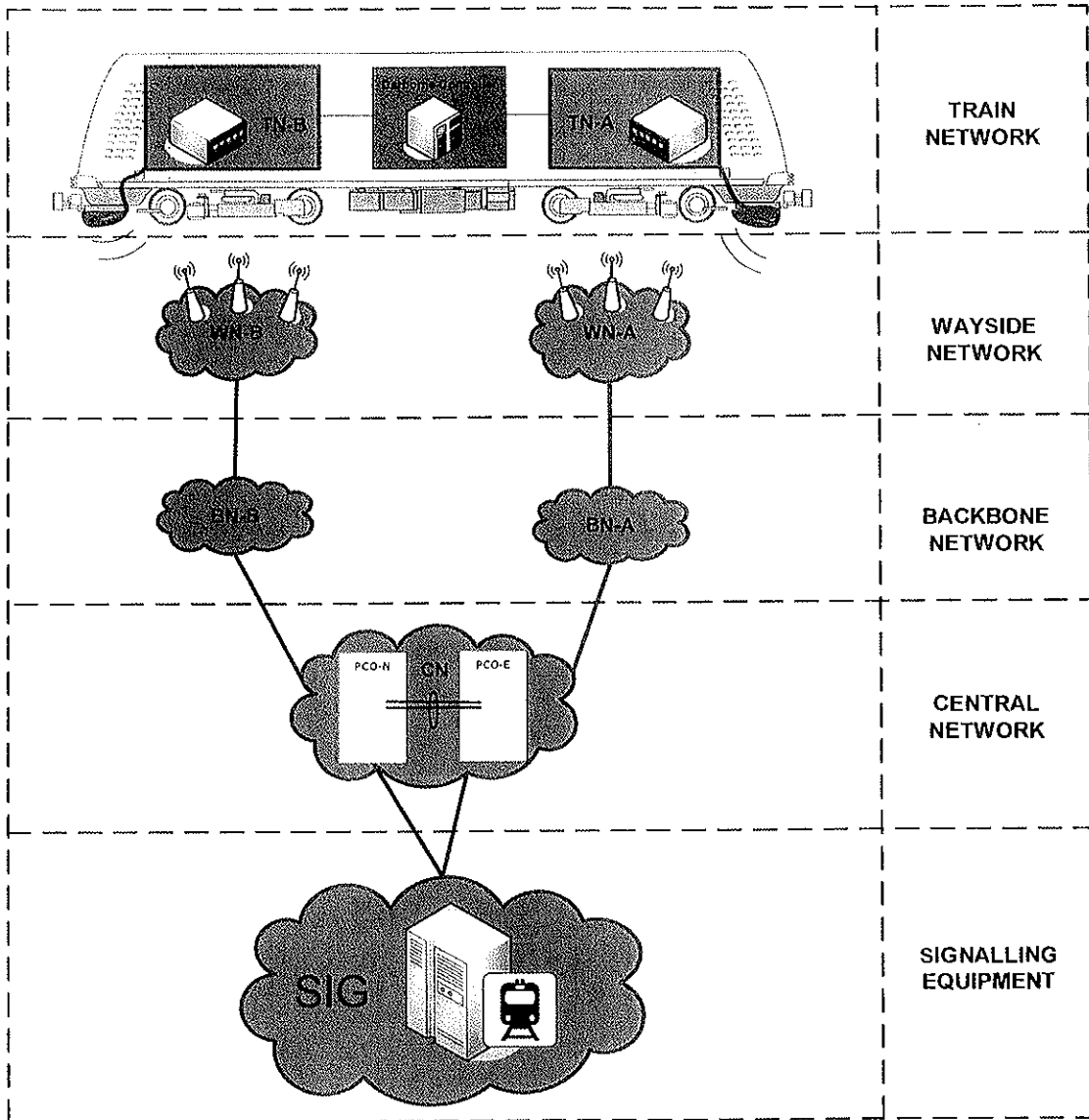


Figura 2: Arquitectura general de DCS

La arquitectura de la red y los rendimientos de la red están diseñados para garantizar la seguridad, fiabilidad, disponibilidad y mantenimiento indispensables de la red.

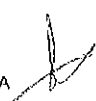
La red DCS está diseñada como una red completamente redundante. Como se muestra en la Figura, existen dos vínculos independientes entre los trenes y las salas de control (Red A y Red B).

En las siguientes secciones se describirán la red troncal, la red central, la red de arcén y la red de trenes.

1.2.1 Red Troncal

La Red troncal está diseñada para transportar el tráfico de datos de acceso hacia la red central, especialmente la comunicación de datos mediante la caja de acceso que proporciona conexión inalámbrica con los trenes pero también la comunicación de datos entre la Red central y las instalaciones de los dispositivos de señalización distribuidos (CBTC, ATS, IXL).

La Figura 4 muestra una hipótesis sobre la topología de la red lógica de las redes troncales DCS para la licitación de las líneas 2 y 4 del metro de Lima.



La Figura 4 muestra una hipótesis sobre la topología de la red lógica de las redes troncales DCS para la licitación de las líneas 2 y 4 del metro de Lima.

006166

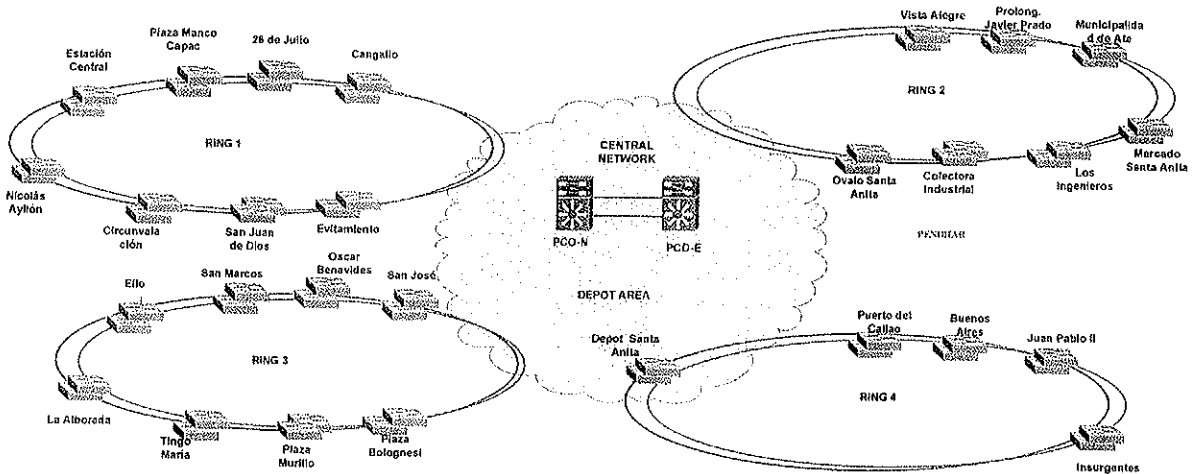


Figura 3 – Metro de Lima L2 – Topología de la red troncal

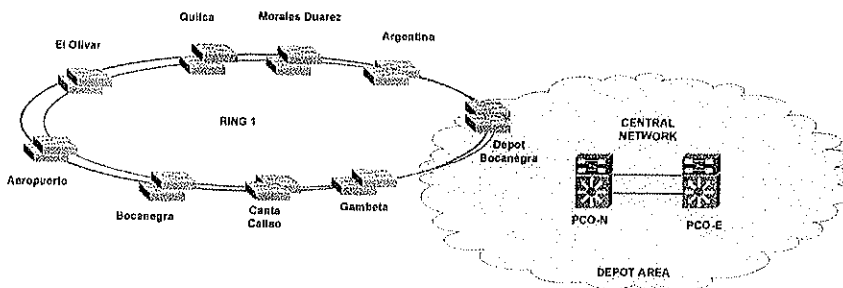


Figura 4 – Metro de Lima L4 – Topología de la red troncal

El sistema de la red troncal usa una topología de red de anillo. Esto es para evitar la interrupción del servicio y aumentar la disponibilidad del sistema.

La solución de anillo se adoptó también debido a su capacidad para evitar interrupciones y aumentar la fiabilidad de la red.

Para ambas redes, existen dos redes troncales diferentes: BN-A (azul) y BN-B (rojo). Las estaciones que pertenecen a la licitación de la línea 2 del Metro de Lima se agrupan en cuatro anillos, desde un punto de vista lógico.

En esta hipótesis, las estaciones y los edificios de los talleres ("Centro de control de operaciones – PCO-N", "Sala de reproducción y capacitación – PTR" o en adelante también llamada "Centro de control de operaciones de respaldo – PCO-E") se agrupan de la siguiente manera:

- **ANILLO 1: Ovalo Santa Anita, Colectora Industrial, Los Ingenieros, Mercado Santa Anita, Vista Alegre, Prolong. Javier Prado, Municipalidad de Ate**



- **ANILLO 2: Estación Central, Plaza Manco Capac, Cangallo, 28 de Julio, Nicolás Ayllón, Circunvalación, San Juan de Dios, Evitamiento,**
- **ANILLO 3: San José, Oscar Benavides, San Marcos, Elio, La Alborada, Tingo María, Plaza Murillo, Plaza Bolognesi**
- **ANILLO 4: Puerto del Callao, Buenos Aires, Juan Pablo II, Insurgentes, Taller Santa Anita**

Así como para la línea 2, la hipótesis para la línea 4 es: desde un punto de vista lógico, en un anillo.

En especial, las estaciones y los edificios de los talleres (“Centro de control de operaciones – PCO-N”, “Sala de reproducción y capacitación – PTR” o en adelante también llamada “Centro de control de operaciones de respaldo – PCO-E”) se agrupan de la siguiente manera:

- **ANILLO 1: Gambeta, Canta Callao Bocanegra Argentina El Olivar Quilca Morales Duarez Aeropuerto, Bocanegra Taller**

El PCO-N y PCO-E se ubican los equipos de la red central, por lo que estas posiciones pertenecen a todos los anillos.

Las conmutaciones de estación pertenecientes a los anillos mencionados se conectan entre sí por medio de fibra óptica mono-modo, con conexión de 1 Gbps. Los equipos de ubicación periférica CBTC, ATS e IXL se conectarán con los conmutadores de estación DCS.

Cada anillo comienza desde el centro apropiado de conmutación en PCO-N y finaliza en el centro de conmutación en PCO-E.

Desde un punto de vista físico, el sistema de fibra troncal DCS está formado por dos cables de fibra óptica. Los dos cables de fibra óptica para cada red troncal se extienden entre dos estaciones alternadas.

También se suministrará una conexión directa entre PCO-N y PCO-E.

1.2.2 Red central

Los conmutadores centrales se ubican en PCO-N y PCO-E dentro del área de taller para ambas líneas. Están diseñados para permitir la conexión de toda la infraestructura de señalización (los equipos ATS, IXL y CBTC se conectarán con los conmutadores centrales ubicados en PCO-N y PTO-E).

La red central recoge el tráfico generado por los clientes conectados mediante la red de acceso.

El alma de la red reside en conmutadores redundantes. Cada uno contiene todos los módulos necesarios y control ambas redes troncales. En caso de que falle uno de estos conmutadores, los anillos troncales re-convergen y continúan funcionando mediante el otro conmutador.

La conexión entre los dos conmutadores se realiza mediante vínculos de 10 Gbps.

La Figura 5 muestra la red central (CN) conectada con las redes troncales (BN-A y BN-B).

CONSORCIO [6545]
NUEVO METRO DE LIMA

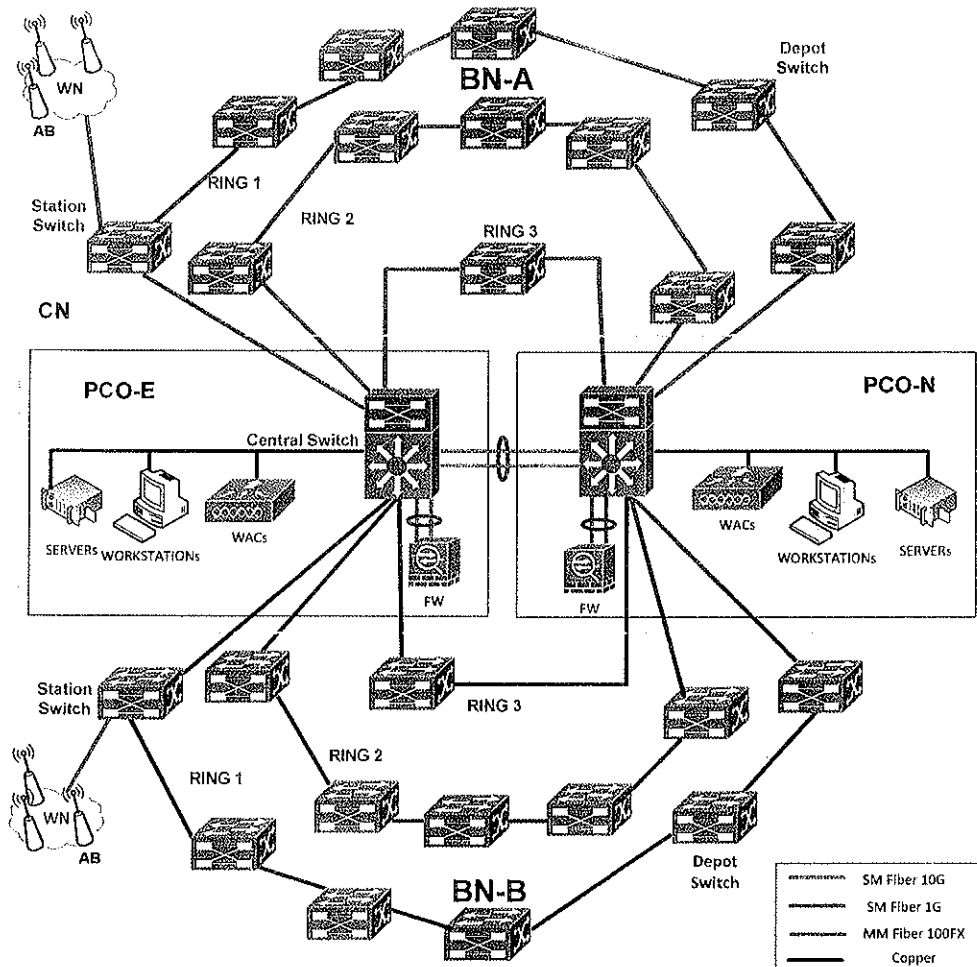


Figura 5 – Red central y troncal DCS

En la Sala central también existen controladores para administrar la red inalámbrica, la mitad de ellos destinados a BN-A y la otra mitad a BN-B. Para cada controlador que está funcionando existe uno como respaldo en caso de falla en el primero. Si consideramos un par de controladores (en funcionamiento y en pausa) uno está conectado con el primer conmutador y el otro con el segundo.

Desde un punto de vista de seguridad, se implementaron cortafuegos en la red. Estos cortafuegos inspeccionan el tráfico que atraviesa la red y solo permiten el tráfico indicado como autorizado.

En cada Sala de equipos del centro existe un servidor de protocolo de tiempo de red, un servidor de radio, servidores de gestión y estaciones de mantenimiento.

1.2.3 Red de Arcén

El objetivo principal de la red de arcén es brindar cobertura de radio que permita la comunicación de datos entre los trenes y los centros de control.

La cobertura de radio suministrada se basa en una distribución celular de las fuentes de emisión a lo largo de la vía.

Se instalaron dos grupos separados de cajas de acceso a lo largo de la línea.

El primer grupo implementa la red WN-A; el segundo implementa la red WN-B. Las dos WN están físicamente separadas.

La separación física mencionada se logra mediante las siguientes opciones de diseño:

- Se usan diferentes Identificadores de conjunto de servicios (SSID) en el canal de radio.
- En la parte fija de la red, se utilizan cables separados, óptico y de suministro de energía para WN-A y WN-B.
- Los canales de radio usados por SSID están separados por lo que no existe la posibilidad de interferencia entre las dos conexiones de radio.

Mientras se procede a lo largo de la línea, la radio a bordo realiza el cambio con la caja de acceso adyacente, en base a la señal de RF recibida.

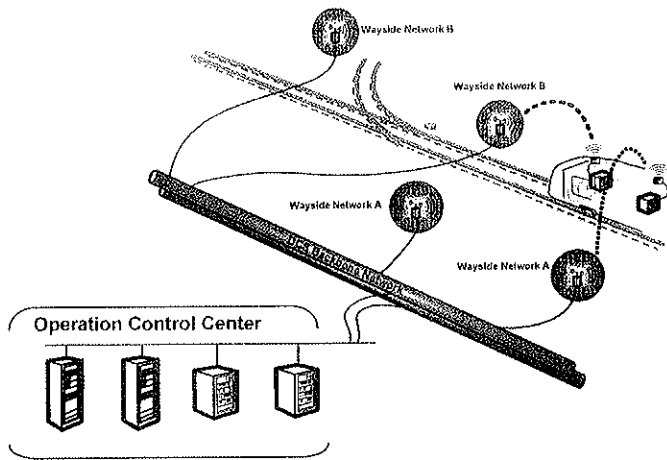


Figura 6: Arquitectura general del arcén

La red de arcén consiste en cajas de acceso (AB) que incluyen vínculo Ethernet, suministro de energía, unidades de radio de base y equipo de emisión.

Se advierte que también las áreas de talleres están cubiertas por las AB de la red de arcén.

1.2.3.1 AB de arcén

En cada WN, las AB están conectadas con el conmutador troncal más cercano mediante la topología de anillo con un cable de fibra óptica en el arcén con configuración redundante.

Físicamente, la conexión se realiza por medio de fibra óptica multimodo, con capacidad de conducir 100 Mbps de tráfico.

La Figura 7 muestra un ejemplo de conexión entre la red de arcén y la red troncal.

CONSORCIO [65471]
 NUEVO METRO DE LIMA

006170

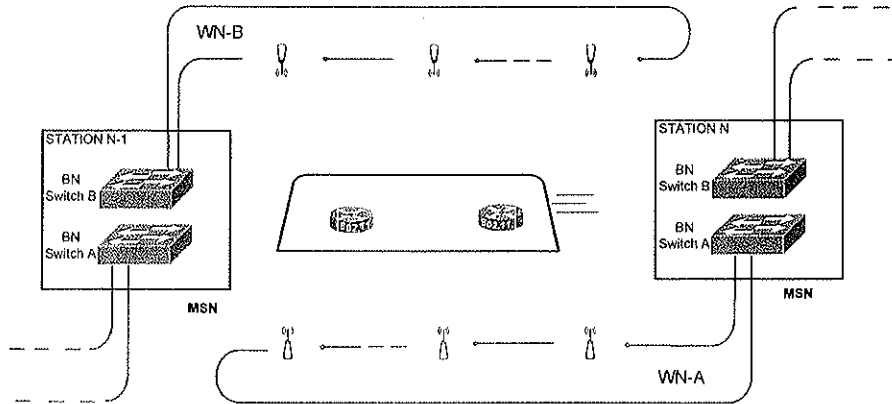


Figura 7 - Conexión entre BN y WN

Como se muestra en este ejemplo, los cables de suministro de energía que alimentan las AB de la red WN-A están conectados con la estación N-1, mientras que las AB de la red WN-B lo están con la estación N, como se muestra en la Figura 8.

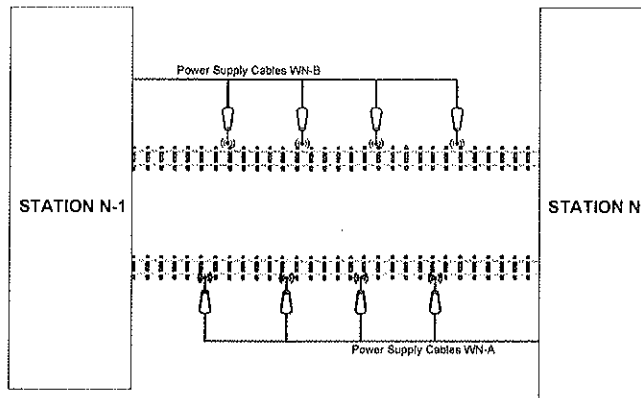


Figura 8 – Disposición del suministro de energía

1.2.3.2 Radio de arcén

Para la propagación de la señal de radio en el arcén y en el área de los talleres se usan frecuencias de radio apropiadas sin canales superpuestos.

La potencia de transmisión puede variar de acuerdo a los escenarios del entorno.

Las antenas del arcén son de panel, cada AB está conectada con dos de ellas cubriendo ambas direcciones del túnel.

La siguiente figura muestra una distribución en celda típica junto con la vía usando diferentes frecuencias, una para llevar tráfico de señalización y la otra para transportar servicios como el CCTV.

CONSORCIO [6548] NUEVO METRO DE LIMA

[Handwritten signature]

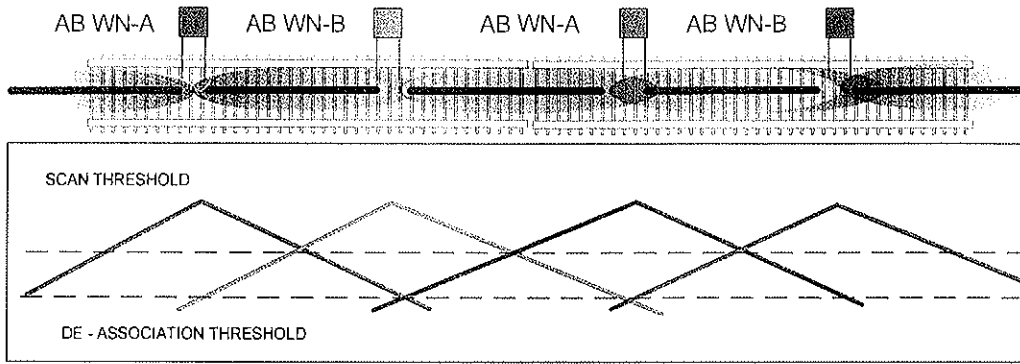


Figura 9 – Ejemplo de distribución de frecuencias

1.2.4 Red de trenes

Los trenes del metro de Lima consisten en 6 o 7 coches interconectados. Por razones de disponibilidad, el sistema de radio para transmisión CBTC desde y hacia los trenes es de diseño completamente redundante. Se proponen una red de datos redundante a bordo para lograr una conexión fiable entre los componentes de la radio a bordo y el equipo CBTC del coche.

En cada coche se instalaron dos diferentes redes TN-A y TN-B que intercambian datos por separado con las redes WN-A y WN-B, por medio de vínculos de radio separados.

Las dos redes a bordo están conectadas por medio del cable Ethernet: este cable también se usa con fines de control y diagnóstico.

Cada TN incluye un conmutador de vía Ethernet y un equipo de radio. Un equipo de radio está conectado con la red WN-A y el otro con la red WN-B. En cada coche se encuentra un conmutador L2 para conectarse y relacionarse con otro sistema TLC.

La señal de RF se expande por medio de antenas instaladas en el techo del coche. Cada radio está conectada con una antena específica.

Los equipos suministrados están diseñados para cumplir con las regulaciones de la licitación. La Figura 10 muestra la arquitectura lógica a bordo en los trenes con 6 coches.

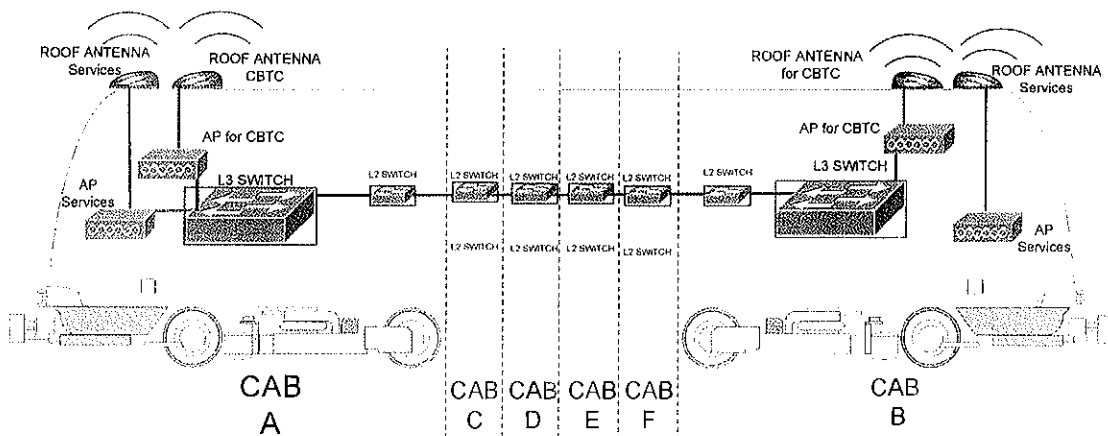


Figura 10 – Arquitectura a bordo con expansión en 6 coches

La Figura 11 muestra la arquitectura lógica a bordo en los trenes con 7 coches.

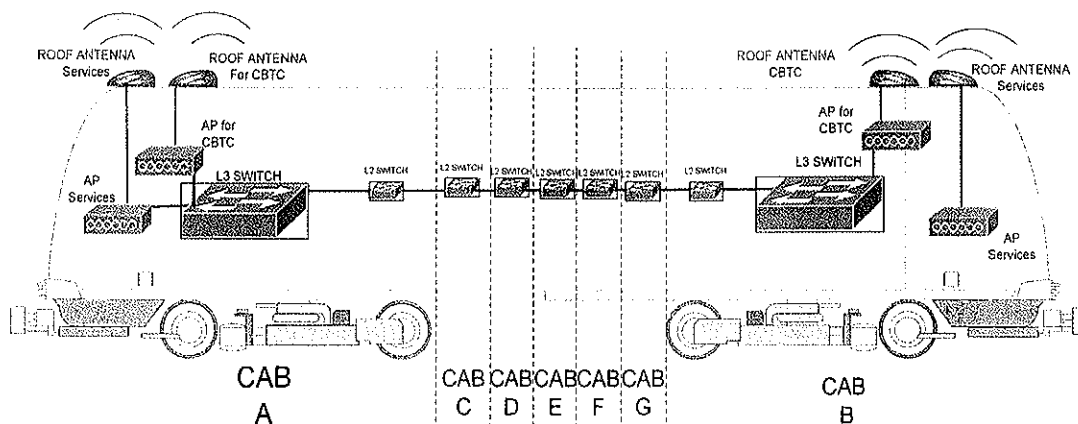


Figura 11 – Arquitectura a bordo con expansión en 7 coches

DCS proporciona un vínculo de radio para las comunicaciones entre trenes y la red de arcén A y un vínculo de radio para las comunicaciones entre trenes y la red de arcén B.

Se advierte que las AB de arcén no tienen un límite significativo respecto a la cantidad de trenes asociados, pero claramente el ancho de banda disponible se divide entre los diferentes clientes (AP a bordo).

1.3 Sistema de gestión de la red DCS

1.3.1 Generalidades

El Sistema de gestión de la red suministrado por DCS es la principal interfaz entre los administradores de red y la infraestructura de red, es la principal forma para los administradores del sistema para monitorear el estado de la red y registrar su evolución, y es la principal capa de intervención en caso de fallas.

La arquitectura NMS está compuesta por dos servidores, el primero en PCO-N y el segundo en PCO-E, que funcionan en configuración redundante para facilitar un rápido diagnóstico y una ágil solución de las fallas.

OPERA EL SISTEMA DE TRÁNSITO
ALICIA MORALES CARRERA
REPRESENTANTE LOCAL

006173

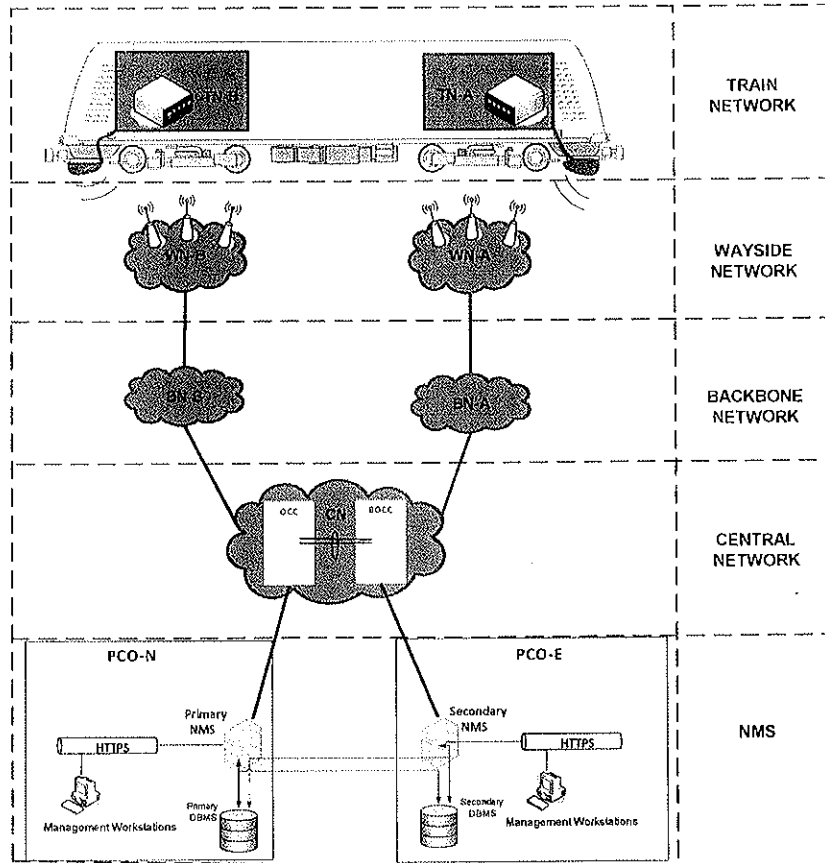


Figura 12 – Arquitectura del sistema NMS

Cada evento generado por los elementos de la red ubicados en la red de troncal (A o B), la red de arcén (A o B), la red de trenes (A o B) y la red central es recogido por NMS y replicado tanto en la base de datos local (DB principal ubicada en PCO-N) como en la base de datos secundaria de NMS en PCO-E (que representa la copia espejo de la DB principal).

DCS se basa en el protocolo IP y los protocolos de capas superiores más frecuentemente usados tales como el protocolo de gestión simple de la red (SNMP) y HTTPS para permitir que las aplicaciones de la Web configuren de manera remota el sistema mediante un explorador de Internet.

Se suministran dos NMS separados para la licitación del metro de Lima. Uno monitorea L2 y su taller y el otro L4 y su taller.

1.3.2 Interfaz de usuario

NMS ofrece una interfaz de usuario gráfica con los administradores del sistema de la red, organizada de tal manera para que cada alarma y situación de emergencia siempre se pueda mantener bajo control.

Una representación topológica muestra la red como gráfico topológico, que representa los elementos de la red y los vínculos entre ellos. Cada elemento de la red está representado por un ícono. Cuando se detecta una alarma, se presenta el ícono asociado con un color diferente, lo que indica el grado de gravedad de la alarma. Los objetos topológicos se muestran según la alarma más grave.

Las principales características del sistema de gestión de la red que monitorean el estado del equipo del sistema de comunicación de datos son:

- Alarmas y notificación de alertas halladas en la red

[Firma manuscrita]

006174

- Catalogación de los nodos IP del sistema de comunicación, con mapas gráficos
- Recolección y generación de informes estadísticos
- Generación de los principales indicadores de calidad de la red
- Búsqueda y comparación de la dirección MAC y mapeo con la dirección IP
- Monitoreo de la tasa de uso de CPU, del uso de la memoria y demora de ping

Esta aplicación también sirve como servidor colector centralizado para la recepción de SNMP enviados por diferentes elementos de la red de cable y de la inalámbrica (WAC, AP, AB, conmutadores L2 y L3, servidores).

1.4 Rendimientos de DCS

1.4.1 Redundancia DCS y restauración de las fallas

La red DCS está diseñada para ser completamente redundante y evitar cualquier punto de falla para todas las zonas ATO según las siguientes opciones de diseño:

Todas las funciones de la red central se suministran mediante al menos dos dispositivos.

Se diseñaron dos vínculos independientes entre los trenes y las salas de control (red A y red B).

A lo largo de la línea siempre existe cobertura de radio para ambas redes (diferentes SSID para las redes A y B) que proporcionan conexión inalámbrica entre los trenes y las AB del arcén.

La solución de anillo se adoptó para la conexión de las AB troncales y de arcén. Representa una estructura doblemente conectada, con capacidad de permitir que cada nodo de la red sea alcanzable desde dos recorridos diferentes.

En las siguientes secciones se detallará la arquitectura DCS, centrándose en algunos escenarios de falla para demostrar la resiliencia de la red.

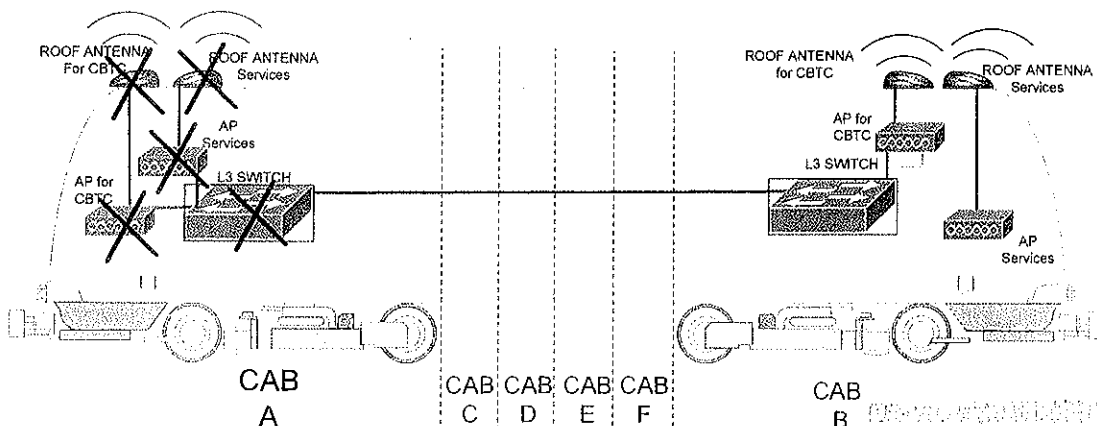
1.4.1.1 Red de trenes

A bordo existen dos redes independientes (A y B); cada red está compuesta por AP, conmutadores L3 y L2 (para cámaras de CCTV en todos los coches) y antenas.

Los servicios a bordo (tanto CBTC como diagnóstico) compartirán las dos redes del tren, equilibrando la carga en las dos radios.

El equipo CBTC está vinculado con ambas redes. Envía y recibe al mismo tiempo datos desde dos redes separadas.

Cualquier falla en un equipo de una red no tiene impacto en el tráfico de datos CBTC.



CONSORCIO [6552] NUEVO METRO DE LIMA

Figura 13 – Redundancia de la red de trenes (falla red A)

006175

1.4.1.2 Red de arcén

A lo largo de la línea se suministran dos redes de radio independientes. Cada red está compuesta por cajas de acceso.

Cada arcén entre dos estaciones está cubierto por dos redes separadas. En la sección entre dos estaciones los cables de alimentación están duplicados y unidos a diferentes estaciones.

El corte de los cables de suministro de energía o la falla de energía de una estación no afecta la comunicación de datos coche-arcén porque cables independientes y separados procedentes de estaciones cercanas alimentan las cajas de acceso de la red B.

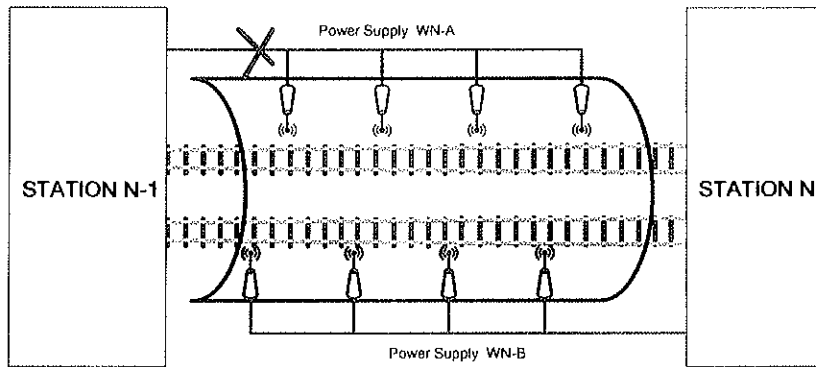


Figura 14 – Redundancia de arcén (corte del cable PS)

La falla de una radio (AB o radio a bordo) no tiene impacto porque cada área está cubierta por dos WN independientes equipados con caja de acceso (AB A y AB B) y la radio a bordo está duplicada, como se muestra en las Figuras 15 y 36.

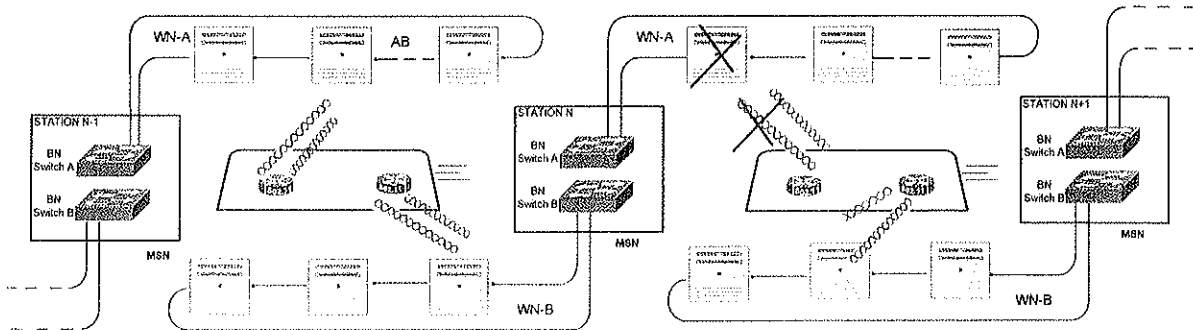


Figura 25 – Redundancia de arcén (falla de AB o radio a bordo)

Elaborado por: [Firma]
 Aprobado por: [Firma]
 Responsables: [Firma]

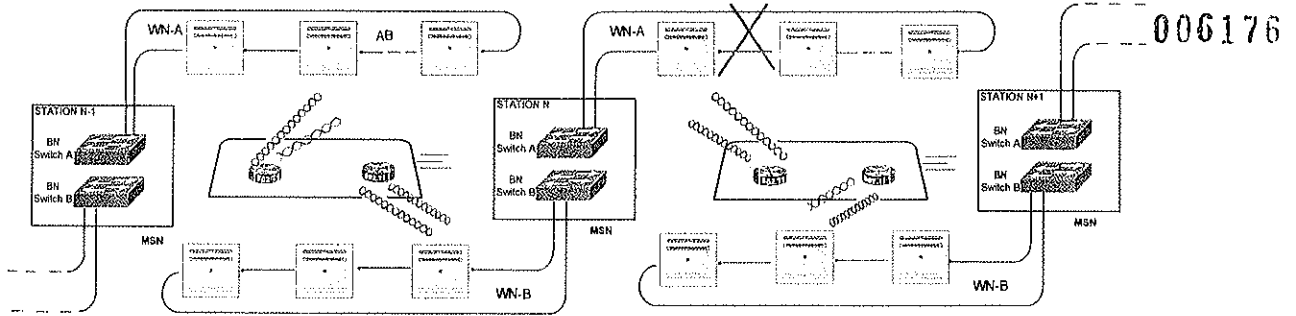


Figura 36 – Redundancia de arcén (falla del conmutador WN o corte de fibra)

El corte de los cables en la vía de cables no afecta la comunicación de datos coche-arcén porque existe otra red separada en la misma área vinculada con otra estación con una vía de cable aparte.

1.4.1.3 Red troncal

Para garantizar la disponibilidad de DCS en todas las estaciones, se proporcionarán dos conmutadores separados pertenecientes a dos anillos ópticos diferentes.

El anillo troncal está realizado por medio de un cable de fibra óptica específico.

La falla en un conmutador o el corte de un cable de fibra óptica no afecta la comunicación de datos coche-arcén porque el segundo anillo funciona correctamente y el protocolo de la topología del anillo recalcula la nueva topología de la red averiada.

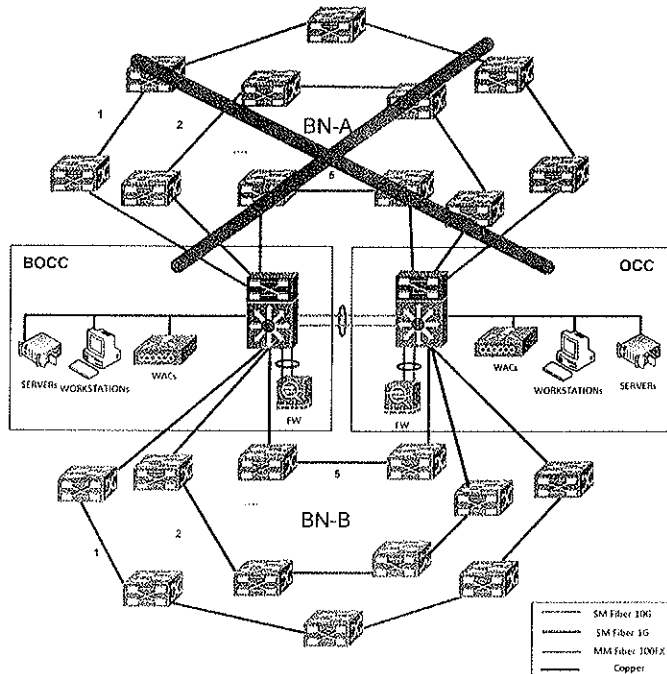


Figura 17 – Redundancia de la red troncal (falla BN-A)

Incluso una falla en estación no afecta la comunicación de datos coche-arcén: las AB de la red WN-A están conectadas con la estación N-1, mientras que las AB de la red WN-B lo están con la estación N, como se muestra en la siguiente figura. Por tal motivo, cada sección de la línea permanece cubierta al menos por una red inalámbrica si la estación N falla.

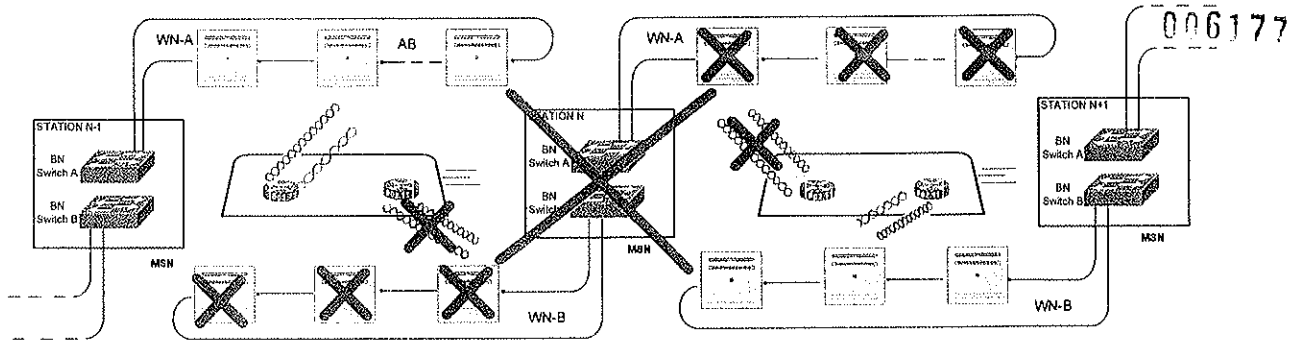


Figura 184 – Redundancia de arcén y troncal (recuperación de fallo en estación)

1.4.1.4 Red central

Los equipos de la red central se alojan en diferentes salas técnicas centrales.

Un desastre completo del centro de control no afecta la comunicación de datos entre el centro y BN, gracias al equipo redundante en el otro centro de control. Solo será necesaria la reconvergencia para ambas redes (A y B) causada por conmutadores centrales (ver la Figura 20).

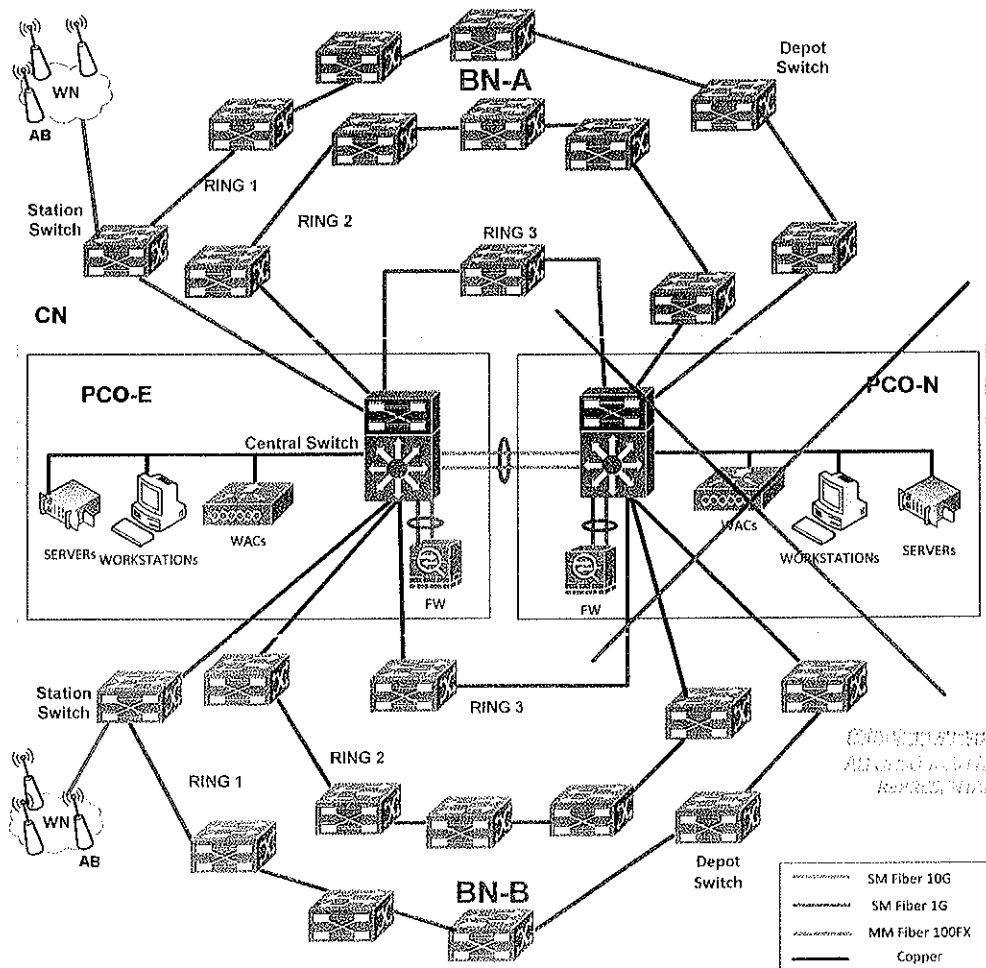


Figura 19 – Redundancia del equipo de la red central

QoS DCS

006178

DCS tiene una política de QoS no solo a nivel IP (nivel de red) sino a nivel de MAC (nivel de vínculo de datos).

La definición de esta política separa al diseñador respecto a la intervención directa en el nivel de aplicación, lo que evita la complicación de las aplicaciones lógicas y también la modificación del algoritmo.

Existen diferentes dispositivos DCS con capacidad de soportar los estándares que definen los parámetros y las políticas de QoS en los diferentes niveles, como se muestra en la siguiente tabla.

Capa OSI (modelo de interconexión de sistemas abiertos)	Protocolo/Estándar	Equipos de red
3	ToS, DiffServ sobre DSCP	Router a bordo
2	IEEE 802.1P CoS	Conmutador troncal, conmutador de acceso
2	IEEE 802.11e	Controlador WLAN, estación de radio base

Tabla 1 – QoS en diferentes capas OSI

DCS implementa políticas QoS de nivel 2 y 3 siempre que:

Se priorice el tráfico importante (señalización ferroviaria CBTC y otros datos).

Se reduzca el congestionamiento del vínculo, garantizando de esta manera un mayor control y el tráfico de los datos de la red.

1.4.2 Seguridad DCS

El sistema DCS proporciona conexión entre los dispositivos que pertenecen a todo el sistema. Debido a esta principal función y a la fuerte integración con distintos sistemas, el sistema DCS se clasifica como un sistema de transmisión abierto, según la norma CEI EN 50159-2 "Safety Related Communication in Open Transmission Systems".

El sistema DCS está dividido en varios componentes y existen diferentes tipos de seguridad en todo el sistema. Básicamente, el sistema DCS estará protegido frente a la manipulación externa en todas sus interfaces con el mundo externo.

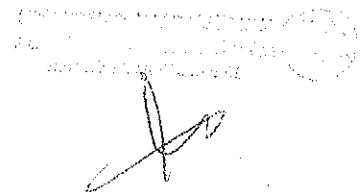
El primer supuesto sobre el que se desarrolla la seguridad es el de la protección física de los dispositivos en términos de evitar la conexión física indeseada.

Bajo este supuesto, las principales tareas que se deben desarrollar son:

- Asegurar el vínculo de la comunicación inalámbrica: el sistema implementa un esquema de 802.1x.
- Asegurar el cableado de la red: en la red central se ubican dos firewall principales y todos los segmentos de la red requieren de la red central para comunicarse entre sí; de esta manera, los firewall aseguran el control de todo el tráfico y proporcionan un conjunto básico de funciones de detección de intrusión (IDS).

[Handwritten signature]

- Asegurar los dispositivos de la red: los dispositivos de propósito específico (equipos de la red) no están sujetos a códigos maliciosos o cualquier tipo de virus. El acceso a estos dispositivos está protegido por las credenciales de acceso; solamente los dispositivos de propósito general son el servidor de gestión y las estaciones de trabajo. Estos dispositivos se equiparán con un software independiente antivirus. 006179



006180

C.1.2.7.10 Nº DOCUMENTO	C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO TIPO DE DOCUMENTO
--------------------------------	--

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA
RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.7.10) SUBSISTEMA INTEGRATED COMMUNICATION CONTROL SYSTEM (ICCS)

PROYECTO: LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO



006181

Índice

Índice	2
1. SUBSISTEMA DE CONTROL DE TELECOMUNICACIONES (TCS)	4
1.1 Introducción	4
1.2 Características del sistema	5
1.2.1 Anuncios al Público	5
1.2.2 Comunicación con los pasajeros	6
1.2.3 Alarmas funcionales	6
1.3 Arquitectura	7
1.3.1 Servidor principal/respaldo	7
1.3.2 Unidades de almacenamiento	7
1.3.3 Cliente TCS	8
1.3.4 Terminal para modo degradado	8
1.3.5 Sistema de impresión	8
1.3.6 Redundancia	8
1.3.7 Interconexión física a los Sub-sistemas de Telecomunicaciones	8
1.3.8 Clientes de la Sala de Control de estación	8
1.4 Funcionalidades generales	9
1.4.1 Selección de idioma HMI	9
1.4.2 Ergonomía de la interfaz gráfica	9
1.4.2.1 Logos y título	10
1.4.2.2 Presentación jerárquica de dispositivos	10
1.4.2.3 Presentación sinóptica de dispositivos	10
1.4.2.4 Lista de dispositivos seleccionados	10
1.4.2.5 Área de alarmas	11
1.4.3 Barra de aplicaciones	11
1.4.4 Perfiles de usuario	11
1.4.5 Grabación de acciones de usuario	12
1.4.6 Grabación de audio	12
1.4.7 Alarmas funcionales	12
1.4.8 Configurabilidad	15
1.4.9 Capacidad de ampliación	16
1.5 PSIS Funcionalidades	16
1.5.1 PID	17
1.5.1.1 Alimentaciones de información	19
1.5.2 PA	19
1.5.3 CCTV	21
1.5.3.1 Sistema de Análisis de Vídeo Inteligente	22
1.6 Funcionalidades del teléfono de emergencia	22
1.6.1 ECP	22

1.7	Funcionalidades de interfaz	006182	25
1.7.1	ATC.....		25
1.7.2	SCADA		25
1.8	Rendimientos		25

El presente documento es propiedad del Consorcio Nuevo Metro de Lima y no debe ser distribuido fuera del ámbito de su uso autorizado.



1. SUBSISTEMA DE CONTROL DE TELECOMUNICACIONES (TCS)

1.1 Introducción

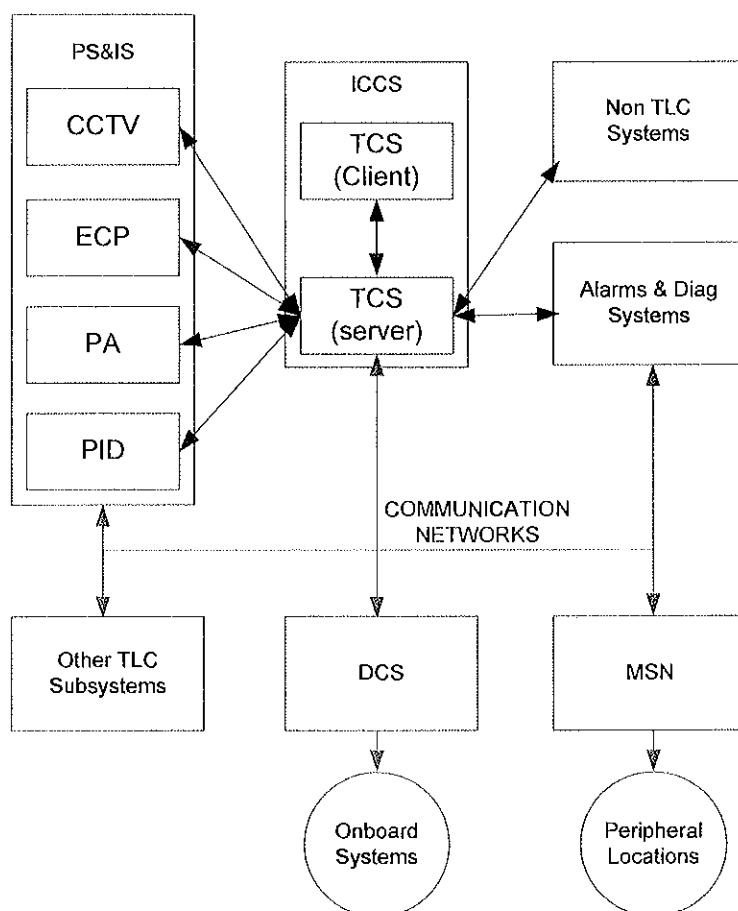
Los ICCS están compuestos por equipos de hardware y aplicaciones de software que permiten la gestión de los sub-sistemas que forman parte del sistema de seguridad e información para pasajeros (PSIS) y el sistema telefónico de emergencia (ETEL).

El objetivo de trabajo del PSIS consiste en proporcionar de manera automática la información visual y sonora para pasajeros en todas las estaciones, en todos los vehículos de pasajeros en servicio y en otros sistemas de transporte ferroviario en las estaciones de intercambio.

El objetivo de trabajo del ETEL es proporcionar una herramienta con la cual recolectar todas las llamadas entrantes desde diferentes dispositivos en un solo punto de recogida, para permitir una gestión óptima.

El ICCS se comunica con diversos dispositivos de la estación a través del sistema de transmisión y se comunica con todos los vehículos de pasajeros en servicio a través del sistema de comunicación de datos.

El módulo principal sistema de control de telecomunicaciones (TCS) y se desdobra tanto como módulo de gestión ICCS e interfaz sin sub-sistemas de telecomunicaciones, como se muestra en la siguiente figura.



El presente documento es propiedad del Consorcio Nuevo Metro de Lima y Callao. Toda reproducción o uso no autorizado sin el consentimiento escrito del Consorcio Nuevo Metro de Lima y Callao quedará sujeta a las acciones legales correspondientes.

Figura 1 – Arquitectura lógica del ICCS

El ICCS se interconecta con el sistema SCADA para recoger las alarmas y errores por defecto y está interconectado con el sistema ATC para recibir información automática que es procesada por el PIS.

Cada marca de tiempo recopilada o generada por el ICCS se sincroniza con el sistema de sincronización del metro.

El ICCS no incluye la configuración y la gestión de los sub-sistemas (por ejemplo, plan de numeración telefónica, plan de direcciones IP, zonas PA y así sucesivamente). Se dispondrá de una estación de trabajo específica para cada sub-sistema que se encuentra en la sala de control o sala de equipos para este tipo de operaciones.

Dos servidores están provistos en la configuración de espera en caliente. En caso de mal funcionamiento de todos los servidores del ICCS, los operadores del CCC pueden utilizar los terminales de modo degradado destinados a cada uno de los sub-sistemas.

1.2 Características del sistema

El ICCS es un sistema cliente-servidor en el que el lado del cliente se compone de una interfaz específica (HMI) y el lado del servidor se compone de varias aplicaciones que se comunican entre sí con el fin de gestionar la interacción funcional de los sub-sistemas (integrados).

A través de la interfaz de usuario específica (HMI), el operador del ICCS tiene la capacidad de manejar todas las funcionalidades de los sistemas controlados (PSIS y el sistema telefónico de emergencia) y muestra todas las alarmas y mensajes de error en el sistema en un momento dado de tiempo.

Es posible que los dos operadores se registren y operen simultáneamente con el ICCS desde dos lugares de trabajo diferentes en la misma sala y una vez que hayan iniciado sesión, sus responsabilidades se pueden dividir geográficamente y/o por inteligencia del sistema.

Se proporciona un acceso remoto protegido para permitir la recuperación de información de diagnóstico detallada para acelerar la corrección de errores.

Las actualizaciones de software para los equipos de ICCS en las estaciones, en los vehículos de pasajeros y en el OCC es ejecutable desde el centro de control a través de la red de transmisión y/o del sistema de comunicación de radio del tren.

En los siguientes párrafos se describen las principales funcionalidades del ICCS.

1.2.1 Anuncios al Público

Es posible manejar el sistema de altavoces que permite al operador transmitir mensajes acústicos en las estaciones o vehículos.

Las estaciones se dividen en diferentes zonas como área pública, salas técnicas y plataformas pares e impares.

A través de una comunicación entre el ICCS y el sistema ATC-C, los mensajes relativos a la circulación de trenes se envían de manera automática, mientras que los mensajes en vivo se envían por medio de la consola de micrófono. Es posible reenviar los mensajes en vivo a diferentes zonas de la estación.

Además del sistema de altavoces, la misma página maneja las pantallas disponibles en las plataformas de la estación, que brindan a los pasajeros la información sobre las salidas y llegadas (mensajes automáticos forman el ATC-C).

La información automática del ATC incluye:

- Información sobre el movimiento de trenes, incluyendo ubicaciones actuales, estado del servicio, omitir información de estación, destinos y horarios de salida.
- Información acerca del lado de apertura de puerta.
- Información cuando un tren ha de ser puesto fuera del servicio a los pasajeros
- Información, con especificación del lugar, si se activa una parada de emergencia de la estación

- Información si en un vehículo de pasajeros se activa la empuñadura de puerta abierta de emergencia
- Información si en un vehículo de pasajeros se activa la empuñadura de parada de emergencia
- Información sobre la identificación de la puerta en el primer intento de reconexión a una puerta de pantalla de la plataforma
- Información sobre la identificación de puerta si una puerta de un vehículos de pasajeros no puede abrirse o cerrarse (después de un reintento final) a la orden
- Información en caso que un vehículo de pasajeros sobrepase o no alcance una plataforma
- Información de los vehículos sometidos a rescate automático incluyendo información sobre qué vehículo está realizando el rescate y cuál es el vehículo fallado.

El operador, sin embargo, tiene la posibilidad de enviar mensajes de texto a las pantallas de la estación y del tren o bien eligiéndolos de una base de datos de mensajes pregrabados o que ingresan un nuevo texto.

1.2.2 Comunicación con los pasajeros

Es posible manejar el sub-sistema ETEL dedicado a la comunicación con los pasajeros (llamadas de emergencia).

Tras la aparición de una llamada (llamada de emergencia) o bien desde una estación o tren, el sistema avisa al operador con una ventana emergente y mensaje acústico. El operador puede elegir entre aceptar o rechazar la llamada entrante, en cualquiera de los casos, desaparece de la lista activa de llamadas pendientes.

Una vez que el operador haya aceptado la llamada, la consola telefónica específica comienza a sonar y se establece la comunicación. Al finalizar la llamada, el operador cuelga.

1.2.3 Alarmas funcionales

Alarmas y diagnósticos de todos los sub-sistemas se distinguen entre las alarmas de dispositivo (mantenimiento) y funcionales (operador).

Las alarmas de dispositivos son recogidas directamente de los equipos del sub-sistema cuando se produce un fallo y el mantenimiento está en orden. Estas alarmas requieren una acción de mantenimiento específica y por lo tanto son enviadas al operador de mantenimiento para ser reconocidas y resueltas.

Las alarmas de dispositivos luego son redefinidas en alarmas funcionales, y enviadas al operador del sub-sistema. Las alarmas funcionales se derivan de la aplicación de normas específicas para las alarmas de dispositivo para ofrecer al operador del sub-sistema una indicación clara de los problemas que puedan afectar a las operaciones normales del ejercicio.

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

1.3 Arquitectura

En la figura siguiente se muestra la arquitectura de hardware del ICCS.

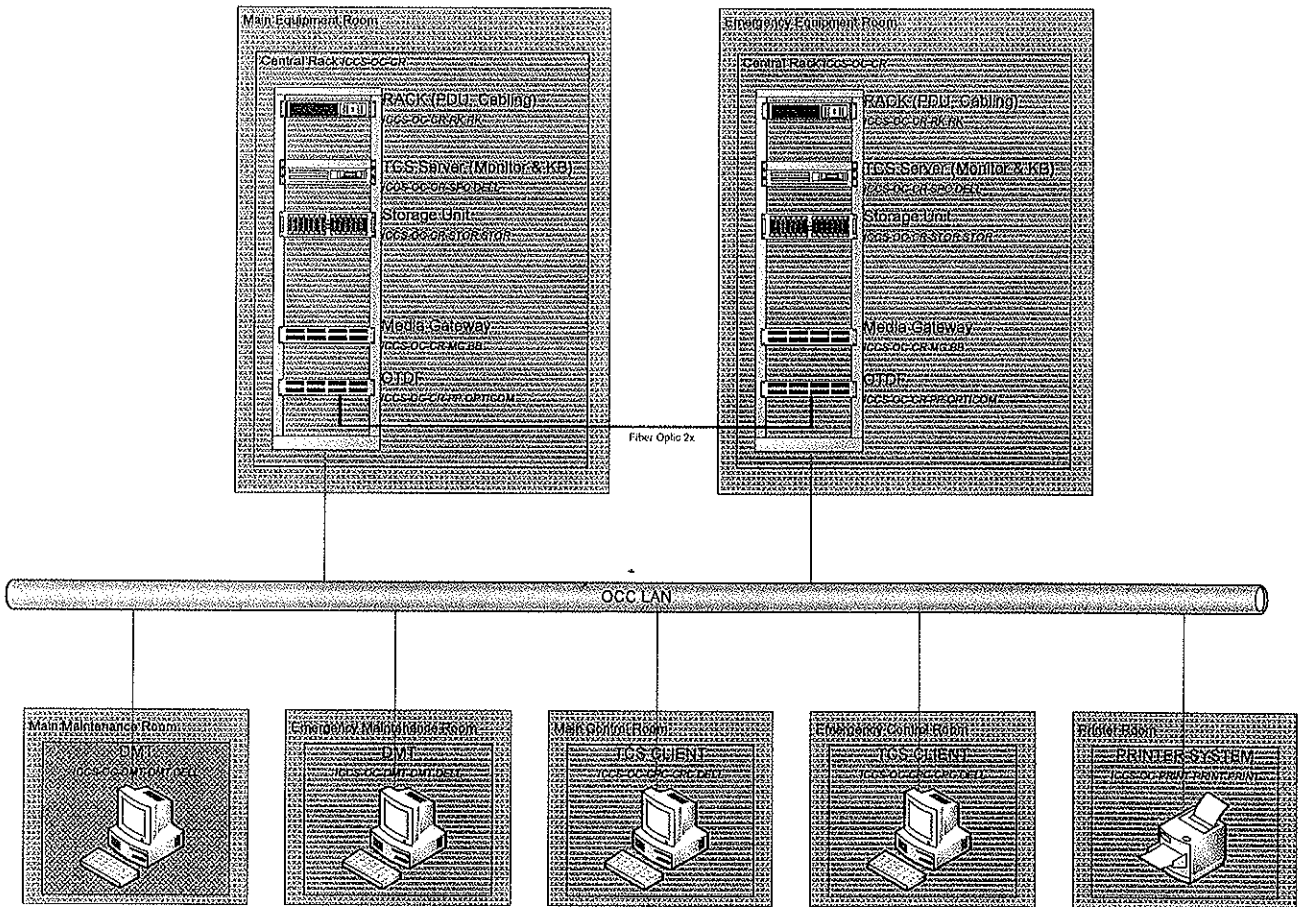


Figura 2 - Arquitectura de Hardware

1.3.1 Servidor principal/respaldo

Los procesos de software necesarios para realizar las funciones integradas del centro de control se ejecutan en un par de máquinas del tipo servidor, ubicadas en el OCC y respaldo del OCC en la sala de equipos.

Todos los equipos para la operación del ICCS se instalarán en la sala de control principal y en la sala de control de emergencias.

Los servidores están con la configuración de espera en caliente: sólo uno de ellos está habilitado, mientras que el otro es el respaldo "en caliente". Ambas máquinas servidor tienen características de alta confiabilidad.

Los gabinetes están equipados con un interruptor magneto-térmico con el fin de permitir el seccionamiento de la alimentación.

1.3.2 Unidades de almacenamiento

Las unidades de almacenamiento (SU) funcionan como un NAS y alojan las bases de datos necesarias para almacenar los registros del sistema y la información de diagnóstico. La configuración local del sistema se almacena directamente en las máquinas servidor.

Se requiere sólo una SU para el funcionamiento del sistema de ICCS, una SU redundante opcionalmente se puede colocar en el interior del bastidor central de emergencia para aumentar la confiabilidad del sistema.

1.3.3 Cliente TCS

La interfaz de usuario, que permite a los operadores utilizar las funciones del ICCS, se ejecuta en un conjunto de estaciones de trabajo ubicadas en la sala de control principal y en la sala de control de emergencia.

Cada estación de trabajo tiene instalada la interfaz de usuario específica (HMI) para ejecutar funciones del ICCS.

1.3.4 Terminal para modo degradado

Estaciones de trabajo de los ingenieros para realizar el mantenimiento del software ICCS se instalan en el centro de control, tanto en la sala principal y de mantenimiento emergencia.

El DMT también es utilizado para la configuración general del TCS.

1.3.5 Sistema de impresión

El sistema de impresión está compuesto por un conjunto de impresoras láser de inyección de tinta de alta calidad y alta velocidad para producir una copia física de los informes y consultas del ICCS.

1.3.6 Redundancia

El ICCS utiliza una tecnología de virtualización de servidores para lograr una tolerancia a fallos con tiempo cero de inactividad.

Este tipo de tolerancia a fallos tiene la capacidad para de ejecutar una máquina virtual para sufrir un fallo de hardware en una máquina, y ser reiniciada en otro equipo sin perder ningún estado.

Desde un punto de vista externo, los dos servidores del ICCS aparecen como una máquina única con una dirección IP única.

Un cambio debido a fallos de hardware no será detectado por las contrapartes (como clientes del ICCS o ATC o SCADA) conectados al servidor ICCS. No van a observar ninguna falta o servicio, al igual que las conexiones rotas TCP/IP.

1.3.7 Interconexión física a los Sub-sistemas de Telecomunicaciones

El ICCS utiliza el sistema de transmisión para comunicarse con la estación y el área de transferencia y el sistema de comunicación de datos (DCS) para comunicarse con los vehículos de pasajeros. Todas la comunicaciones se realizan utilizando Ethernet.

1.3.8 Clientes de la Sala de Control de estación

Opcionalmente un cliente TCS se puede colocar en cada estación para controlar localmente los sistemas PSIS y recibir llamadas ECP de la estación y vías adyacentes.

Perfiles de usuario especiales llamados "perfiles de operadores locales de estación", se configuran para cada cliente de estación y están configurados de tal manera que sean capaces de gestionar y recibir alertas sólo de la estación pertinente.

Estos perfiles especiales sólo pueden ser accedidos desde la estación correspondiente.

006188

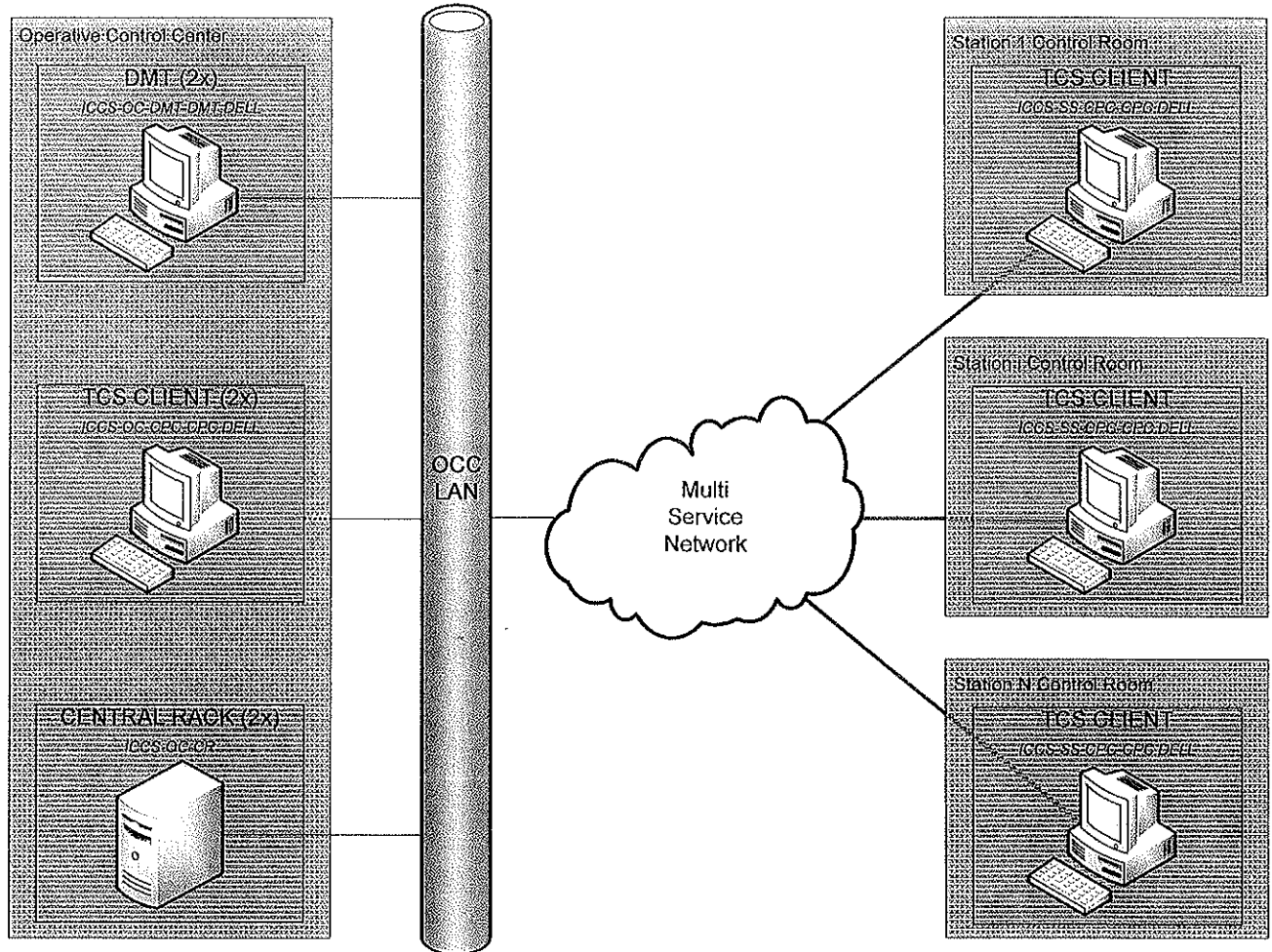


Figura 3 – Arquitectura de las Salas de Control de Estación

1.4 Funcionalidades generales

1.4.1 Selección de idioma HMI

El cliente ICCS estará localizado en inglés. La selección de idiomas se hará utilizando los botones específicos en la HMI.

1.4.2 Ergonomía de la interfaz gráfica

La interfaz gráfica ha sido desarrollada con el objetivo de proveer de inmediato las operaciones necesarias sin tener que navegar a través de una jerarquía de páginas.

Cada sub-sistema tiene una página especial que se puede abrir a petición del operador.

Desde un punto de vista funcional, las páginas para la gestión de los distintos sub-sistemas tienen un diseño común que hace que sea más fácil y más intuitivo su uso.

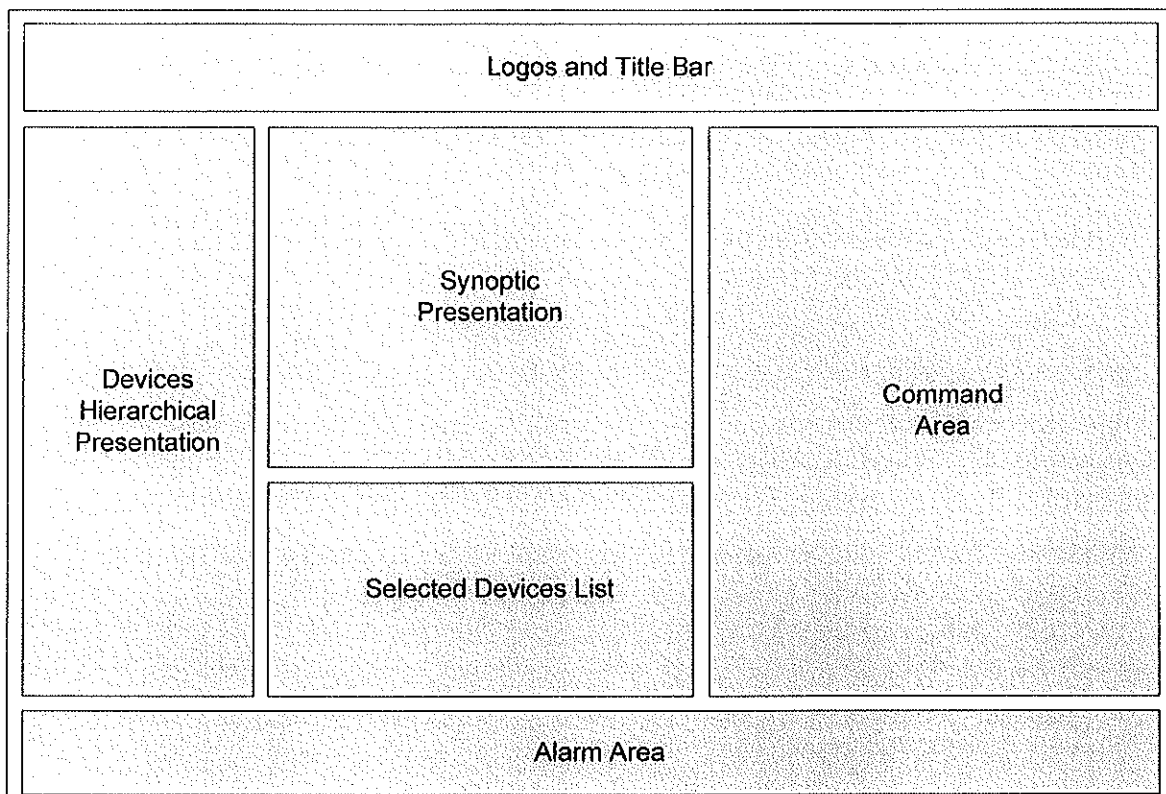


Figura 4 - Diseño de la interfaz gráfica

El propósito de la interfaz es permitir que el operador identifique y seleccione con rapidez los dispositivos con los que interactuar, para comprobar su estado de diagnóstico y emitir los comandos.

1.4.2.1 Logos y título

Esta área contiene los logotipos corporativos y el nombre del sub-sistema administrado.

1.4.2.2 Presentación jerárquica de dispositivos

Esta área muestra - en una estructura gráfica de árbol - todos los dispositivos de sub-sistema, mostrados dentro de la estación o tren que los contiene. Por otra parte, los dispositivos también se dividen, de acuerdo con las áreas de estación (plataformas, área pública, zona técnica) o coches de los vehículos.

1.4.2.3 Presentación sinóptica de dispositivos

La sección "Presentación sinóptica" tiene el propósito de proveer una vista alternativa de los dispositivos, señalando su ubicación topológica dentro de los entornos de estaciones y trenes. Esta sección reporta la misma información de diagnóstico y las posibilidades de selección ofrecidas en la parte de "Presentación jerárquica".

1.4.2.4 Lista de dispositivos seleccionados

En esta sección se enumeran los dispositivos que se seleccionaron en la "presentación jerárquica" o ventanas "Presentación sinóptica" con el fin de proporcionar al operador una vista compacta de los dispositivos seleccionados para una revisión rápida.

Esta sección agrupa los comandos para cada sub-sistema. Los dispositivos en los que se aplican los comandos son los seleccionados y que figuran en la ventana "Lista de dispositivos seleccionados".

1.4.2.5 Área de alarmas

006190

En esta sección se incluye el cartel de las alarmas funcionales relativas al sub-sistema administrado.

1.4.3 Barra de aplicaciones

Todas las aplicaciones se pueden ejecutar en cualquier estación de trabajo, es posible pasar de una aplicación a otra en función de las necesidades, si el operador trabaja en una estación de trabajo equipada con un solo monitor. El cambio desde una aplicación a otra se puede lograr mediante el uso de una barra de aplicaciones situada en la parte superior de la pantalla, que es visible independientemente de la aplicación que se esté ejecutando.



Figura 5 - Barra de aplicaciones

La barra de la aplicación también cuenta con algunas lámparas de señales que indican eventos relevantes para las aplicaciones ECP y la gestión de alarmas. Por ejemplo, el indicador de eventos ECP es de color rojo, siempre y cuando haya llamadas ECP pendientes, mientras que el indicador de gestión de alarmas tendrá un color consistente con la suma de las alarmas actualmente activas.

El operador también puede habilitar el ECP o las aplicaciones de gestión de alarmas haciendo clic en las lámparas de señalización correspondientes.



Figura 6 - Ventana de alarmas activas

Una señal acústica y una ventana emergente aparecerá para informar al operador acerca de un nuevo evento ECP, informando el tipo de llamada ECP (emergencia o información).

Para los ECP de las estaciones, se muestra el nombre de la estación, el número y la posición de ECP (plataforma, explanada, ID de ascensor, etc.)

Para los ECP en los vehículos de pasajeros, se muestra el número del vehículo, la posición del vehículo, el número de ECP y la ID del coche.

La ventana desaparece sólo después de que el operador ha pulsado "OK" u otro operador se ha hecho cargo de la llamada.

Las alarmas por llamadas de emergencia son dirigidas a todos los lugares de trabajo de operadores activos en la sala de control. En consecuencia, es posible responder a las llamadas de emergencia desde todos los lugares de trabajo de operadores activos.

1.4.4 Perfiles de usuario

El software del ICCS permite definir perfiles de usuario que serán habilitados para el uso de la gestión de aplicaciones de los diversos sub-sistemas.

En términos generales, la gestión de aplicaciones de cada sub-sistema no tiene características que sean activadas o desactivadas en función del perfil de usuario que inicia sesión.

1.4.5 Grabación de acciones de usuario

Todas las operaciones/comandos de usuarios son almacenados en la base de datos central, además de los eventos de inicio y cierre de sesión. La información almacenada incluye la cuenta de usuario y la marca de tiempo.

1.4.6 Grabación de audio

Una grabación de audio integrada se proporciona al OCC y el OCC efectuará la grabación y la marca de tiempo de las comunicaciones de voz, que puede ser útil después de un evento operativo en particular.

La grabación de audio permite grabar el audio y provisiona la marca de tiempo para comunicaciones de voz que implican la participación de los operadores del OCC, la seguridad, el mantenimiento y otros elementos que están vinculados al resguardo de la operación.

La grabación de audio proporciona el registro y archivo de los diferentes datos de los diversos sub-sistemas que se enumeran a continuación:

- Sub-sistema de telefonía de servicio automático
- Telefonía de emergencia y sub-sistema de intercomunicación
- Sub-sistema de radio (radio tren-tierra)

El sistema efectuará las siguientes funciones:

- grabación (los datos de los sistemas mencionados anteriormente)
- archivado (para permitir fácilmente la búsqueda de información en el archivo)
- búsqueda y recuperación de información (para la reproducción de archivos de audio archivados)
- respaldo de datos

La grabación de audio permite la interacción con los sistemas antes mencionados y el almacenamiento de datos con la técnica RAID. El almacenaje de la grabación de audio está dimensionada para 60 días. También tiene la capacidad de exportar las grabaciones de una manera simple en CD.

La grabación de audio permite una búsqueda fácil de los datos almacenados en el archivo y, a la vez, permite la grabación y lectura de datos sin perder calidad en los mismos datos.

1.4.7 Alarmas funcionales

El software ICCS hace una distinción entre las alarmas funcionales y de mantenimiento.

La recolección de alarmas de dispositivo se hace uniforme a través del uso de los administradores SNMP que se conectan a los MIB específicos de cada dispositivo. Si no hay están MIB disponibles, los MIB personalizados se crean específicamente para este propósito, con el fin de ser capaces de utilizar una única interfaz SNMP estándar para la recolección de diagnóstico. Los MIB personalizados son ejecutados en los servidores ICCS; éstos intercambian información con el dispositivo utilizando su protocolo nativo y convertir la información de diagnóstico de acuerdo con el estándar SNMP.

[Faint signature or stamp]

006192

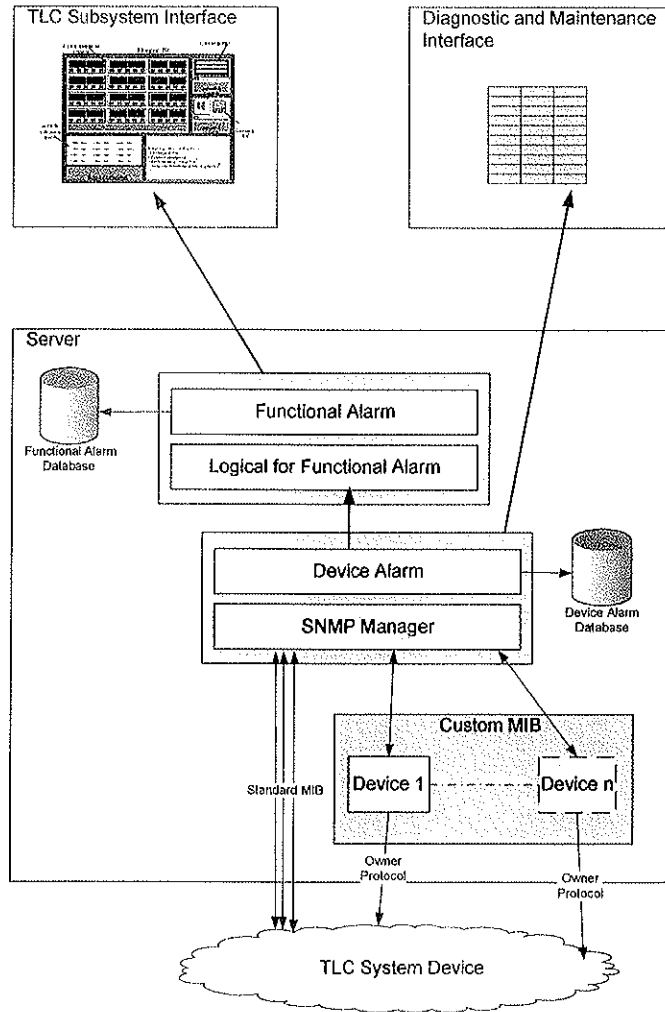
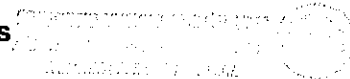


Figura 7 - Alarmas funcionales



Dos páginas de vídeo están disponibles para mostrar las alarmas funcionales y de dispositivos. La primera es útil para el operador a fin de identificar el mal funcionamiento, y la segunda es utilizada por técnicos de mantenimiento para identificar los elementos que están defectuosos.

El módulo de gestión de alarmas se comunica con los elementos del sub-sistema utilizando la interfaz nativa del dispositivo; estas alarmas se proporcionan para el mantenimiento del sub-sistema TLC y son utilizados posteriormente para informar al operador acerca de los impactos funcionales del fallo de un componente determinado.

A un nivel más alto de software que los diagnósticos de base, las reglas, que describen el árbol de fallos para una función determinada, están cableados, detallando los caminos ya no disponibles después de un fallo.

En general, una alarma funcional puede ser vista como una función que tiene correlación con varias alarmas de dispositivo.

El diagnóstico funcional es mostrado al operador en páginas de vídeo, en el indicador de alarma y también a través de los colores de los iconos que representan los dispositivos.

Las páginas dedicadas a la gestión de alarmas también muestran las alarmas de los dispositivos individuales, que se utilizarán para fines de mantenimiento.

Las alarmas funcionales mostradas al operador ICCS también se amplían con una categoría particular de alarmas que - aunque no están directamente relacionadas con la no-disponibilidad de una función - necesitan ser notificadas al operador. Por ejemplo, el fallo del

servidor ICCS en espera no tiene ningún impacto inmediato sobre la disponibilidad de funciones. Sin embargo, es necesario señalar esto al operador de manera que, a través del reconocimiento de esa alarma, puede iniciar los procedimientos de mantenimiento.

Las alarmas de dispositivos están caracterizadas por los siguientes parámetros:

- Generación de la marca de tiempo (momento en que se genera la alarma);
- Marca de tiempo de condición normal (momento en que desaparece la alarma);
- Marca de tiempo de reconocimiento (momento en que el operador reconoce la alarma);
- Código de alarma (código unívoco que describe la alarma, el dispositivo y su localización);
- Descripción del texto (texto que describe la alarma);
- Prioridad (prioridad de la alarma);
- Categoría (categoría de la alarma);

Los mismos parámetros están disponibles para alarmas funcionales también.

Las búsquedas dentro de las alarmas son posibles utilizando el área de filtro donde es posible especificar los criterios de búsqueda.



Figura 8 - Alarmas de dispositivos activos - Área de filtro

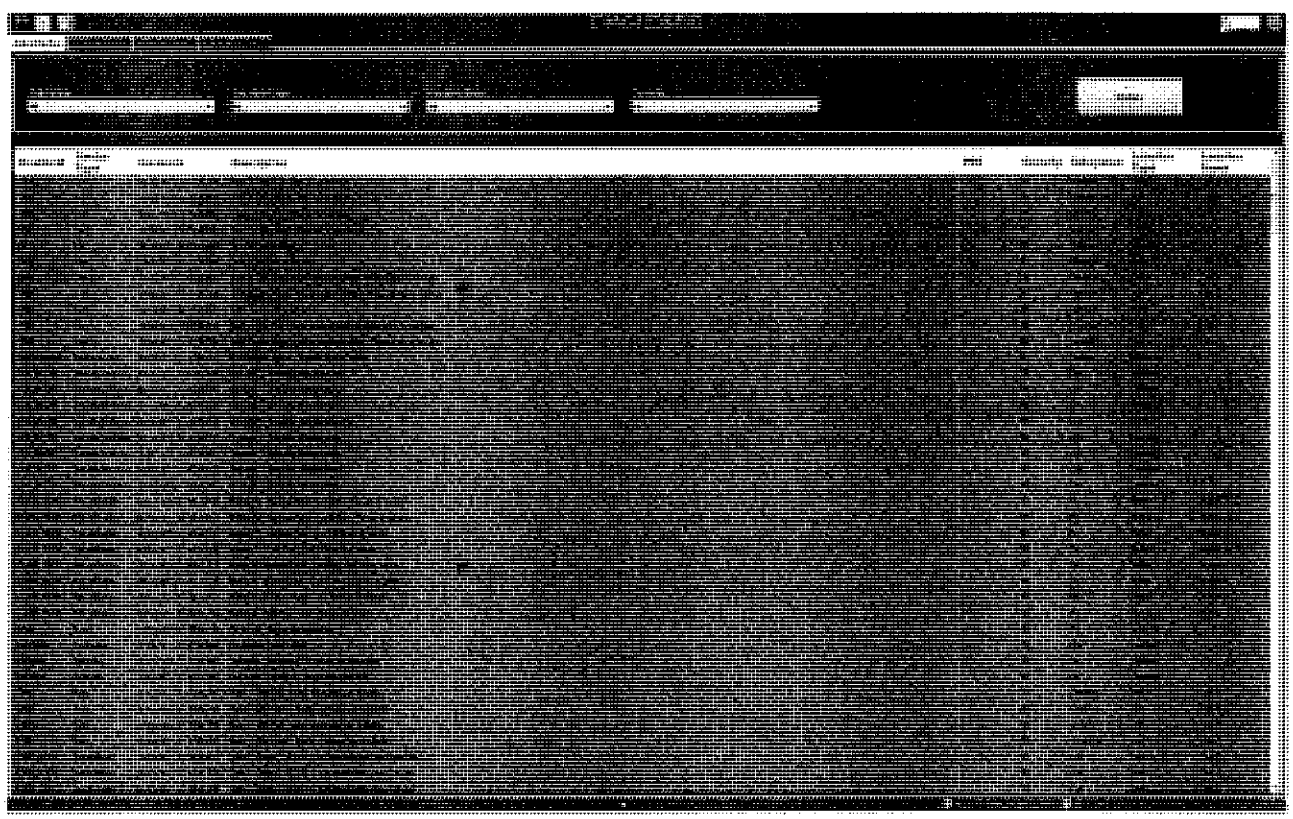


Figura 9 - Ventana de alarmas de dispositivos activos

006194

1.4.8 Configurabilidad

Una base de datos de configuración contiene todos los dispositivos que son administrados por el software junto con sus atributos, como la dirección IP, la ubicación, etc.

Durante el inicio de la aplicación, todos los objetos que componen el ICCS son creados tomando su lista desde la base de datos de configuración y configurando sus propiedades a los valores indicados en las tablas de configuración. Este paradigma permite limitar el impacto de una variación de configuración (por ejemplo, la variación de una dirección IP del dispositivo o un tiempo de límite de comunicación) a la modificación de la tabla correspondiente en la base de datos de configuración. Los nuevos parámetros serán cargados y utilizados en un reinicio subsiguiente de la aplicación.

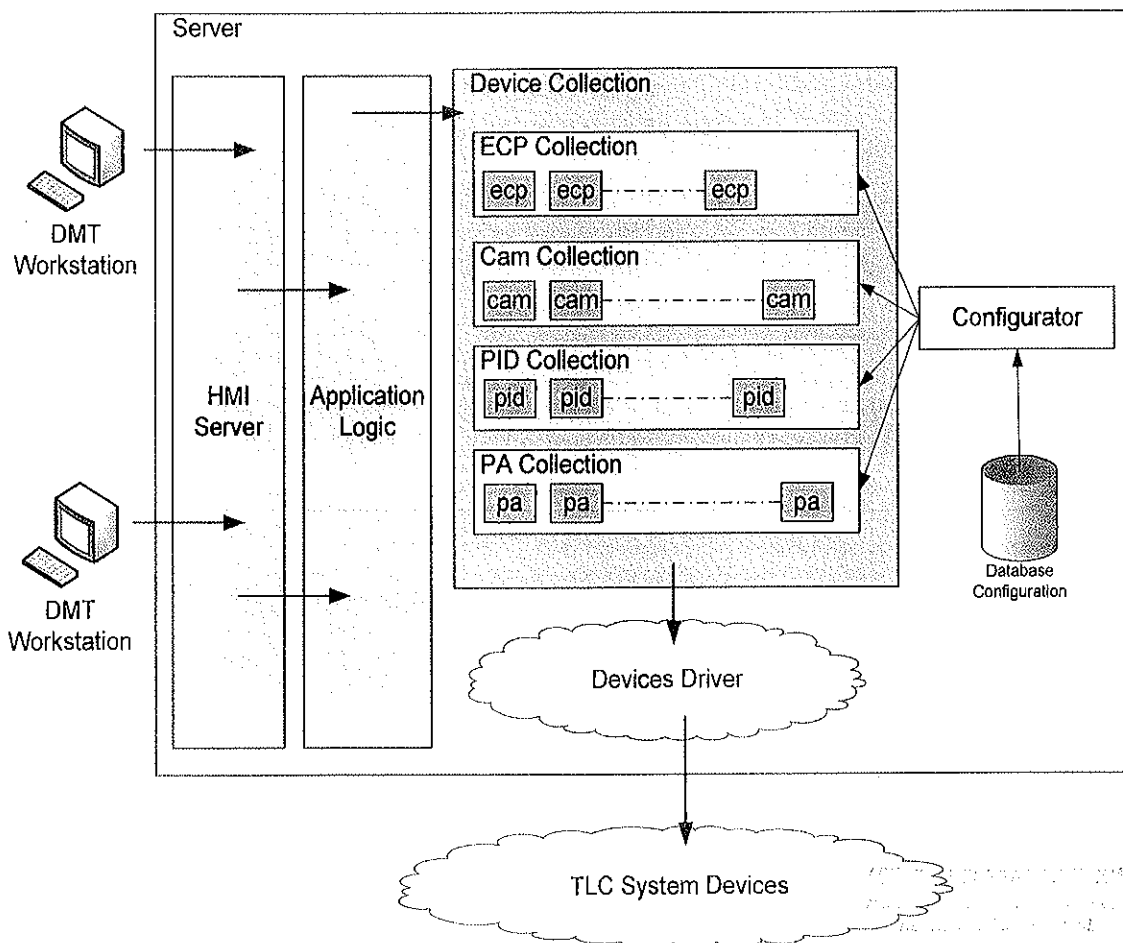


Figura 10 - Configuración

La figura de arriba muestra cómo se crean dinámicamente el conjunto de los dispositivos gestionados por el software (agrupados en un nivel lógico en el cuadro "colección de dispositivos") en el inicio de la aplicación por el componente llamado "configurador".

Este componente lee la información necesaria de las tablas específicas dentro de la base de datos de configuración, crea los objetos correspondientes, establece sus propiedades, y los coloca en la colección de dispositivos adecuada.

El nivel lógico de la aplicación interactúa con los dispositivos definidos en base a las órdenes recibidas desde las estaciones de trabajo DMT, gestionados directamente por el servidor HMI componente. El DMT se utiliza en lugar de la estación de trabajo del operador para que solamente personal de mantenimiento entrenado sea capaz de acceder y modificar la configuración general del sistema ICCS.

1.4.9 Capacidad de ampliación

La estructura modular del software y las características de la interfaz gráfica permiten una alta flexibilidad, incluso en caso de modificación del número de elementos que componen el sistema.

En particular, es posible añadir nuevos vehículos y estaciones a la configuración del sistema, siempre que sean compatibles con los dispositivos existentes y la comunicación hacia el centro de operaciones.

La interfaz de usuario no tiene ninguna restricción gráfica en relación al número de trenes o estaciones configuradas.

La 'presentación jerárquica de dispositivos se construye dinámicamente utilizando la información de configuración leída desde la base de datos, y es conveniente para contener un alto número de elementos.

El 'módulo de presentación sinóptica no necesita ser modificado si la disposición de los dispositivos es similar a la ya ofrecida de otros. La adición de un vehículo implica la adición en la base de datos de configuración de un nuevo vehículo y los dispositivos asociados al mismo, mientras que no se necesita actualización de la interfaz gráfica, ya que el diseño es idéntico para todos los otros vehículos.

La "lista dispositivos seleccionados", y las secciones "área de alarmas" y "área de comandos" son independientes del número de trenes o estaciones configuradas.

1.5 PSIS funcionalidades

El PSIS soporta la interfaz de los sistemas de información de transporte entrantes o planificadores de rutas que cubren varios sistemas de transporte público. La seguridad de los pasajeros y el sistema de información es capaz de proporcionar información sobre horarios, tiempos de viaje actuales, irregularidades, etc.

El PSIS guía a los pasajeros por medio de la información mostrada en las PID (pantallas de información para pasajeros) y a través de la información anunciada por el sistema de altavoces.

Estos dos tipos de información se coordinan y complementan entre sí.

El PSIS soporta los siguientes tipos de información visual y sonora para pasajeros:

- Información automática para pasajeros: El PSIS utiliza datos continuamente que son recibidos del ATC para dar automáticamente la información visual y sonora a los pasajeros.
- Información semiautomática para pasajeros: El operador selecciona y difunde información predefinida que puede ser:
 - una imagen de pantalla y/o un anuncio de altavoz
 - una secuencia de imágenes y/o anuncios de altavoces
- Información manual para pasajeros: El operador manualmente tipea o enuncia un mensaje.

Es posible vincular imágenes de la pantalla almacenadas para anuncios de altavoces almacenados. Cuando se muestra una imagen de pantalla tal, el anuncio vinculado se transmite a los altavoces de la misma zona.

El sistema de altavoces y el sistema de información visual para pasajeros no dependen el uno del otro:

- Es posible mostrar los mensajes de emergencia en las estaciones y en los trenes, independientemente de los errores en el sistema de altavoces.
- Es posible hacer anuncios de altavoces en las estaciones y en los trenes, independientemente de los errores en el sistema de información visual.

1.5.1 PID

006196

En la aplicación PID, la sección "presentación jerárquica de dispositivos" muestra la lista de las PID disponibles en el sistema del metro, distinguiendo entre las PID de la estación y las PID de los vehículos.

Cada PID muestra automáticamente información sobre las próximas salidas de varios vehículos de pasajeros.

La información mostrada es:

- a) ID de línea.
- b) Destino.
- c) Hora de salida.
- d) Hora actual.

La "hora de salida" calculado se redondea a la cifra mostrada más cercana.

La pantalla es capaz de mostrar otro tipo de información (por ejemplo, problemas del ascensor y las escaleras mecánicas); simultáneamente con la información arriba mencionada y por la alternancia entre diferentes imágenes informativas.

Tanto en la presentación jerárquica y en la presentación sinóptica, el color de los dispositivos PID indica la presencia o ausencia de alarmas funcionales, y por lo tanto se informa al operador acerca de la posibilidad de enviar mensajes a tales dispositivos

En general, la presencia de una alarma funcional debe ser considerada como la falta total o parcial de una función debido a un fallo en la cadena de elementos en cuestión.

El operador tiene a su disposición un área de comandos para enviar mensajes a las PID seleccionadas en la sección "presentación jerárquica de dispositivos".

[Faint circular stamp or watermark]

006197

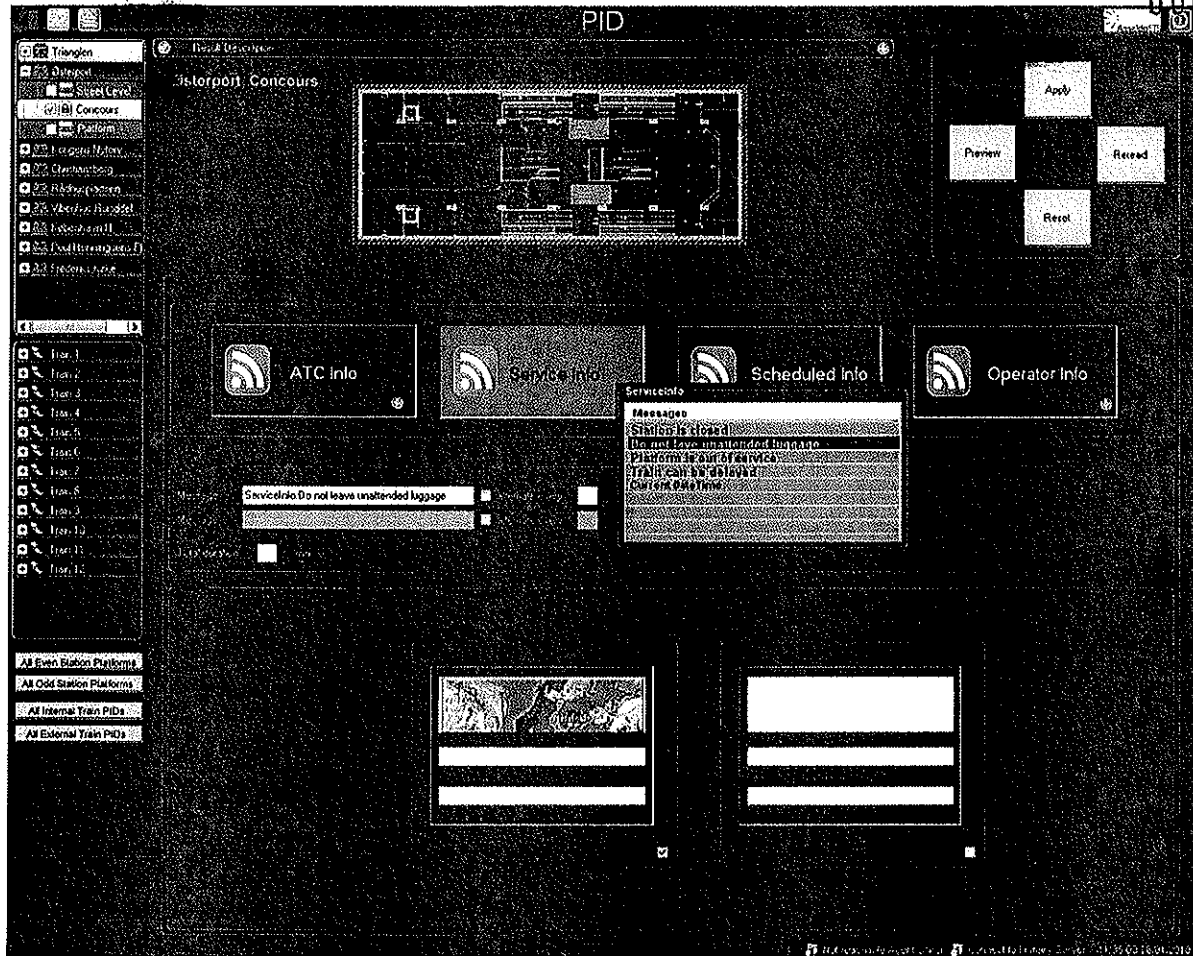


Figura 11 - PID HMI

La siguiente descripción está relacionada con el área de control de las PID de la estación.

Una vez que se han seleccionado las PID de destino, el operador tiene que introducir los parámetros en las secciones de alimentación, mensaje y diseño antes de enviar mensajes.

En primer lugar, el operador tiene que seleccionar la alimentación que representa el origen de datos para mostrar en las pantallas de información para pasajeros.

Hay cuatro tipos de alimentación disponibles:

- Información ATC: fuente de información generada automáticamente por PSIS utilizando los datos ATC;
- Información de servicio: fuente de información del servicio predefinido que el operador puede seleccionar desde un archivo. Estos datos incluyen las facilidades predefinidas para alertas de emergencia, así también como los escenarios de evacuación y otras reacciones requeridas a los pasajeros.
- Información programada: fuente de información predefinida que puede ser programada por el operador;
- Información del operador: fuente de información manualmente escrita por el operador.

Después de que el operador ha seleccionado una alimentación, aparecerá un menú desplegable que muestra opciones adicionales relacionadas a esa alimentación.

Como consecuencia de las selecciones realizadas en el área de alimentación, el área de mensajes muestra los campos disponibles relacionados con los mensajes y el área de diseño los posibles diseños. Hay diferentes grupos de diseño asociados a las diferentes alimentaciones.

Después de que el operador haya introducido todos los parámetros, envía los mensajes a las PID de destino presionando el botón "aplicar".

1.5.1.1 Alimentaciones de información

Cuando el operador selecciona la alimentación "Información ATC", el menú emergente relacionado muestra tres posibilidades:

- Los dos primeros trenes de plataforma par
- Los dos primeros trenes de plataforma impar
- Los tres primeros trenes para esta estación

De acuerdo con la selección, todas las PID de destino mostrarán los mensajes relacionados con los próximos dos trenes que llegan a la plataforma par o impar. El último tipo de mensaje es para ser mostrado en las PID en las entradas de las estaciones para informar a los pasajeros sobre los tres primeros trenes que llegarán a la estación.

Los campos en la sección de mensajes permiten al operador elegir si mostrar sólo un mensaje o crear una secuencia de mensajes y especificar la duración de la instalación.

Los mensajes introducidos anteriormente se muestran según el diseño seleccionado en la sección diseño.

La selección de la alimentación "Información de servicio" se abre un menú emergente en el que el operador selecciona el mensaje de servicio predefinido para mostrar en las PID de destino, por ejemplo, "la estación está cerrada".

En el área de mensajes, el operador puede decidir si mostrar sólo ese mensaje o alternarlo con otros mensajes (como mensajes manuales), el intervalo de tiempo entre cada mensaje y la duración total de la instalación.

Los mensajes introducidos anteriormente se muestran según el diseño seleccionado en la sección diseño.

La alimentación "Información del operador" abre una ventana emergente que permite al operador escribir mensajes manuales, decidir si el texto se desplazará y/o se iluminará y la duración de la configuración.

También para esta alimentación, en la sección de mensajes se puede decidir mostrar sólo los mensajes escritos o si se alternarán con otros mensajes, el intervalo de tiempo entre cada mensaje y la duración total de la instalación.

Los mensajes introducidos anteriormente se muestran según el diseño seleccionado en la sección diseño.

La interfaz del operador también suministra pulsadores para volver a leer los mensajes que aparecen actualmente en una PID, proporcionando ambas indicaciones en el modo actualmente configurado y el texto de los mensajes en una ventana emergente específica.

1.5.2 PA

El sistema de anuncios públicos completa el sistema de información pública con anuncios que, en condiciones normales de funcionamiento, informan a los pasajeros en las estaciones sobre la llegada y destino del tren actualmente en plataforma, mientras que a bordo del tren informa a los pasajeros acerca de la llegada del tren a una estación.

Para los anuncios de altavoces en las estaciones, es posible seleccionar:

- 1) Todos los altavoces de las plataformas
- 2) Todos los altavoces en el nivel de la explanada
- 3) La estación completa

Estos mensajes se generan automáticamente de acuerdo con la información procedente del sistema ATC.

Al igual que para el sub-sistema PID, el operador puede añadir anuncios de voz, tanto en la estación y a bordo del tren, a la información generada automáticamente, para informar a los pasajeros acerca de cualquier situación de emergencia o fallo del sistema.

Los anuncios de operador pueden ser pre-grabados o en vivo, tanto para las estaciones y los trenes.

Los anuncios pre-grabados se seleccionan a través de un menú emergente que organiza los mensajes en categorías, lo que facilita su búsqueda. Los anuncios en vivo de la estación y el tren se realizan utilizando el micrófono específico.

Un anuncio de altavoz pregrabado puede ser editado, borrado y generado otra vez.

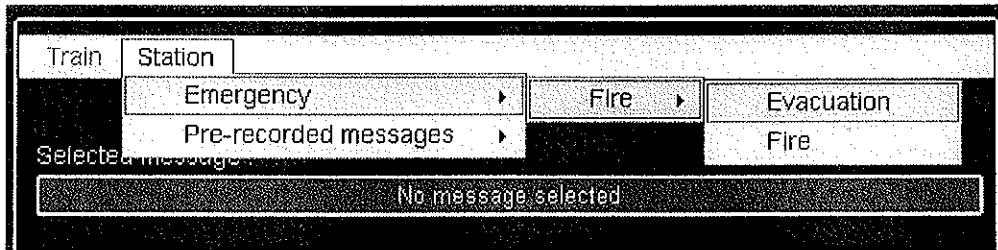


Figura 12 -Mensaje pregrabado de PA de estación - Mensajes de emergencia

En esta aplicación, la sección "Presentación jerárquica de dispositivos" muestra los trenes y estaciones con la lista de las áreas PA por las que es posible hacer anuncios.

Es posible seleccionar manualmente las áreas PA heterogéneas que pertenecen a una o varias estaciones. Para los trenes, es posible seleccionar manualmente varios trenes. La selección de los PA de estación excluye la selección de los PA de vehículos.

Es posible configurar los siguientes grupos:

- Toda la estación
- Todo vehículo de pasajeros en operación
- Todos los vehículos de pasajeros yendo en sentido horario
- Todos los vehículos de pasajeros yendo en sentido anti-horario

Para los grupos antes mencionados con la estación, es posible seleccionar el área de plataformas, nivel de la explanada o de toda la estación.

Es posible definir y almacenar hasta 1.000 avisos pregrabados y combinarlos en uno solo anuncio de altavoz de manera continua.

En la presentación jerárquica y en la presentación sinóptica, el color de los dispositivos refleja el estado funcional del área PA seleccionada.

Una vez que las áreas PA de estación o de tren han sido seleccionadas, el operador puede elegir y enviar un mensaje pregrabado o enviar un mensaje directo desde la zona de mando.

La selección de un mensaje pregrabado se logra a través de un menú emergente que agrupa los mensajes disponibles en categorías, por lo que es fácil su búsqueda. El emergente sólo muestra los mensajes que se pueden enviar con la selección actual, por ejemplo, en el caso de la selección de áreas PA de una estación, sólo se mostrarán los mensajes que tengan sentido en ese contexto.

Es posible especificar que el mensaje pregrabado debe repetirse de manera cíclica de acuerdo a la frecuencia especificada.

Para anuncios en vivo, el operador mantiene el presionado el pulsador PTT durante toda la duración anuncio. En primer lugar, los comandos son enviados al servidor PA para seleccionar las áreas de estaciones y trenes, y luego se activa el habla en el micrófono del operador.

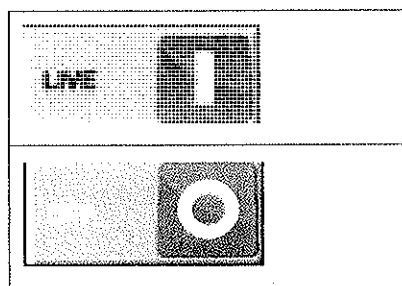


Figura 13 - PA en vivo Botón ENCENDIDO-APAGADO

El operador recibe una devolución sobre la correcta activación del discurso ya que el pulsador cambia de color.

La comunicación termina cuando el operador suelta el pulsador PTT.

Los anuncios por altavoces también se pueden hacer por los administradores en cualquier estación individual (plataforma y/o explanada) y en cualquier vehículo individual de pasajeros a través de su terminal de radio portátil, que funciona en la red de radio del personal.

El acceso para realizar un anuncio de altavoz se obtiene por:

1. Una llamada de acceso específico es enviada desde un terminal de radio del personal incluida la información apropiada sobre la estación o vehículo de pasajeros deseado.
2. La información para la selección de estación o vehículo de pasajeros es transferida al sistema de altavoces y se abre una conexión para la comunicación de voz.

El operador del centro de control tiene prioridad sobre el administrador en caso de que quieran acceder a los mismos altavoces. Sin embargo, mientras se reproduce un mensaje del administrador, no será interrumpido por un anuncio generado automáticamente.

1.5.3 CCTV

El sub-sistema de circuito cerrado de televisión se utiliza para el control de todas las áreas metropolitanas, incluyendo los vehículos de pasajeros, desde el centro de control. Las cámaras son de varios tipos, PTZ, domos y fijas, y todas las imágenes se registran continuamente. Esta grabación es efectuada por las grabadoras de vídeo digitales específicas.

Las imágenes procedentes de las cámaras se transfieren al CC a través del sistema de transmisión. El centro incluye una serie de decodificadores conectados al muro de videos que puede ser programado para tomar imágenes de cualquier codec. El software del ICCS ejecuta la visualización cíclica de las cámaras en los monitores y también permite al operador forzar la visualización de una cámara en un monitor, interrumpiendo temporalmente la secuencia preestablecida.

El centro de control incluye un muro de videos, correctamente configurado para mostrar imágenes, ya sea en pantalla completa o en pantalla dividida.

Por otra parte, la estación de trabajo del operador PSIS tiene monitores específico para visualizar las imágenes procedentes de cualquier cámara del sistema del metro.

El ICCS interactúa con el sub-sistema de CCTV para realizar las siguientes funciones 'automáticas':

- visualización cíclica en los monitores del muro de videos en secuencias predefinidas de imágenes procedentes de las cámaras;
- visualización de imágenes disparadas por eventos procedentes del SCADA y de los sistemas ATC.

En esta aplicación, la sección "presentación jerárquica de dispositivos" muestra la lista de las cámaras.

En la presentación jerárquica y en la presentación sinóptica, el color de los dispositivos refleja el estado funcional en lo que respecta a la posibilidad de visualización de la cámara.

En el área de comandos, el operador puede seleccionar el monitor en el que se muestra la imagen procedente de la cámara seleccionada, y hacer esta asociación a través del pulsador "Assign TV camera to monitor".

La eliminación de esta asociación es posible utilizando el pulsador "Set Default Sequence".

Si la selección del operador contiene varias cámaras, la operación tiene el efecto de asociar una secuencia de cámaras para el monitor seleccionado, reemplazando así la secuencia establecida por defecto.

El operador puede manejar las cámaras PTZ utilizando un panel con interfaz específica.

1.5.3.1 Sistema de Análisis de Video Inteligente

El sistema de análisis de vídeo inteligente (IVA) interactuará con las cámaras IP que se implementarán en las diferentes áreas críticas dentro de las estaciones: ascensores, escaleras mecánicas, áreas de plataforma, áreas de boletos para garantizar la seguridad del pasajero.

El comando total sobre el sistema de análisis avanzado estará disponible únicamente desde las salas de control de seguridad con los permisos apropiados.

El sistema de análisis avanzado operará en integración completa con los siguientes sistemas:

- El CCTV en cada instalación, con el fin de utilizar las mismas cámaras del CCTV.
- El sistema de grabación digital, de manera que cuando se reciba una alerta, ésta quedará grabada, incluyendo la información de la alarma correspondiente.

El sistema deberá ser modular lo que permite añadir canales de IVA en caso de que las cámaras existentes lo requieran.

El sistema deberá incluir capacidades de reglas de detección de análisis avanzado como parte de su funcionalidad para ser implementado de acuerdo a la ubicación de la cámara. Ejemplo de reglas que pueden definirse:

- Cruce de puertas de pantalla de la plataforma - para detectar si alguien cruza la puerta de pantalla de la plataforma.
- Detección de merodeo - para detectar si las personas permanecen en un mismo lugar sin razón aparente.
- Detección de congestionamiento - para detectar áreas de congestionamiento.
- Detección de caídas - para detectar si alguien se cae en áreas específicas.
- Área bloqueada - para detectar si algo está bloqueando un área de seguridad.
- Control de línea - para detectar el desbordamiento de las líneas.

1.6 Funcionalidades del teléfono de emergencia

1.6.1 ECP

Los puntos de llamada de emergencia son dispositivos de interfono especiales que permiten a los usuarios llamar al centro de control, ya sea en caso de emergencia o en caso de solicitud de información.

Los puntos de llamada de emergencia ofrecen la posibilidad de hacer llamadas de voz de dos vías desde el ECP a los operadores del centro de control o al operador de la estación (ODES).

006202

Las llamadas son iniciadas por el pasajero presionando el pulsador de emergencia o el pulsador de servicio y terminan en el centro de control o ODES, ya sea manual o automáticamente, si la conversación se ha detenido (es decir, ninguna conversación se produce durante un período de tiempo configurable).

En el caso de llamadas simultáneas, éstas se ponen en cola por orden cronológico. Una longitud de cola es de un mínimo de 15 llamadas.

Las comunicaciones y los comandos se realizan a través del sistema de transmisión y los sistemas de comunicación de datos.

Cuando se activa un pulsador de emergencia, la señal de la cámara de CCTV que cubre el ECP, se muestra automáticamente en una posición predefinida en el muro de monitores de CCTV. En el muro de monitores de CCTV está claramente indicada la imagen correspondiente a la llamada de emergencia. En el caso de llamadas de emergencia simultáneas, las imágenes del CCTV de los ECP activados posteriormente se muestran junto a la posición predefinida. (La capacidad DCS puede limitar el número de señales simultáneas de CCTV desde los vehículos de pasajeros).

Cuando se activa un botón de alarma en un ascensor, la alarma es dirigida al centro de control o al operador de la estación (ODES) y procesada como una llamada de emergencia. Esto incluye la visualización de la imagen de la cámara de CCTV del ascensor de la estación en el muro de monitores de CCTV.

El ECP de la estación y el ECP a bordo están integrados en el software ICCS y son gestionados por el operador a través de una interfaz de vídeo homogénea.

El operador contestará todas las llamadas de los ECP a través del teléfono específico que se encuentra en cada estación de trabajo.

Cada comunicación se produce a través del ECP y es grabada automáticamente.

006203

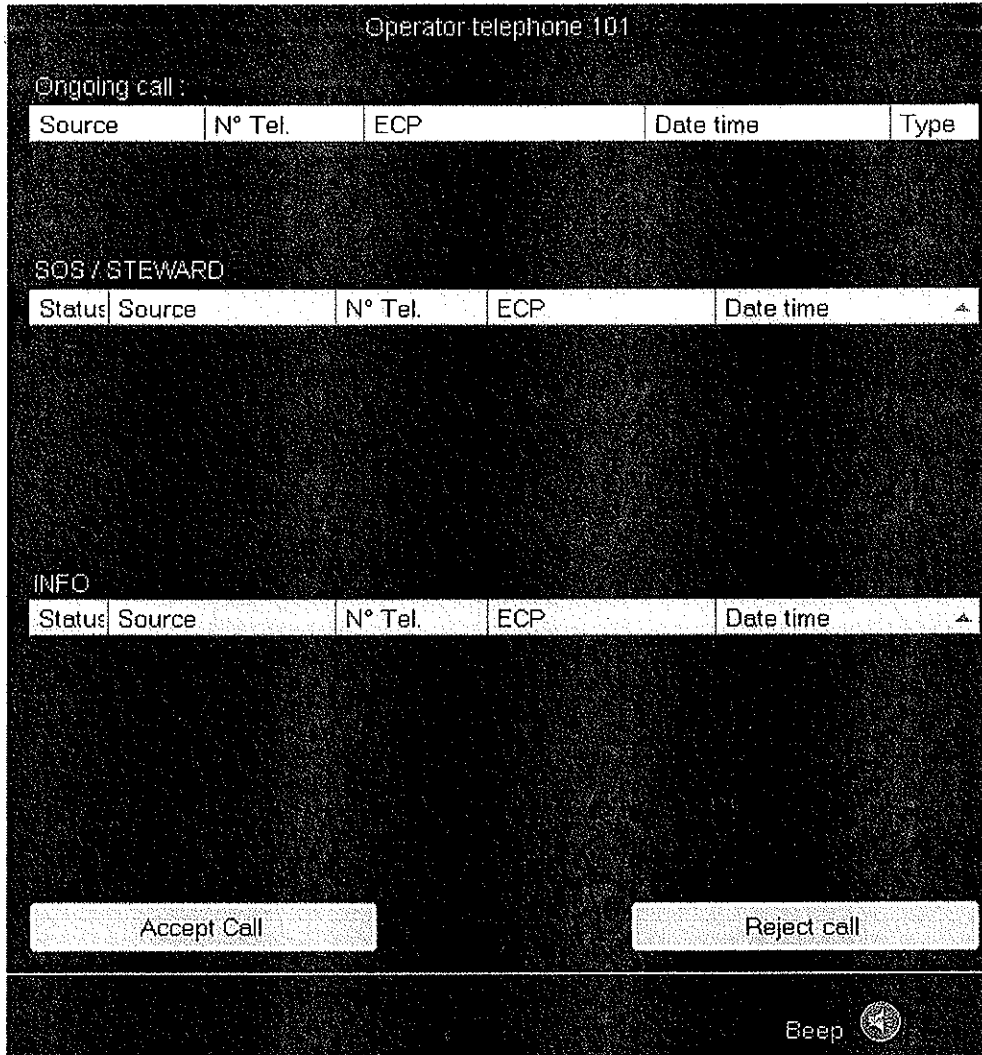


Figura 14 - Área de llamada de comando ECP

La sección área de comando muestra las llamadas activas ECP divididas en emergencia y llamadas de información, con indicación del origen y duración de la llamada.

El operador puede optar por gestionar una llamada seleccionada desde la lista y pulsando 'el botón 'Aceptar'. Después de esto, sonará el teléfono sobre el escritorio del operador, y el operador gestionará la llamada ECP como una llamada telefónica normal.

Cuando una llamada se manipulada, se elimina de la lista de llamadas activas. La llamada finaliza cuando el teléfono es colgado. El operador puede optar por rechazar las llamadas que no se consideren relevantes, quitándolas de la cola, seleccionándolas y posteriormente pulsando sobre 'el botón 'Rechazar'.

En esta aplicación, las secciones de presentación jerárquica y presentación sinóptica están reservadas a la función de escucha ambiental. Además, se muestra la información de diagnóstico ECP.

1.7 Funcionalidades de interfaz

006204

1.7.1 ATC

El software ICCS recibe del sub-sistema ATC la información necesaria para procesar los escenarios de operación, los cuales se traducen en información para los pasajeros que se entregará a los sub-sistemas de PA y PID.

El ICCS se comunica con el ATC central a través del sistema de transmisión utilizando un protocolo TCP/IP específico.

1.7.2 SCADA

El ICCS se comunica con el servidor SCADA a través del sistema de transmisión utilizando un protocolo TCP/IP específico que se utiliza para intercambiar información sobre incendio, escaleras mecánicas y alarmas de ascensores.

El ICCS utilizará esta información para generar disparadores de CCTV que permiten visualizar en el muro de videos la imagen de la cámara que enmarca la zona de alarma.

1.8 Rendimientos

El ICCS está diseñado para un funcionamiento continuo las 24 horas del día los 365 días del año.

Para el PSIS, cuando se especifica la información manualmente, las consecuencias se reflejarán en toda información automática para pasajeros dentro de los 2 segundos desde el momento en que se envía el mensaje.

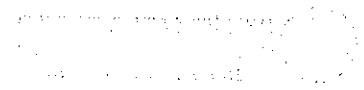

Para el sistema ECP, el tiempo de respuesta se define como el tiempo desde que un pulsador es activado hasta que se presenta la alarma en los lugares de trabajo de los operadores y, para las llamadas de emergencia, la imagen de CCTV correspondiente se muestra en el muro de monitores. El tiempo de respuesta es de menos de 2 segundos.


Ministerio de Transportes e Infraestructura
República del Perú

C.1.2.7.11 Nº DOCUMENTO	C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO TIPO DE DOCUMENTO
--------------------------------	---

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.7.11) FLEET DATA COLLECTOR

Índice

Índice 2

1. FLEET DATA COLLECTOR..... 3

1.1 Descripción general 3

1.2 Funciones del sistema..... 4

1.3 Puesta en marcha..... 4

1.4 Polling..... 6

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
COMITÉ DE SEGUIMIENTO
REVISADO Y APROBADO



1. FLEET DATA COLLECTOR

1.1 Descripción general

El recopilador de datos de la flota (FLDC) es un sistema que reúne y transmite información desde el tren hasta el DWH y sistemas ATS.

El sistema FLDC reúne:

1. Los datos de diagnóstico de todos los vehículos de sistema de DBU.
 El sistema DBU expone esta información a través de un protocolo propietario basado en HTTP.
2. Telecomunicaciones datos de diagnóstico de todos los trenes de TCS.
 El TCS expone esta información a través de un protocolo propietario basado en TCP / IP.
3. ATC-V datos de diagnóstico de todos los vehículos de sistema de CC.
 Los datos de diagnóstico ATC-V son la información se refiere a la a bordo de ATC.
 El sistema de CC expone esta información a través de un protocolo propietario basado en UDP.

El sistema FLDC reenvía los datos de diagnóstico detallados de cada tren de DWH y sistemas ATS.

Esta información se envía a través de un protocolo propietario basado en TCP / IP.

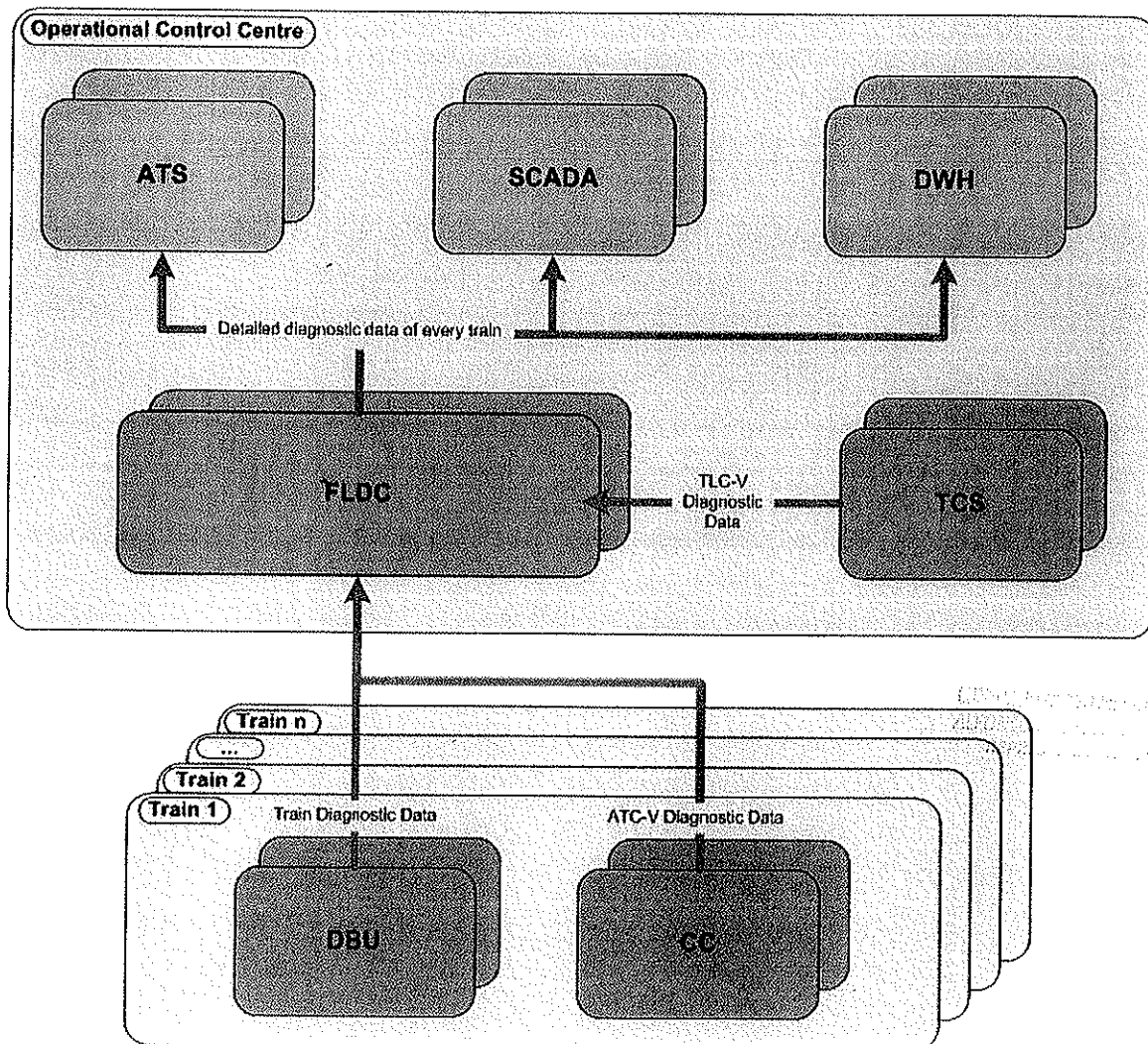


Figura 1. Visión general del sistema FLDC

El requisito principal del sistema FLDC es recoger datos de cada tren (sistemas de remitentes) y enviar estos datos a los sistemas (destinatarios) DWH y ATS .

Para cada tren, la información recogida son heterogéneas y organizada en varios formatos.

El primer paso consiste en procesar la información recibida de los sistemas de remitentes para extraer los datos para ser enviados a los sistemas receptores .

Cualquier información que se enviará a los sistemas receptores están codificados en correspondencia con cada sola información recibida de los sistemas de los remitentes .

La correspondencia entre la información recibida y la información enviada se realiza mediante la " Lista de eventos " .

En esta lista se codifica la información recibida de que deben ser considerados y, en consecuencia , la forma en que ellos se procesan para ser enviado.

El FLDC es un sistema redundante compuesto por los mismos módulos de software que operan en la lógica Master / Slave .

El tiempo para el cambio de la Maestría , después de una conmutación por error, es inferior a un tiempo configurable .

El sistema FLDC se comunica con los sistemas de tren en tren Radio Sistema de Comunicación .

El sistema realiza la sincronización a través de Metro Lima global de sincronización de tiempo .

El SIL del sistema es 0.

1.2 Funciones del sistema

Las funcionalidades del sistema FLDC se agrupan en 3 fases:

- Puesta en marcha . En esta fase, el sistema adquiere su configuración desde una base de datos interna y establece comunicación con los diversos sistemas con los que interactúa .
- Sondeo. En esta fase, el sistema gestiona la información que se adquieren de manera periódica por varios sistemas con los que interactúa .
- En el Evento . En esta fase, el sistema gestiona la información que se adquiere como resultado de un cambio notificado por los diversos sistemas con los que las interfaces.

Estas son las 3 etapas que se describen con más detalle

1.3 Puesta en marcha

La fase de arranque se compone de las siguientes operaciones :

1. Lectura de la configuración del sistema a partir de una base de datos interna que incluye :
 - a) Lista de los eventos que el sistema FLDC puede tratar (Lista de eventos) .
 - b) Versiones de software de línea de base que incluye una lista de las versiones de software actualmente en uso en los sistemas involucrados .
 - c) Parámetros de configuración para la comunicación con los diferentes subsistemas (dirección IP , puertos , tiempo de espera , etc.)
2. Establecer la maestría entre el software de segundo a la lógica interna específica.
3. Realice la sincronización horaria a través de NTP .
4. Establecer comunicaciones con todos los sistemas participantes (CC , CU , DBU , DWH , ATS) .
5. Adquirir desde el sistema de DBU la siguiente información:

006209

1. Versión de software de DBU .
2. Versión de software de sistemas de TCMS .
3. La versión del Diccionario de señales .
4. La versión del Diccionario de fallo .
5. Adquirir TCS su versión de software.
6. Adquirir desde el sistema de CC de su versión de software.
7. Verifique desde la línea de base de almacenado:
 - a) Versión de software del sistema TCS .
 - b) Versión de software del sistema de CC .
 - c) Versión de software del sistema de DBU .
 - d) Versión de software del sistema de TCMS .
 - e) La versión del Diccionario de señales .
 - f) La versión del Diccionario de fallo .
8. Registre cada tren ha superado las pruebas en el punto anterior .
9. Enviar un mensaje a los sistemas DWH / ATS en el comienzo de la comunicación de la sesión , el mensaje contiene :
 - a) Versión del protocolo DWH / ATS
 - b) Versión de la lista de eventos procesados por FLDC diagnóstico
 - c) Versión de software del sistema FLDC .
 - d) La lista de los trenes registrados.

[Faint, illegible text, possibly a signature or stamp]

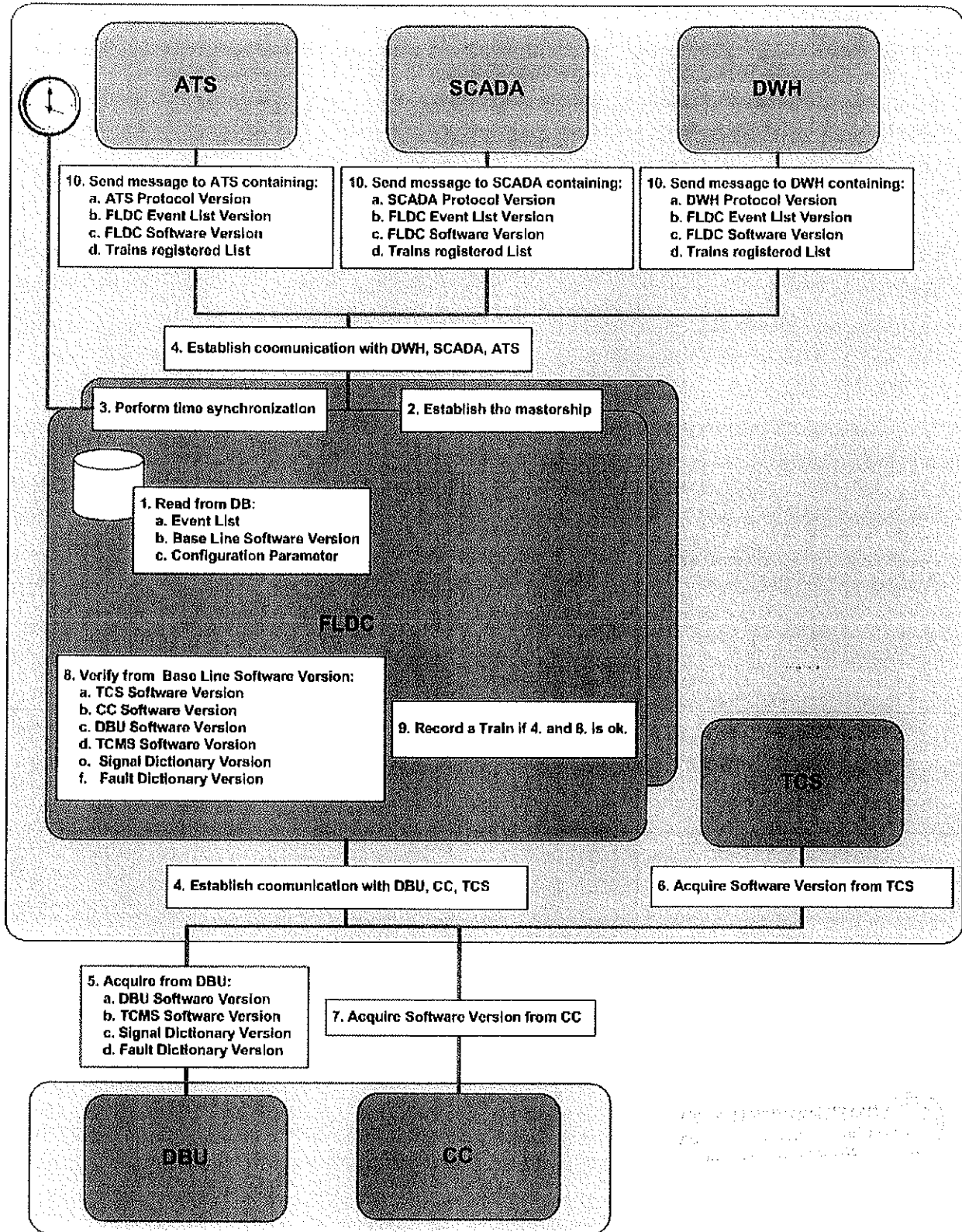
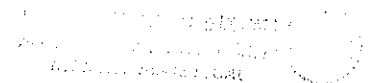


Figura 2. FLDC en la fase de puesta en marcha

1.4 Polling

El sistema FLDC , periódicamente , deberá:

1. Enviar un mensaje keepalive al TCS sistema para determinar el estado de la comunicación con este sistema.
 Este mensaje contiene la lista de estado de comunicación CU- TLC de cada tren .
2. Recibir un mensaje keepalive del TCS para determinar el estado de la comunicación entre el sistema TCS y CU- TLC en todos los trenes .
3. Solicite los "datos de diagnóstico" (Solicitud de señal) para DBU - Un sistema que se encuentra en cada tren.
4. Por cada tren, cuando un sistema de DBU se considera en la actualidad no se puede llegar , enviar al sistema DBU una petición de " sin datos de diagnóstico " (que actúa como una petición keepalive) con el fin de detectar cuando el sistema vuelve a alcanzar.
5. Solicitar el "Historical Data Log" (registro de solicitudes) al sistema de DBU -B situado en cada tren .
6. Solicite las versiones de software DBU para sistema de DBU -B ubicados en cada tren.
7. Por cada tren, si el sistema de DBU es en modo degradado (sólo una unidad está en línea) , las peticiones son ejecutar en la misma unidad (Solicitud de la Señal y Solicitud de Registros) .
 La Solicitud de Registro tiene prioridad sobre la Solicitud de señal .
8. Realice la sincronización de tiempo .
9. Recibir información de diagnóstico en ATC- V desde el sistema de CC situado en cada tren .
10. Por cada tren, compruebe que el tiempo de espera de los datos recibidos desde el sistema de CC no ha caducado. Esta caducidad determina la condición de no - comunicación con este sistema.
11. Extraer la información recibida de cada uno sistemas de a bordo y la creación de paquetes de datos compatibles con el protocolo que define la comunicación con el DWH y sistemas ATS .
12. Implementar un servicio de auto-diagnóstico sobre el estado de sus procesos internos
13. Almacenar en una base de datos interna, el "Historical Data Log" recibida del sistema de DBU situado en cada tren . Estos datos están organizados jerárquicamente por vehículo - sistema - subsistema - dispositivo. La base de datos ha predeterminado dimensiones y mecanismos para la eliminación de datos antiguas .



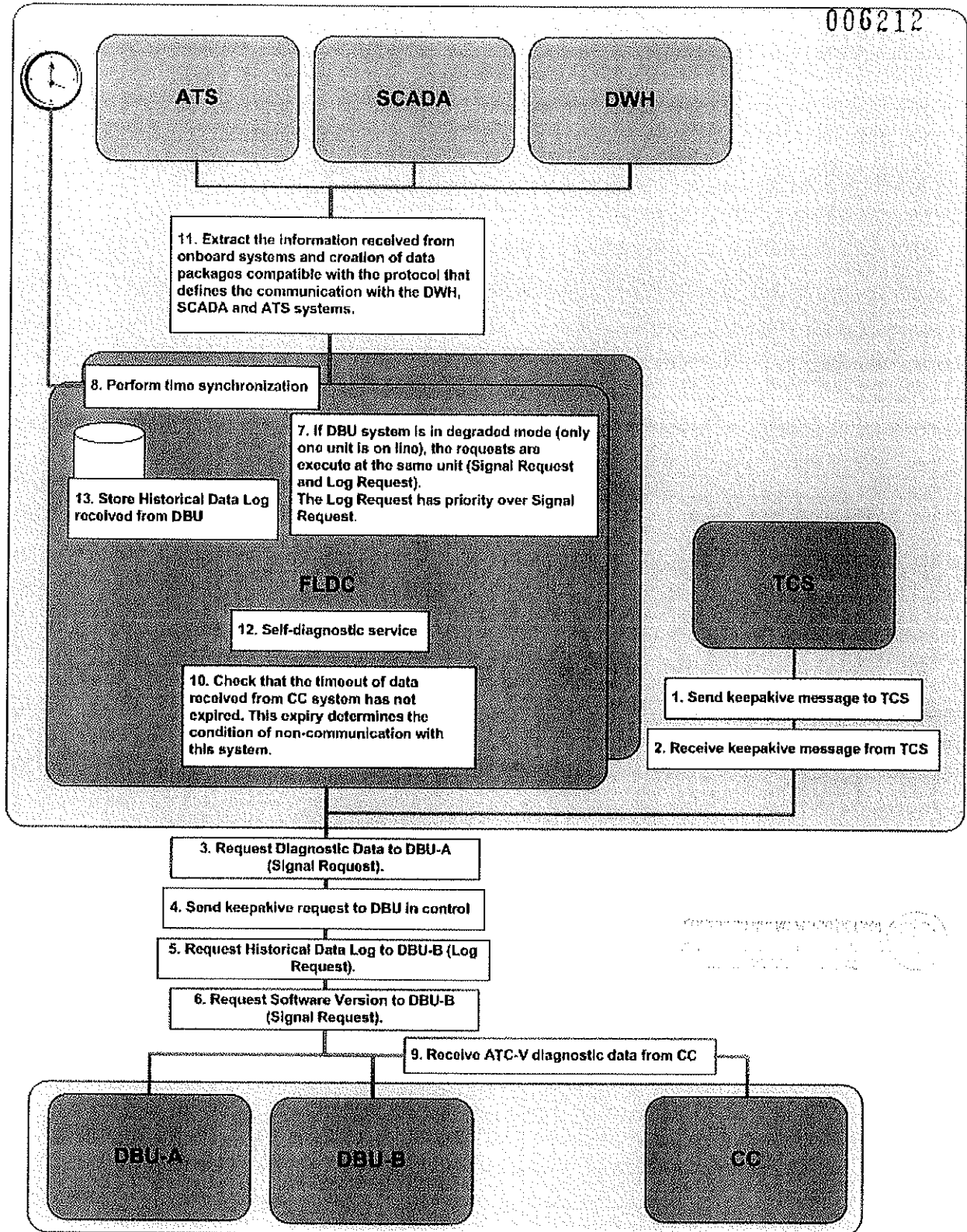


Figura 3. FLDC en fase de polling

EN CASO

El sistema FLDC, después de un evento específico, deberá:

1. Recibe las variaciones relacionadas con el diagnóstico de las telecomunicaciones de todo sistema CU-TLC de TCS.

006213

2. Satisface los requerimientos de "Registros de datos históricos" del sistema de DWH.
 Dichas solicitudes podrán hacerse con respecto a un vehículo en particular, subsistema y dispositivo y marca de tiempo.
 Los filtros que se aplican a la base de datos no son mutuamente excluyentes, se puede solicitar un registro de todos los dispositivos de un solo vehículo, todos los dispositivos en todos los vehículos.
 El sistema FLDC satisface la petición, o con los datos sobre la base de datos, o con los datos recibidos después de reenviar la solicitud al sistema de DBU.

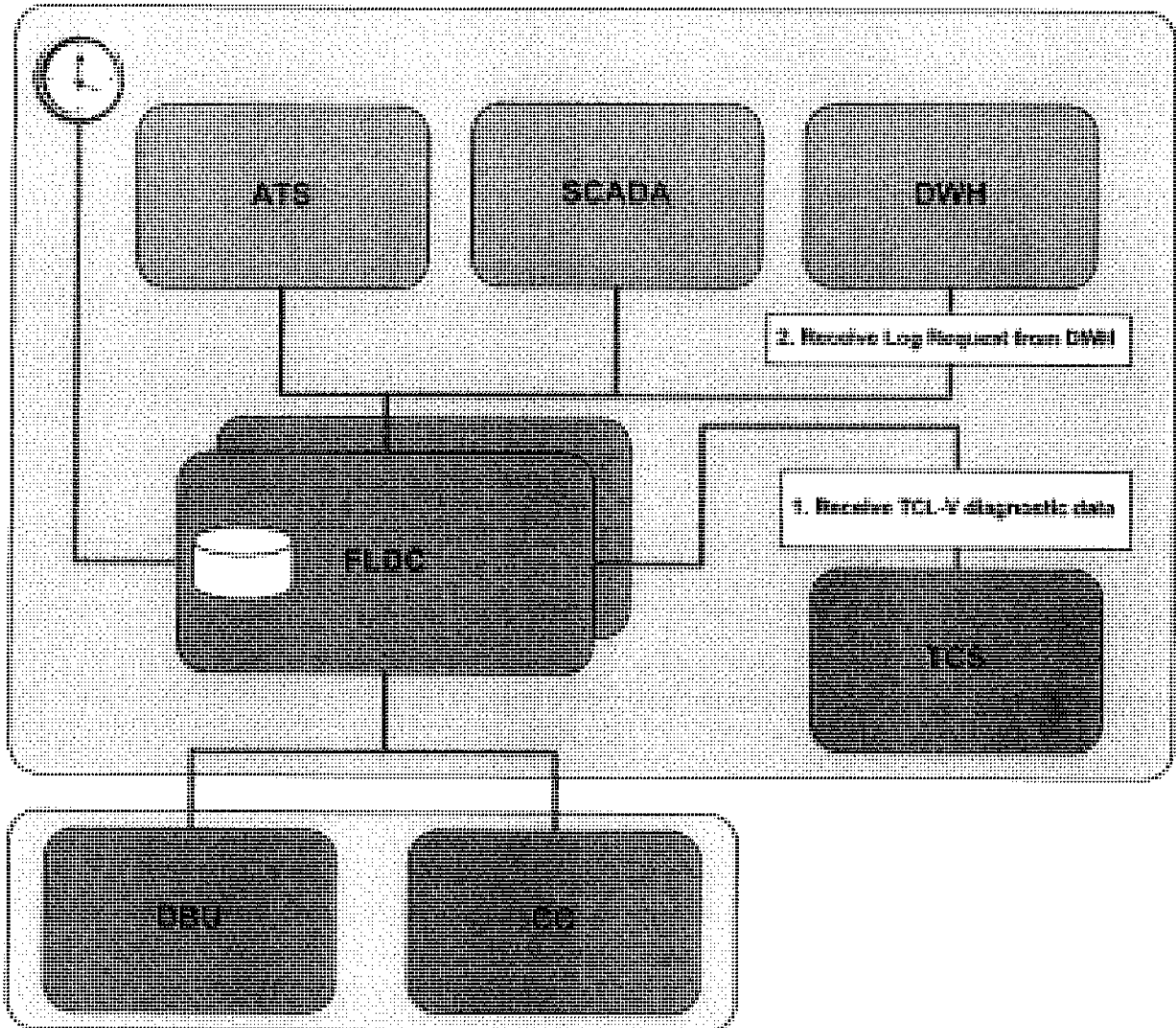


Figura 4. FLDC en la fase on-Evento

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ELECTRÓNICA





C.1.2.7.12 Nº DOCUMENTO	C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO TIPO DE DOCUMENTO
--------------------------------	--

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.7.12) SUBSISTEMA DE A BORDO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AV. FAUCETT 1000
LIMA - PERÚ



Índice 2

1. SUBSISTEMA DE A BORDO 3

1.1 Introducción 3

1.2 Arquitectura 5

1.3 Funcionalidades 6

1.4 Funcionalidades automáticas 7

1.4.1 Descripción de las funcionalidades automáticas 7

1.4.1.1 ATCRead 8

1.4.1.2 PIS-AtcEvent 8

1.4.1.3 LanguageChoice 8

1.4.1.4 CollectDiagnostic 8

1.4.1.5 SendDiagnostic 8

1.4.1.6 Redundancia 8

1.4.1.7 SoftwareUpdateManagement 8

1.5 Funcionalidades del operador 9

1.5.1 Descripción de las funcionalidades del operador 9

1.5.1.1 Softphone 9

1.5.1.2 PAPlay 10

1.5.1.3 HMI 10

1.5.1.4 Radio TETRA 10

1.6 Rendimientos 10

REVISADO POR:
Miguel Ángel Rodríguez
INGENIERO EN SISTEMAS



1. SUBSISTEMA DE A BORDO

1.1 Introducción

Los principales componentes del hardware del Sistema de bordo son dos unidades de control PSIS (PSIS CU) y dos Paneles Controladores. Una Unidad de Control y un Panel Controlador se instalarán en el coche delantero del tren, los otros en el coche de cola.

El Centro de Control y de la flota de trenes están vinculados mediante la red DCS que proporciona una comunicación inalámbrica que se ha realizado con un nivel de redundancia suficiente para cumplir con alta confiabilidad. De esta manera, los dispositivos de los vehículos pueden ser considerados nodos IP y pueden ser accedidos directamente desde el Centro de Control a través del protocolo TCP/IP común. Esta arquitectura de red permite la gestión de los sub-sistemas PID del TLC, y los dispositivos PA y ECP en los vehículos de pasajeros directamente por el software TCS en el Centro de Control a excepción de los mensajes automáticos del Sistema de Información para Pasajeros que se administran desde el OBS.

El sistema OBS es capaz de proporcionar de forma automática la información visual y audible para pasajeros en los vehículos.

Por consiguiente, el módulo del software se dedica principalmente a las siguientes tareas:

1. comunicación con el ATC (PSIS CU se activa para el mensaje PSIS automático);
2. gestión local de los equipos PSIS integrados en lo que respecta a mensajes automáticos;
3. diagnóstico de PSIS CU y Panel Controlador enviado a TCS en el Centro de Control (el diagnóstico de los otros equipos de telecomunicaciones integrados se gestiona directamente desde los servidores del Centro de Control).

Generación automática de la información visual para pasajeros, mostrada en las Pantallas de Información para Pasajeros, e información audible para pasajeros generada automáticamente, dada por el sistema de altavoces, se coordinan y complementan entre sí para guiar a los pasajeros. Los dos tipos de información nunca están en conflicto.

El OBS gestiona de forma independiente a PID, PA y al sistema ECP de tal manera que un fallo en un sistema no involucra a los otros.

El Sistema de Información para Pasajeros soporta la presentación automática de imágenes de pantalla predefinidas y/o anuncios pregrabados basados en una combinación de diferentes eventos e información de estado (recibidos del ATC y de otras fuentes), tales como:

- un Vehículo de Pasajeros ha llegado a una ubicación específica (una estación o localización en la línea);
- un Vehículo de Pasajeros está partiendo, o está a punto de irse, de un lugar específico;
- un Vehículo de Pasajeros está por llegar a un lugar específico;
- una línea y/o destino de un Vehículo de Pasajeros;
- hora del día;
- una puerta del Vehículo de Pasajeros o una Puerta de Pantalla de la Plataforma está obstruida o no funciona;
- un Vehículo de Pasajeros no ha alcanzado o sobrepasó una plataforma;
- un Pulsador de Parada de Emergencia en un Vehículo de Pasajeros ha sido activado. El anuncio dependerá del estado del vehículo: en movimiento, parado en la línea o parado en una plataforma;
- un Pulsador de Emergencia de Puerta Abierta en un Vehículo de Pasajeros ha sido activado. El anuncio dependerá del estado del vehículo: en movimiento o detenido;

- un Vehículo de Pasajeros es designado para ser sacado del servicio a los pasajeros;
- el destino de un Vehículo de Pasajeros ha sido cambiado;
- el estado de un vehículo: en servicio, fuera de servicio o vehículo de servicio;
- un vehículo de pasajeros está cambiando de estado;
- un vehículo de pasajeros se ha detenido en la línea por más de un lapso de tiempo configurable;
- el acoplamiento automático está en curso;
- el tiempo estimado de los vehículos para llegar a todas las estaciones de la línea.

Las pantallas son capaces de mostrar otros tipos de información, es decir, por la alternancia entre diferentes cuadros de información.

Un Panel Controlador con interfaz de Pantalla Táctil se utiliza para permitir a los administradores hacer llamadas de voz y anuncios PA integrados, utilizando un auricular con micrófono.

Todas estas tareas se realizan utilizando la Red DCS para comunicarse con las contrapartidas de CC y la LAN integrada para gestionar el equipo PSIS integrado.

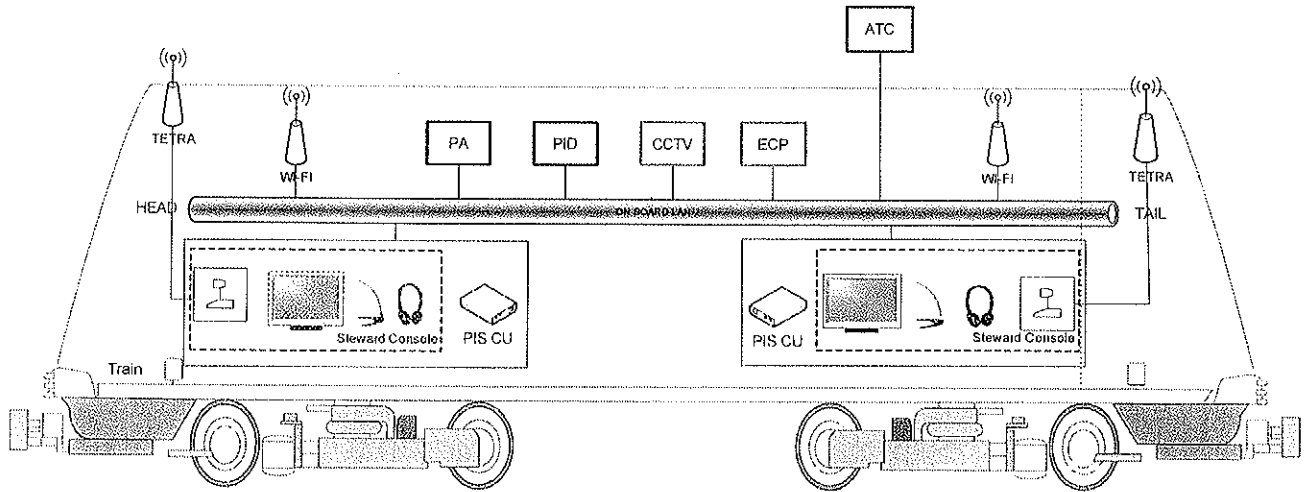
Todos los relojes dentro del OBS y el Panel Controlador, que se utilizan para la marca de tiempo de errores, eventos y otros fines, donde el tiempo se muestra o almacena, están sincronizados con el sistema de Sincronización Horaria Global del metro.

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA
AV. GAMBETTA 1000
LIMA - PERÚ



1.2 Arquitectura

En la siguiente sección se muestra la arquitectura del Sistema Integrado.



Legend

	System that communicates also with OBS (as regards automatic messages)
	System totally managed from Control Center

Leyenda

	Sistema que se comunica también con OBS (en cuanto a mensajes automáticos)
	Sistema totalmente gestionado desde el Centro de Control

Figura 1 - Arquitectura integrada

El Sistema Integrado esta compuesto por los siguientes dispositivos:

- 2 PSIS CU;
- 2 Paneles Controladores.

Un PSIS CU y un Panel Controlador se encuentran en la delantera del tren y los otros en la cola.

El Sistema es redundante, de tal manera las funcionalidades están aseguradas incluso en caso de fallo total de un componente.

En particular, el intercambio 2 CU, a través de una conexión Ethernet específica, la información de estado que se utiliza para determinar cuál CU está en control y cuál está en espera.

Elaborado por: [illegible]
 Aprobado por: [illegible]

006219

1.3 Funcionalidades

El software integrado se divide de manera lógica en macro bloques funcionales que a su vez están compuestos por otros bloques funcionales. Una o más funcionalidades se asocian a cada bloque funcional.

Hay dos unidades de control instaladas en cada vehículo, pero sólo una CU a la vez está en control.

Dentro de cada CU están instalados los mismos módulos de software que intercambian datos entre ellos.

Dado que el software integrado está instalado tanto en las Unidades de Control como en el sistema compuesto por la Unidad y el software de control está en una configuración de espera en caliente, el módulo de *Redundancia* es responsable de determinar, mediante el análisis de la información relacionada con el estado de la CU, que la Unidad de Control tiene que estar en control y por consiguiente, activar todos los módulos contenidos en ella.

El software OBS contiene un módulo *ATC* que establece una interfaz con el ATC para recibir la información necesaria para brindar la información requerida a los pasajeros en las PID y a través de los altavoces. En particular, el módulo envía a bordo mensajes PSIS automáticos (sobre las posiciones de los Vehículos de Pasajeros) que se reciben continuamente desde el ATC a los sistemas locales PID y PA a través de protocolos personalizados.

Los mensajes PSIS se envían en un idioma de acuerdo a la configuración hecha por el operador del Centro de Control.

El módulo *Diagnóstico* está dedicado a la gestión del diagnóstico de la CU.

Finalmente está el módulo *SoftwareUpdateManagement* que se dedica a la configuración y actualización del software integrado. Las actualizaciones de software para los equipos OBS en los vehículos de pasajeros se ejecutan desde el Centro de Control a través del sistema DCS.

Además de lo anterior, el software OBS permite al administrador, mediante un HMI de pantalla táctil del Panel del Controlador, llamar a los operadores en el Centro de Control y hacer anuncios de audio en el sistema PA integrado.

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA
DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"
MAYO 2015



10
11
12

1.4 Funcionalidades automáticas

En la siguiente sección se muestran las funcionalidades automáticas del software OBS.

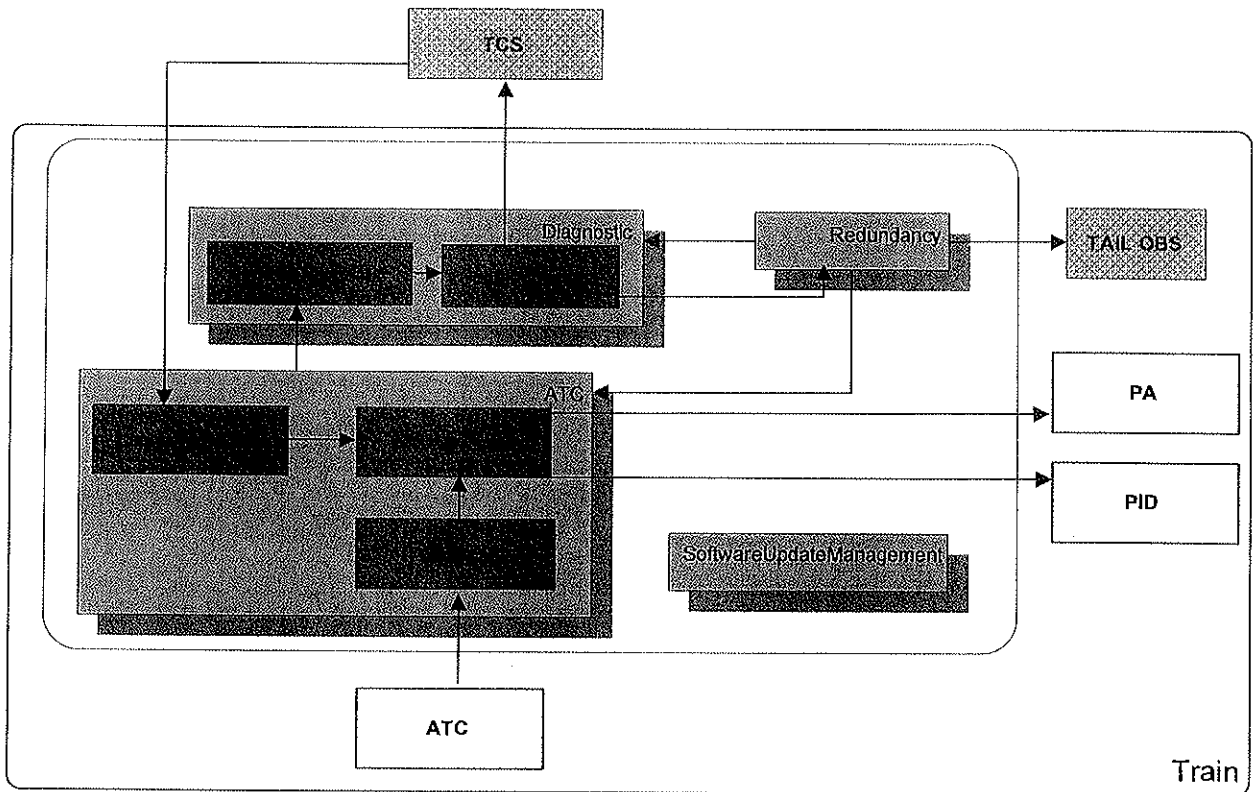


Figura 2 - Funcionalidades automáticas

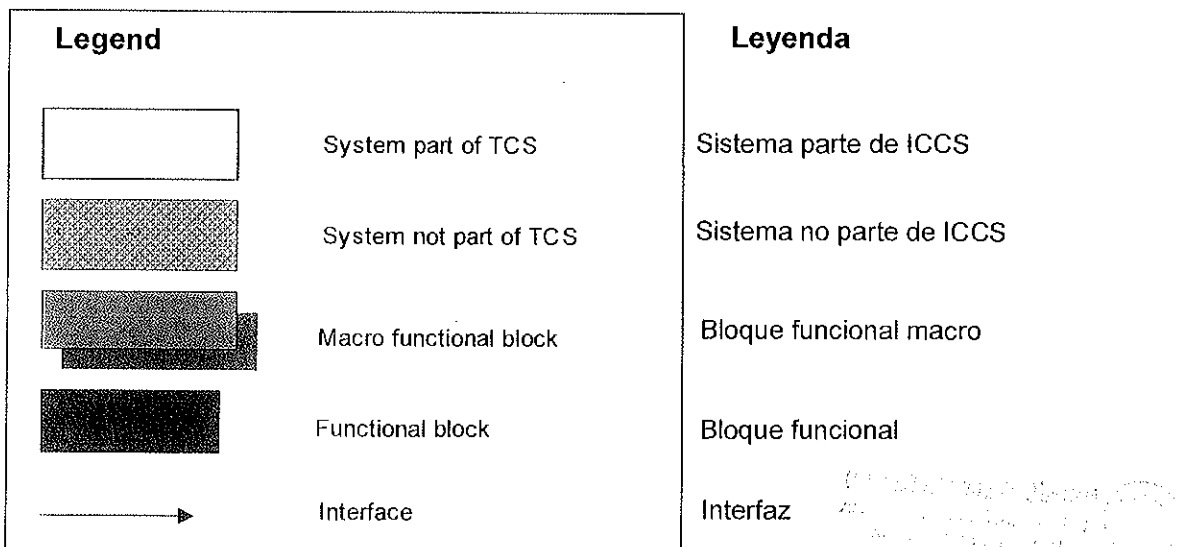


Figura 3 – Leyenda

1.4.1 Descripción de las funcionalidades automáticas

La siguiente sección describe cuáles son las funcionalidades automáticas implementadas por los módulos de software del software OBS.

006221

1.4.1.1 ATCRead

La funcionalidad *ATCRead* es parte del módulo *ATC* y permite leer los mensajes producidos por el ATC que tienen al OBS como destino.

El módulo *ATCRead* pasa estos mensajes al *PIS-AtcEvent* para procesarlos.

1.4.1.2 PIS-AtcEvent

La funcionalidad *PIS-AtcEvent* es parte del módulo *ATC* y permite enviar mensajes de información para pasajeros (escenarios operativos) recibidos del módulo *ATCRead* para el sub-sistema de trenes PID y PA para ser reproducidos y visualizados respectivamente a través de un protocolo propio. Los mensajes se envían en el idioma de la información recibida desde el módulo *LanguageChoice*.

1.4.1.3 LanguageChoice

El módulo *LanguageChoice* es parte del módulo *ATC* y permite, a través de un protocolo entre OBS y ICCS, conocer el idioma a utilizar para visualizar y reproducir los mensajes de PSIS.

1.4.1.4 CollectDiagnostic

La funcionalidad *CollectDiagnostic* es parte del módulo *Diagnóstico* y obtiene los datos de diagnóstico relacionados con el estado del hardware de CU PSIS.

1.4.1.5 SendDiagnostic

La funcionalidad *SendDiagnostic* es parte del módulo *Diagnóstico* y es responsable de enviar al ICCS en el centro de control los datos de diagnóstico recogidos a través de *CollectDiagnostic* y de comunicarse con el módulo *Redundancia* en lo que respecta el estado actual de la PSIS CU.


1.4.1.6 Redundancia

La tarea principal del módulo *Redundancia* es comunicarse con la otra CU intercambiando información de diagnóstico para establecer cuál CU tiene que estar en control. Cada módulo *Redundancia* recibe los datos de diagnóstico relacionados con el estado de la CU en la que se instala desde el módulo *SendDiagnostic*. El módulo *Redundancia* que está instalado en la CU en control también tiene que activar todo módulo de software presente en él.

1.4.1.7 SoftwareUpdateManagement

El software integrado incluye el módulo *SoftwareUpdateManagement* para la gestión de la configuración y actualización del software. Gracias a la arquitectura de la red es posible realizar estas operaciones desde un PC Cliente en el Centro de Control.

El presente documento es una copia de
 la versión original del documento
 de referencia [6599] del Consorcio
 Nuevo Metro de Lima



1.5 Funcionalidades del operador

En la siguiente sección se muestran las funcionalidades del operador del software OBS.

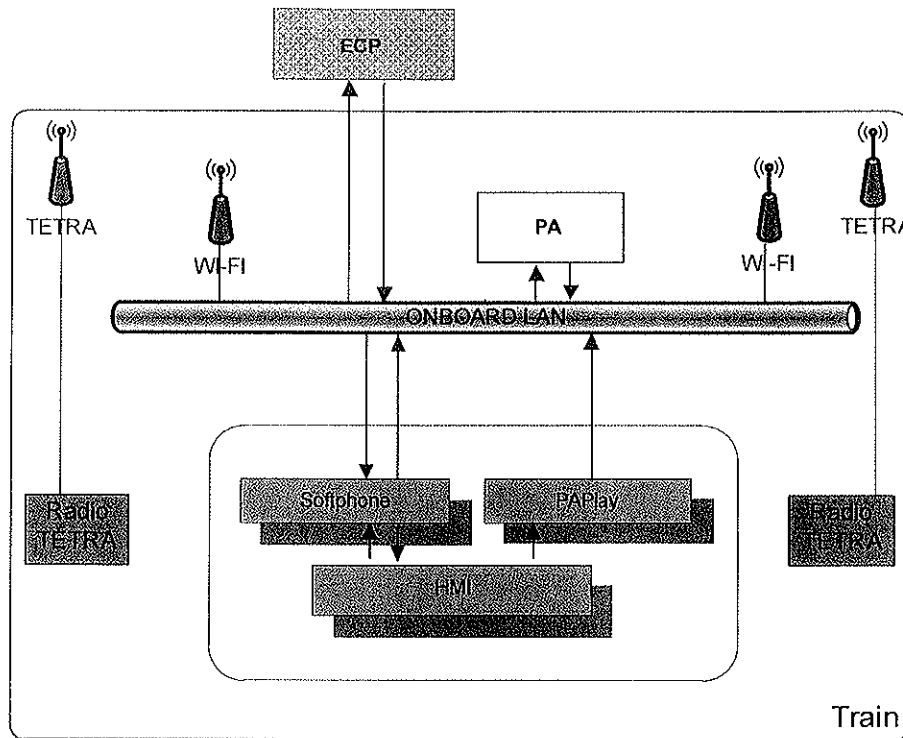


Figura 4 - Funcionalidades del operador

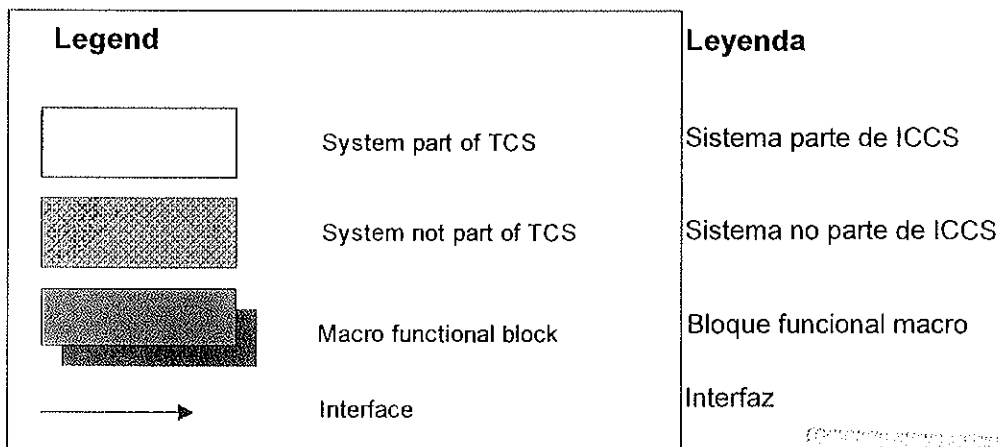


Figura 5 - Leyenda



1.5.1 Descripción de las funcionalidades del operador

El siguiente capítulo describe en detalle cuáles son las funcionalidades del operador implementadas por los módulos de software del software OBS.

1.5.1.1 Softphone

La tarea del módulo *Softphone* es permitir, junto con un auricular/micrófono conectado a la tarjeta de sonido del panel controlador, para gestionar llamadas de voz con el operador del OCC.

006223

1.5.1.2 PAPIlay

La tarea del módulo *PAPIlay* es permitir, junto con un auricular/micrófono conectado a la tarjeta de sonido del Panel Controlador, para hacer anuncios PA locales a través de un protocolo personalizado basado en flujo RTP.

1.5.1.3 HMI

El bloque funcional HMI muestra un panel con botones en la pantalla del Panel Controlador para permitir que el administrador seleccione el destino de la llamada. Las opciones posibles son el sistema PA para hacer anuncios de audio y los operadores del centro de control. Este módulo utiliza los módulos *Softphone* y *PAPIlay* y un auricular/micrófono.

1.5.1.4 Radio TETRA

La tarea de Radio TETRA es permitir al operador realizar una llamada con el operador PCO a través del sistema TETRA. Es otra manera de hacer una llamada con los operadores PCO.

1.6 RENDIMIENTOS

A nivel del sistema, cada cambio de operación en el ATC se refleja en todas las unidades de información para pasajeros dentro de los 15 segundos y cada operación en PSIS se refleja en toda la información automática para pasajeros dentro de los 2 segundos. El OBS se encarga de enviar oportunamente a los sistemas PID y PA toda la información para pasajeros recibida automáticamente del ATC.

El sistema brinda un funcionamiento continuo las 24 horas del día los 365 días del año.

CONSORCIO CONSORCIO NML
Alcaldía Municipal de Lima
AL CALLE 1000, 1000

006224

C.1.2 Nº DOCUMENTO	C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO TIPO DE DOCUMENTO
---------------------------	--

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.8 PUESTO CENTRAL DE COMANDO Y CONTROL

CONSORCIO [6602] NUEVO METRO DE LIMA
REVISADO POR: [Firma]

[Firma]

Índice

PUESTO CENTRAL DE COMANDO Y CONTROL..... 3

1.1 **TÉRMINOS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS 3**

1.2 **DESCRIPCIÓN DEL PROCESOS SOBRE EL ANÁLISIS 4**

1.3 **CENTRO DE CONTROL DE OPERACIÓN – DESCRIPTION GENERAL..... 5**

1.4 **FUNCIONALIDADES PRINCIPALES DEL PUESTO CENTRAL 5**

1.5 **CONCEPTO OPERACIONAL DEL PUESTO CENTRAL 5**

1.6 **ESTACIÓN DE TRABAJO INTEGRADA (IWS) 6**

1.7 **PERFILES DEL OPERADOR..... 7**

1.8 **DISEÑO DEL PUESTO CENTRAL 10**

1.8.1 **Diseño del Puesto Central de la Línea 2 10**

1.8.2 **Diseño del Puesto Central Ramal Línea 4..... 10**

1.9 **DESCRIPCIÓN DEL ESCRITORIO DE LOS OPERADORES..... 10**

1.9.1 **Requisitos de Diseño de la Estación de Trabajo..... 10**

1.9.2 **Características de Construcción..... 11**

1.9.3 **Ergonomía 12**

1.9.4 **Requisito HMI 12**

1.10 **REQUISITOS DE SONIDO PRELIMINARES 14**

1.11 **REQUISITOS PRELIMINARES DE ILUMINACIÓN..... 14**

CONSORCIO [6603] NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA



PUESTO CENTRAL DE COMANDO Y CONTROL

Este documento otorga una descripción de la actividad de análisis en el centro de control operativo y la estación de trabajo estándar para el metro Lima 2 y Ramal L4.

1.1 TÉRMINOS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

ACIDS	Sistema de control de acceso y detección de intrusiones
AFC	Recolección automática del pasaje
ASTS	Ansaldo STS
ATC	Control automático de trenes
ATO	Operación automática de tren
ATP	Protección automática de tren
ATS	Supervisión automática del tren
CCTV	Circuito cerrado de televisión
CMC	Centro de control y mantenimiento
COM	Telecomunicaciones
CPU	Unidad de procesamiento central
CTN	Red de transmisión por cable
CTS	Sistema de transmisión de comunicaciones
DWH	Almacenamiento de datos
ESS	Sistema de detención de emergencia
EOS	Interruptores operados electrónicamente
FD	Detección de incendios
FOCN	Red de cableado de fibra óptica
HMI	Interfaz hombre-máquina
IDS	Sistema de detección de intrusiones
IWS	Estación de trabajo integrada
JV	Empresa conjunta
OCC	Centro de control de operaciones
PA	Altavoces
PBS	Estructura analítica del producto
PBX	Intercambio privado de ramal
PIS	Sistema de información pública
pphpd	Pasajeros por hora por dirección
PSIS	Sistema de seguridad e información para pasajeros
PTZ	Panorámica-inclinar-zoom
SA	Disponibilidad del servicio
SCADA	Control, seguridad y adquisición de datos
SLAN	Red de área local de estación
SMS	Sistema de gestión de seguridad
SV	Supervisor
TD	Operador De Tráfico
TPSS	Subestación de energía a tracción
UPS	Suministro de energía sin interrupción

CONSORCIO [6604]
NUEVO METRO DE LIMA 



006227

WS Estación de trabajo

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESOS SOBRE EL ANÁLISIS

El proceso de análisis se ha realizado al respecto de los códigos y las normas para el diseño del centro de control y todos los temas conectados.

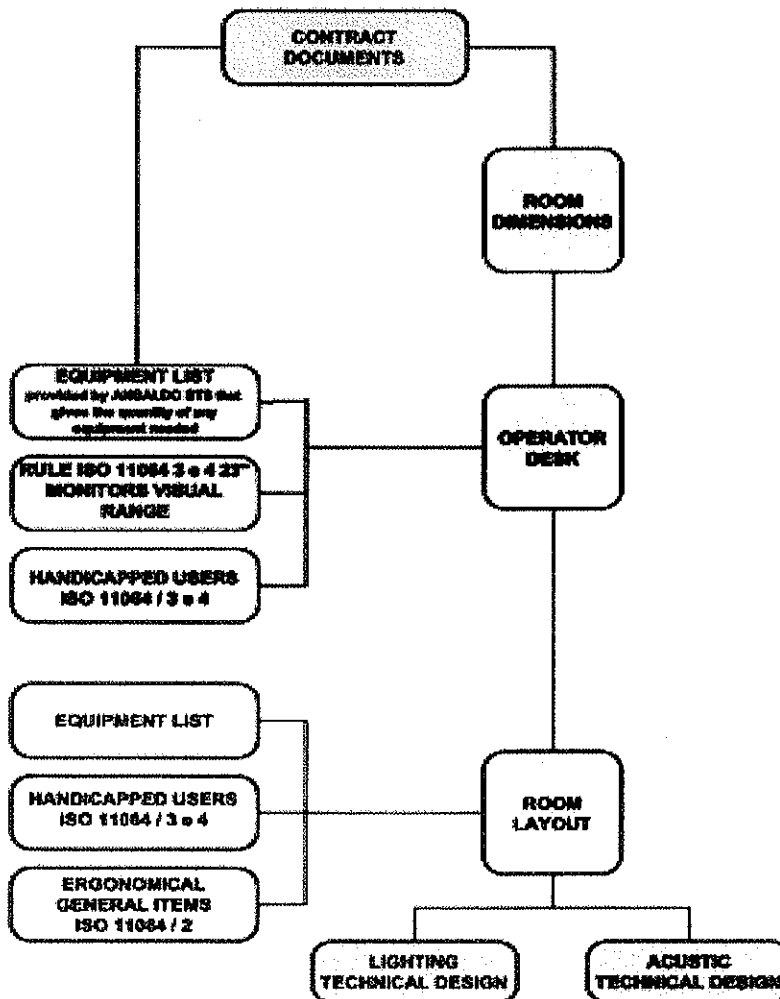
Se ha realizado un análisis en los centros de control y en las estaciones de trabajo estándar utilizando como punto de partida los documentos proporcionados por el cliente.

Se han analizado los centros de control en lo concerniente a factores ambientales, dimensiones humanas, ruido y cálculo de iluminación.

La estación de trabajo estándar toma sus características de un estudio ergonómico profundo y de los requisitos del empleador

Se ha producido un diseño propuesto para las salas de control y para la estación de trabajo estándar según el proceso de análisis desarrollado.

A continuación se encuentra un diagrama del proceso de análisis.



Walter Alvarado Zúñiga
 Director General de Operación y Mantenimiento
 Red de Transporte de Masas

Figura 1 : Diagrama del proceso de análisis

1.3 CENTRO DE CONTROL DE OPERACIÓN – DESCRIPTION GENERAL

La operación del sistema de la línea 2 del metro Lima completará se controlará y dirigirá desde un centro de control de operación ubicado en el depósito Santa Anita.

El ramal de línea 4 se controlará de otro OCC situado en el depósito Bocanegra.

La operación de emergencia de la línea 2 y el ramal línea 4 será independiente pero administrada desde el mismo centro de control de emergencia situado en la estación Carmen de La Legua.

A todos los OCC los controlarán sub-sistemas de control que proporcionen funciones automáticas para la conducción y seguridad del tren, comunicaciones, información y asistencia al pasajero, vigilancia de pasajeros, plantas de energías y control y monitoreo de instalaciones.

Todos los sub-sistemas proporcionarán funciones automáticas y permitirán (mediante procedimientos de operación y mantenimiento) que los operadores controlen el sistema manualmente cuando sea necesario. Las operaciones manuales las realizarán operadores cualificados que seguirán procedimientos de operación específicos y detallados.

Los sub-sistemas realizarán sus funciones apropiadas en un contexto integrado donde intercambien datos, por lo tanto permitirá que los operadores realicen sus deberes de la manera más efectiva.


Este sistema centralizado permitirá que los operadores reaccionen rápidamente a cualquier operativo y/o escenario de emergencia (incluso acciones correctivas). Los eventos correspondientes al mantenimiento también se reportan a los operadores.

El proyecto del Centro de Control de Operación ofrece estándares arquitectónicos altos y una interfaz adaptativa para cada necesidad.

1.4 FUNCIONALIDADES PRINCIPALES DEL PUESTO CENTRAL

La filosofía de control de operaciones del OCC se basará en la administración centralizada de las siguientes funciones:

- Operaciones de tren incluso aquellas en las áreas automáticas de los depósitos.
- Adquisición de datos para servicios de edificios, sistemas de túneles y suministro de energía.
- Sistemas de comunicación (radio, teléfono, altavoces, información para el pasajero y televisión de circuito cerrado (CCTV)).
- Informes de fallos, actividades de coordinación de administración de respuesta y mantenimiento.
- Administración de emergencia e incidentes.
- Interfaces operacionales con otros proveedores de transporte.
- Control de acceso y actividades de monitoreo de seguridad asociadas en el Metro.

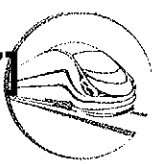
CONSORCIO [6606] NUEVO METRO DE LIMA 

1.5 CONCEPTO OPERACIONAL DEL PUESTO CENTRAL

El concepto operacional del Metro Lima se basa en un sistema sin conductor completamente automático, administrado y monitoreado por los operadores de la central.

Los sub-sistemas tecnológicos (ATC, SCADA, PSD, etc.), junto con los procedimientos de mantenimiento/operación y el personal del metro constituyen el centro del sistema que es fundamental para el funcionamiento apropiado de todo el sistema de metro.





006229

En un sistema sin conductor completamente automático, el centro de control (bajo el control de los operadores de la central) es el "cerebro" del metro y el único centro de toma de decisiones. Es decir que los operadores de la central administran con prontitud operaciones diarias y de contingencia, situaciones de emergencia y actividades de mantenimiento.

Es posible mediante los canales apropiados de comunicación que se establecen entre el ambiente operacional del sistema de metro y el Centro de Control. Este ambiente incluye estaciones (con su sistema de comunicación con pasajeros correspondiente), Todas las vías funcionales y sus controles laterales asociados, suministro de energía, energía a tracción y otros equipos auxiliares.

Los trenes serán supervisados continuamente por el personal de la central sin importar si están en modo automático o manual. El modo manual se usa típicamente en condiciones degradadas o de emergencia.

Se proporcionan instalaciones apropiadas para los operadores centrales para observar efectivamente las condiciones del sistema y obtener un estado detallado de cualquier equipo y/o tren. En caso de fallos y/o anomalías, será posible tomar las acciones apropiadas mediante comandos remotos, llamar a la asistencia local, y luego implementar todas las mitigaciones y acciones de operación en contingencia necesarias.

1.6 ESTACIÓN DE TRABAJO INTEGRADA (IWS)

Los operadores OCC supervisarán y controlarán todo el metro usando un sistema de estación de trabajo integrado. Este sistema permite, desde cada escritorio en posición de trabajo, el control y la supervisión de todas las funciones por parte de un solo operador.

La estación de trabajo integrada (IWS) reúne en un elemento arquitectónico único todos los elementos funcionales de los distintos clientes que estaban acostumbrados a supervisar y administrar el sistema del metro desde el OCC.

Para ser capaz de funcionar, la IWS se conectará al servidor de cada sub-sistema.

El uso de la IWS garantizará:

- un alto nivel de interoperabilidad: el operador será capaz de acceder y utilizar las diferentes tecnologías de la IWS en la forma de clientes SW distintos.
- un alto nivel de intercambiabilidad: diferentes tipos de operadores tendrán acceso y podrán operar la IWS. Según el perfil del operador la IWS ofrecerá un conjunto diferente de funcionalidades integradas. Los perfiles del operador se pueden discriminar por su habilidad para visualizar y/o operar activamente los clientes de tecnologías diferentes. La intercambiabilidad del operador se debe usar como un concepto de respaldo en caso de fallo. Detalladamente, basado en el acceso y el perfil asociado del operador, una posición de trabajo se puede configurar para las funcionalidades requeridas, es decir, la misma posición de trabajo puede sostener cualquiera de los perfiles previstos de los operadores y sus tareas asociadas. Esta instalación se asociará con el escritorio del operador supervisor.
- Remotización del equipo: los componentes activos de la IWS se ubicarán dentro de la sala de control de equipos. Esta solución garantizará la reducción del ruido en la sala de control y limitará el flujo de calor en la habitación. La posición de trabajo de los operadores contará con monitores, periféricos y dispositivos de E/S. Se debe resaltar que, basados en el uso del sistema IWS, el operador controlará las funciones asociadas mediante un teclado y un ratón.
- Disponibilidad del sistema: La IWS debe cumplir los requisitos de disponibilidad del proyecto. La IWS se considera una parte del Centro de Control y por lo tanto debe proporcionar una redundancia adecuada para garantizar que no exista ningún punto de fallo.

CONSORCIO [6607]
NUEVO METRO DE LIMA



1.7 PERFILES DEL OPERADOR

Supervisor

El Supervisor tendrá la autoridad general en la sala de control. Será el responsable de la operación asignada, incluso de toda la operación de la línea, ya sea en condiciones de operación normales, modo degradado o una situación de emergencia.

El Supervisor coordinará las actividades del personal dentro de la sala de control, determinará la estrategia para manejar situaciones de emergencia, asegurará el respeto de los procedimientos y del mantenimiento continuo de las condiciones de seguridad para el pasajero y el personal del sistema.

Además, el supervisor actuará como una interfaz para organizaciones externas durante el manejo de incidentes y será responsable de nombrar los directores de incidentes del lugar y otras actividades correspondientes a la recuperación del funcionamiento del servicio y actuará como autoridad central de la operación del sistema de operaciones.

El supervisor administrará los horarios de trabajo del personal y coordinará las actividades de trabajo.

Equipo de escritorio del SUPERVISOR:

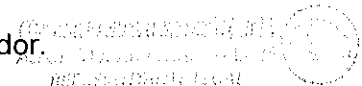
- 2 Supervisión del tren automática con monitor (24")
- 2 monitores (24") SCADA
- 2 monitores de enclavamiento (24")
- 1 monitor de sistema de telecomunicación (24")
- 1 monitor de sistema de administración de seguridad (24")
- 1 monitor de radio (24")
- 1 monitor de estación de trabajo integrada (24")
- 1 teclado + ratón
- 1 radio portátil
- 1 teléfono IP
- 1 interfono de emergencia
- 1 botón de emergencia
- 1 micrófono de escritorio
- 1 conjunto de auriculares de radio

Operator de trafico

El Operator de Trafico (TD) tendrá la responsabilidad del control de la circulación del tren y su adhesión al horario establecido. Cooperará con el resto del personal en la sala de OCC para proporcionar un servicio integrado.

El rol principal del operador TD será monitorear el movimiento del vehículo. En el caso de que haya un fallo, el operador será capaz de ver la alarma correspondiente al fallo e iniciar una acción correctiva o una solución alternativa. Los vehículos saldrán de los depósitos según un horario predefinido. La forma básica de monitoreo será mediante pantallas generales de 70" donde se visibilizarán la ubicación y el estado del tren.

Se podrán seleccionar vistas detalladas en los monitores del operador.



El TD tendrá información actualizada oportunamente mediante dos tipos de pantallas:

- La pantalla general de 70" permitirá al TD (y a todos los otros observadores) obtener, a primera vista, una visión completa del estado general de la línea y del servicio de tren en el Sistema de Transito, proporcionando información ubicada en una representación gráfica de la línea, incluso como mínimo:
 - ✓ Ocupación de las vías, actualizada dinámicamente;



006231

- ✓ Restricciones de la vía activas;
- ✓ Estado de operación de estaciones y de garitas de señales,
- ✓ Trenes en las secciones de las vías;
- ✓ Direcciones de movimientos y rutas en áreas de enclavamiento (rutas solicitadas y libres); alarmas activas resumidas según: alarmas de pistas, alarmas de tren, alarmas de estación;
- Las pantallas detalladas de 24" proporcionarán de forma gráfica (diagrama de vías), indicaciones de las vías, estaciones, trenes y cada dispositivo controlado y sin controlar de la región entera del territorio asignado a medida que se detecte en el estado actual, utilizando ventanas como por ejemplo:
 - ✓ La ventana del Diagrama de vías,
 - ✓ La ventana de solicitud del operador,
 - ✓ La ventana de Alarma
 - ✓ La ventana del reloj del sistema.

Además, la pantalla detallada informará las condiciones de funcionamiento de las garitas de señales, restricciones de vías y de velocidad, información de alarma y cualquier otra información de soporte adicional generada por el sistema.

La representación del tren permitirá el seguimiento preciso del mismo en cualquier parte de la línea. El seguimiento correcto del tren se asegurará también cuando el mismo regrese a cada posición permitida.

El TD será capaz de entrar en cualquier momento solicitudes al sistema para controles remotos y el sistema deberá regresarle el resultado de la operación (transferencia al equipo de control remoto)

También el TD tendrá disponible un conjunto completo de comandos manuales para operaciones manuales. Algunos de estos comandos controlarán la disponibilidad de las vías para las operaciones automáticas, otorgando control automático de posibilidades de servicio alternativas (como operaciones de vías individuales) y la imposición de condiciones de restricción o protección, cuando lo solicite el personal que trabaja en las vías o los pasajeros en trenes varados.

Equipo de escritorio de OPERADOR DE TRAFICO:

- ✓ 2 monitores de señal ATS
- ✓ 2 monitores de enclavamiento IXL (24")
- ✓ 1 monitor de sistema de telecomunicación (24")
- ✓ 1 monitor de sistema de administración de seguridad (24")
- ✓ 1 monitor de radio (24")
- ✓ 1 monitor de estación de trabajo integrada (24")
- ✓ 1 teclado + ratón
- ✓ 1 radio portátil
- ✓ 1 teléfono IP
- ✓ 1 interfono de emergencia
- ✓ 1 botón de emergencia
- ✓ 1 micrófono de escritorio
- ✓ 1 conjunto de auriculares de radio

COMANDO DE TRAFICO
ALTA DENSIDAD DE PASAJEROS
REPOSICION DE VEHICULOS

Operador de SCADA/TRACCIÓN

El sistema SCADA realiza el sistema de control y supervisión (SCADA) para el control y comando de las estaciones y de los depósitos del Proyecto del metro de Lima.





006232

Es sistema SCADA permite la adquisición, elaboración y presentación de los datos proveniente de la energía de tracción y del equipo electromecánico (E&M) instalado para el metro de Lima, de las plantas tecnológicas y de la estación y su control.

Incluye:

- Sistema de suministro de energía de tracción
- Sistemas E&M de estaciones y túneles
- Sistema de área de depósito

El sistema mejora su funcionalidad de los criterios de diseño que otorgan rendimiento y confiabilidad y aseguran operaciones sin problemas con un alto nivel de probabilidad.

El operador SCADA tendrá una estación de trabajo configurada flexiblemente para que los equipos o ubicaciones específicas sean visibles en cualquier pantalla en la que la alarma espere su turno.

Equipo de escritorio del OPERADOR DE SCADA/TRACCIÓN:

- ✓ 4 monitores (24") SCADA/TRACCIÓN
- ✓ 1 monitor de sistema de telecomunicación (24")
- ✓ 1 monitor de sistema de administración de seguridad (24")
- ✓ 1 monitor de radio (24")
- ✓ 1 monitor de estación de trabajo integrada (24")
- ✓ 1 teclado + ratón
- ✓ 1 radio portátil
- ✓ 1 teléfono IP
- ✓ 1 interfono de emergencia
- ✓ 1 botón de emergencia
- ✓ 1 micrófono de escritorio
- ✓ 1 conjunto de auriculares de radio

Operador de INFORMACIÓN DE SEGURIDAD Y DE PASAJEROS

El operador de información de seguridad y de los pasajeros (PIS) es la persona a cargo del monitoreo del comportamiento de los pasajeros, proporcionando asistencia mediante anuncios y comunicación con los pasajeros y los auxiliares. Esto se logra con distintas tecnologías de telecomunicaciones ubicadas en el centro de control operacional e instaladas en todo el sistema.

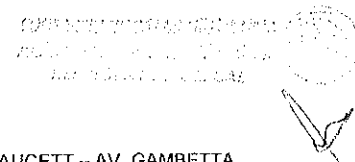
Mediante un CCTV puede observar el flujo de pasajeros entre las estaciones y a través de las puertas del tren con especial atención a personas discapacitadas; en caso de ser necesario, administrará la multitud en coordinación con el operador de tráfico (cuando hay una permanencia extendida en estaciones específicas) e incluso administrará emergencias entre las estaciones y a bordo para asegurar que nada amenace la seguridad del pasajero.

Mediante características de radio/teléfono el operador PIS responderá a la solicitud de información y a llamadas de emergencia desde los puntos de llamada, llamadas directas por personal autorizado del metro, comunicaciones de radio en general del personal ubicado a lo largo de la línea y en las estaciones.

El operador PIS responderá a llamadas de radio del personal a bordo de los trenes y otro personal y trabajará en coordinación con distintos Supervisores de estación; generalmente el operador PIS no estará en posición de respaldar los deberes del supervisor de estación; sin embargo, tendrá la posibilidad de monitorear mediante CCTV las áreas de la estación (boleterías) en caso de una ausencia temporal del Supervisor de estación de su posición.

Equipo de escritorio del OPERADOR

- ✓ 1 monitores de sistema de telecomunicación (24")





006233

- ✓ 1 monitores de sistema de administración de seguridad (24")
- ✓ 1 monitor de radio (24")
- ✓ 1 monitor de estación de trabajo integrada (24")
- ✓ 1 teclado + ratón
- ✓ 1 radio portátil
- ✓ 1 teléfono IP
- ✓ 1 interfono de emergencia
- ✓ 1 botón de emergencia
- ✓ 1 micrófono de escritorio
- ✓ 1 conjunto de auriculares de radio

1.8 DISEÑO DEL PUESTO CENTRAL

La siguiente sección describe el diseño del puesto central de la Línea 2 y la Línea 4 del metro Lima.

1.8.1 Diseño del Puesto Central de la Línea 2

Operadores de la línea 2

- ✓ 1 operador supervisor
- ✓ 1 operador SCADA
- ✓ 2 operador PS&I
- ✓ 2 operadores de tráfico
- ✓ 1 operador de mantenimiento

Figura 2 y la figura 3 en el apéndice de los documentos muestra Plan y Secciones de la Sala de Operación y Mantenimiento de la Línea 2.

1.8.2 Diseño del Puesto Central Ramal Línea 4

Operadores de la línea 4:

- 1 operador supervisor
- 1 operador SCADA
- 1 operador PS&I
- 1 operadores de tráfico
- 1 operador de mantenimiento

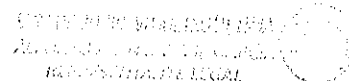


Figura 4 y figura 5 en el apéndice de los documentos muestra Plan y Secciones de la Sala de Operación y Mantenimiento de la Línea 4.

1.9 DESCRIPCIÓN DEL ESCRITORIO DE LOS OPERADORES

1.9.1 Requisitos de Diseño de la Estación de Trabajo

La posición de cada componente y dispositivo en el escritorio le otorga al operador un fácil acceso a los mismos sin perder el control de la situación actual que se observa en el monitor. Por esta razón se han minimizado los movimientos del operador.

Se le garantiza la libertad de movimiento al operador, permitiéndole ver y operar el equipo dentro de un área alrededor de la "posición teóricamente basada" usada por estudios ergonómicos, y que muestra una compatibilidad entre los ángulos visuales del operador, lo requerido para ver las terminales de video dentro de su competencia, y lo requerido por el requisito de "buena visibilidad".

El plano de trabajo se forma para permitir un soporte cómodo de los brazos durante el uso del equipo y la consulta fácil de los documentos en papel.

No hay proyecciones y/o bordes filosos.

Los elementos accesorios no interfieren con el personal que camina. Los contenedores del equipo permiten un mantenimiento rápido del mismo, sin afectar la funcionalidad del sistema. Hay sistemas de administración y distribución adecuados para la energía eléctrica mediante paneles de energía y bloques terminales. Estos dispositivos están protegidos apropiadamente.

Se proporcionan espacios para el pasaje de cables para tener una distribución racional de los cables de poder y de señales. Los cables no se encuentran expuestos, salvo en un pequeño espacio desde el plano de trabajo hasta los dispositivos (teclado, ratón).

El escritorio se ubicará en correspondencia con las rejillas de salida inferiores del sistema de aire acondicionado. El escritorio se diseñó para proporcionar un flujo de aire suficiente para mantener la temperatura interior dentro de los límites funcionales.

Todos los materiales y los sistemas de construcción se eligieron teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Seguridad del personal;
- ✓ Solidez de la construcción;
- ✓ Facilidad de uso e instalación del equipo;
- ✓ Resistencia al desgaste de los materiales;
- ✓ Facilidad de limpieza y mantenimiento.

1.9.2 Características de Construcción

Todos los sectores tienen el mismo tamaño y se caracterizan por la presencia del plano de trabajo y un conjunto de contenedores debajo, con la misma cantidad que la de los sectores.

La estructura de soporte de los sectores está hecha de hojas de metal dobladas. Esta estructura puede soportar el peso de todo el equipo y del plano de trabajo.

A la mesa de trabajo la soporta una hoja de metal doblada a la que se fija un plano superior hecho de material sintético, mezcla de mineral natural y polímero acrílico puro.

A las estructuras las acompañan los pernos de fijación apropiados que se pueden retirar, de ser necesario, para ahorrar espacio durante el embalaje y la entrega.

Los paneles laterales están hechos de hojas de metal pintadas que pueden montarse y desmontarse con facilidad. Esta solución asegura una fácil inspección y un fácil acceso en caso de intervención y mantenimiento. Los tornillos ocultos se cubren con tapas de plástico adecuadas.

El contenedor técnico, hecho de hoja de metal prensado, puede albergar uno o varios CPU o un gabinete pequeño de distribución del suministro de energía. Mediante un panel extraíble en la parte trasera del contenedor es posible acceder a los equipos técnicos. Además, el operador puede alcanzar el gabinete de distribución del suministro de energía incluso del frente, mediante una pestaña ubicada debajo de la superficie de trabajo.

La ventilación del compartimiento del CPU está provista por orificios en la pared trasera.

El monitor se fija con soportes especiales en el escritorio. Estos soportes se fijan al plano posterior del escritorio mediante una placa a la que se fija una columna de metal

Los ataques permiten acomodar el monitor según la norma internacional Video Electronics Standards Association (VESA) y luego ataques de 100 x 100 mm.

La columna es de aluminio extrudido, aluminio anodizado, mientras los brazos son de aluminio fundido con tratamiento de enchapado en acero en la parte superior.



006235

Cada brazo puede acercar un monitor con un peso de hasta 9,1 kg. que consistirá de dos partes articuladas y que se pueden doblar para reducir el grosor general. El brazo tiene una longitud de extensión completa de alrededor 430 mm y permite la ubicación a una distancia intermedia. La parte inferior de cada brazo tiene una forma adecuada y soluciones preparadas con abrazaderas para albergar cables eléctricos y datos.

La placa de fijación esta preparada con el ataque y se puede soltar rápidamente, sin usar herramientas. La placa es capaz de rotar 165 ° en dirección vertical, 180 ° horizontalmente y 360 ° para cambiar la vista horizontal y vertical del monitor.

Todas las piezas de metal de cada sector están pintadas y todos los tornillos y pernos están hechos de acero inoxidable.

Las bisagras, las guías y las partes móviles se diseñaron para asegurar un nivel adecuado de confiabilidad.

Figura 6 y figura 7 en el apéndice de los documentos muestra la Estación de trabajo estándar

1.9.3 Ergonomía

El diseño del ICC debe cumplir con el proceso definido en la norma internacional ISO 11064 e incluir las fases A a D descritas en ISO 11064.

Se asume que la carga de trabajo para los operadores consiste en actividades de control realizadas utilizando la estación de trabajo y los monitores. Las características del personal involucrado en las actividades de la Sala de control influenciarán el proyecto del escritorio del Controlador. Por lo tanto, el diseño del lugar de trabajo se ha realizado mediante un análisis de la geometría visual.

El campo visual considerado tiene una distancia angular de 35° debajo del plano horizontal delante de los ojos del operador. El cono óptico de los monitores, que tiene una apertura máxima de 15° respecto al normal de la pantalla frente a los ojos del operador, y se respeta horizontal y verticalmente, según la UNI EN ISO 11064-4.

La visibilidad de las pantallas grandes para los operadores ubicados en la segunda y la tercera fila se garantiza para cada porción de altura del operador.

La UNI EN ISO 11064-4 también define el espacio necesario para las piernas bajo la superficie de trabajo y, considerando los requisitos más rigurosos de la especificación dada, el diseño de la estación de trabajo puede proporcionar una profundidad de 70 cm. debajo de la superficie de trabajo y una distancia mínima de 20 cm. del asiento con respecto al borde inferior de la superficie de trabajo, y una altura variable por sesión de entre 42 a 50 cm. desde el suelo.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO

1.9.4 Requisito HMI

El dispositivo instalado en el escritorio permite el uso de distintos sistemas operativos. Los diferentes análisis se han desarrollado para permitirle al operador ver toda la información proyectada en pantallas grandes.


Considerando los diseños actuales de las salas de control y los requisitos del equipo de trabajo, visitantes, movilidad de usuarios y provisión de información de asistencia secundaria, puede ser apropiada una combinación de una pantalla fuera de la estación de trabajo y una pantalla general dedicada.

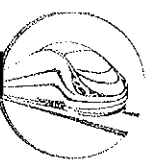
Gracias a la combinación de las pantallas, la Sala de control presentará las siguientes ventajas:

- Permite la visión desde múltiples ubicaciones;
- Oportunidad de presentar elementos geográficamente distribuidos en una cantidad de pantallas grandes. Un operador también puede ver regiones adyacentes;
- Asistencia de trabajo en equipo y coordinación

- Baja posibilidad de vistas obstruidas de la vista general;
- Más flexibilidad para la disposición de la sala de control (ver ISO 11064/3)
- Los operadores podrán adaptar el escritorio a sus características personales manteniendo la habilidad de ver correctamente los monitores de 24" y las pantallas grandes comunes a todas las estaciones de trabajo.

Figura 8 y figura 9 en el apéndice de los documentos muestra muestra una vista tridimensional de la sala de control y el banco.

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
AGENCIACIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
INTERNACIONAL 



006237

1.10 REQUISITOS DE SONIDO PRELIMINARES

Para determinar el nivel acústico de la sala, se procesarán los parámetros significativos con normas técnicas específicas como por ejemplo la ISO 3382 – parte 1 (2009).

La calidad de la inteligibilidad del discurso en una sala de control es satisfactoria si tiene un nivel de energía lo suficientemente alto y uniforme, que permita que todos los oyentes potenciales puedan escuchar y entender el bip.

Durante la fase de diseño las características correctas de ruido de la sala se analizarán mediante las propiedades acústicas de los materiales, las fuentes de sonido y los receptores.

Las terminaciones de la sala de control (materiales que reduzcan el ruido en el piso, paredes y techos) proporcionarán un valor de tiempo de repercusión debajo del ideal.

En la sala habrá un piso elevado con terminación de linóleo, que sea respetuoso con el ambiente y de material reciclable, y que asegure un nivel confiable de amortiguación del sonido al caminar.

La cubierta de la pared se hará con paneles absorbentes del sonido (el coeficiente de absorción es de 0,6 entre 1000 + 2000Hz).

El ruido en la zona del operador no debe exceder el valor de dB(A) según la norma aplicable.

El valor no debe cambiarse debido a una fuente de ruido externa como por ejemplo en el sistema de iluminación, el aire acondicionado, etc.

El diseño incluye todos los elementos, su posición y orientación, que puede ser importante en términos de propagación del sonido. Los diferentes componentes del diseño se combinan con las características acústicas de los materiales.

Cada material tiene un coeficiente de absorción y un índice de aislamiento del sonido, que cambia en función de las frecuencias del sonido que se invierte en ellos.

Está claro que, una vez que se produjo un modelo confiable, lo más representativo posible del contexto, se analizará cualquier cambio, tal como la introducción de otros materiales o la modificación de las fuentes de sonido, o su posición, para predecir como afectarán estos cambios el campo de sonido.

1.11 REQUISITOS PRELIMINARES DE ILUMINACIÓN

La iluminación en el lugar de trabajo es una combinación de luz natural y artificial.

La percepción de comodidad en la cantidad de luz también depende en los factores y hábitos relacionados a una actividad particular.

Para el centro de control, donde solo hay actividad de computadoras, es necesario ajustar la iluminación natural y artificial.

En la sala de control los operadores deben tener una percepción continua del ambiente externo, para ver el clima y una vista del cielo. Todas las ventanas estarán equipadas con persianas de doble rollo, para tener la posibilidad de ajustar el brillo y de reducir la radiación UVA. Se aplicará un film en la cara externa de las ventanas para reducir el brillo en las pantallas del operador.

Para obtener una comodidad visual estándar combinada con un valor altamente estético y funcional, se usarán reflectores con montaje integrado, con fuente LED, que sea de 27W y color 4000 K (blanco neutral) con emisión óptica amplia "Flud". Estos dispositivos son regulables con una unidad especial para establecer escenas de iluminación que sirvan a las diferentes necesidades.

En el plano de trabajo se proporcionará un nivel de iluminación de hasta 500 lux de promedio.

En el establecimiento de la sala, las lámparas usadas son de tal forma que aseguran un nivel de brillo UGR (Tasa de brillo unificada) menor a 10. La UGR es el índice unificado internacionalmente desarrollado por CIE - Commission International de l'Eclairage - para la

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
Administración de Operaciones del METRO
REPÚBLICA PERUANA





006238

determinación de la relación directa a cada aplicación específica. Se introdujo por la norma para la iluminación interior UNI EN 12464-1.

PROYECTO DE CONCESIÓN
DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA



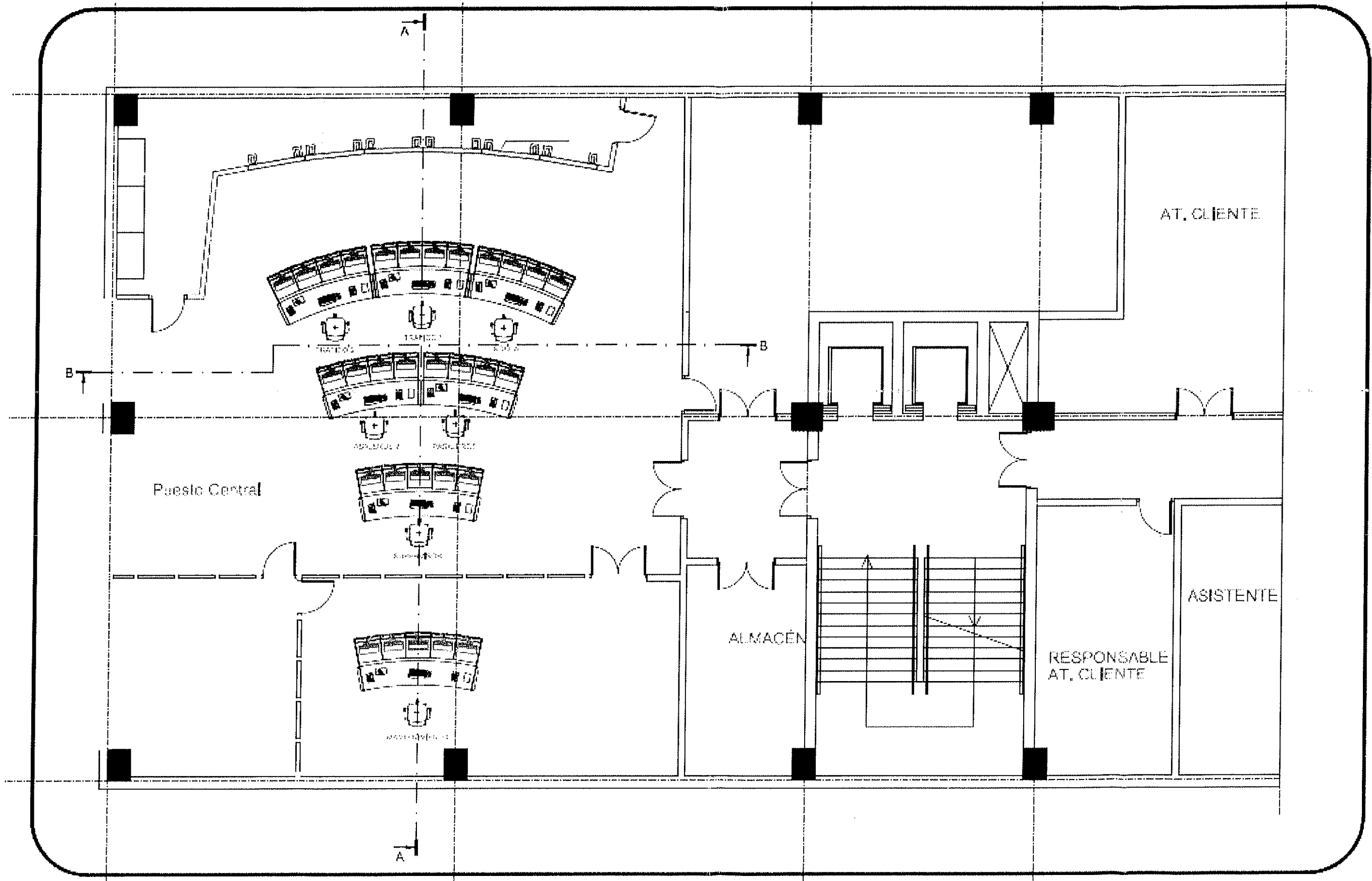
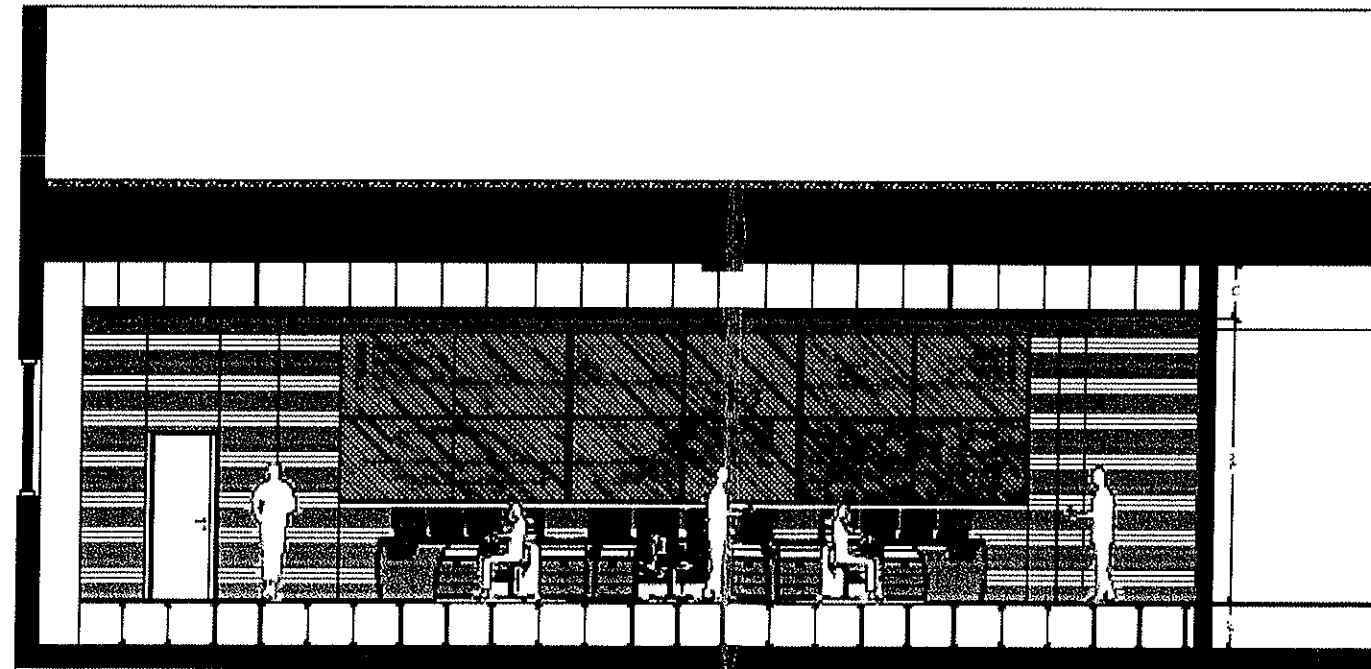
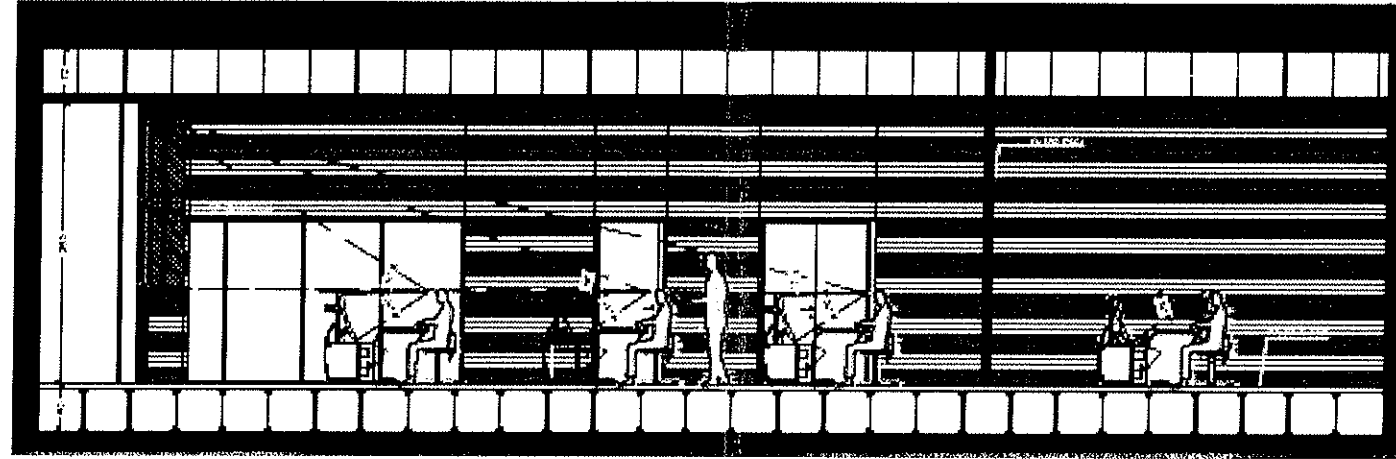


Figura 2 : Planes del Puesto Central de Línea 2



CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA
INGENIERIA CIVIL

X

Figura 3 : Secciones del Puesto Central de Linea 2

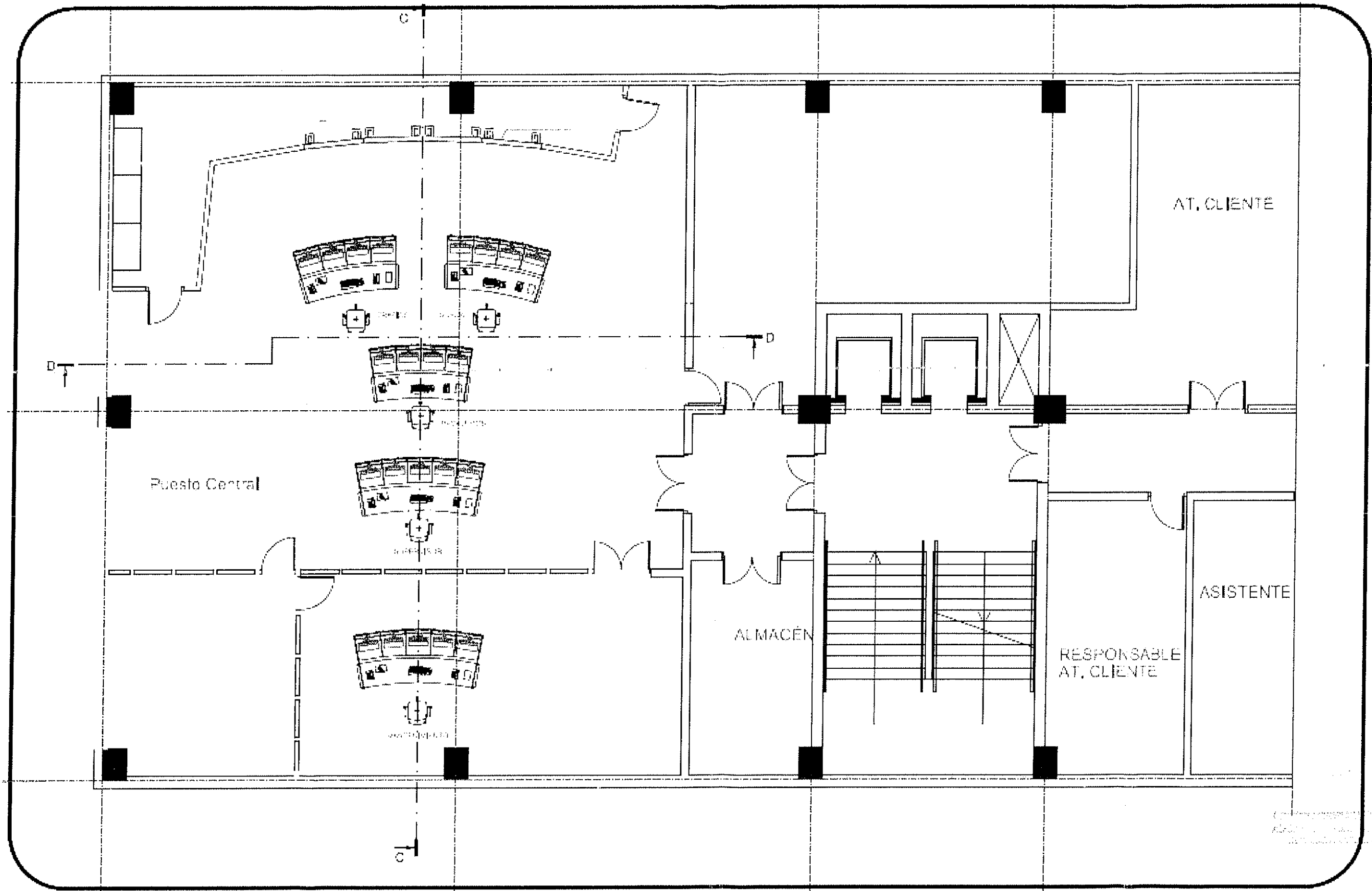
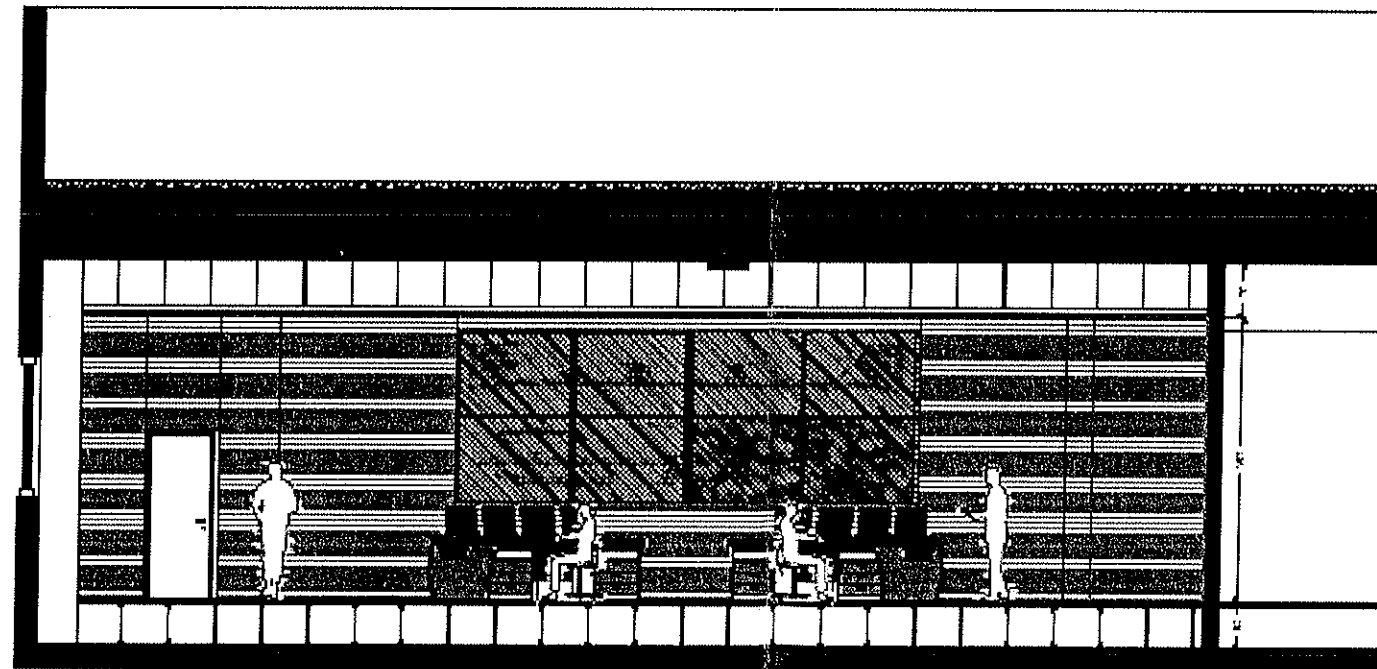
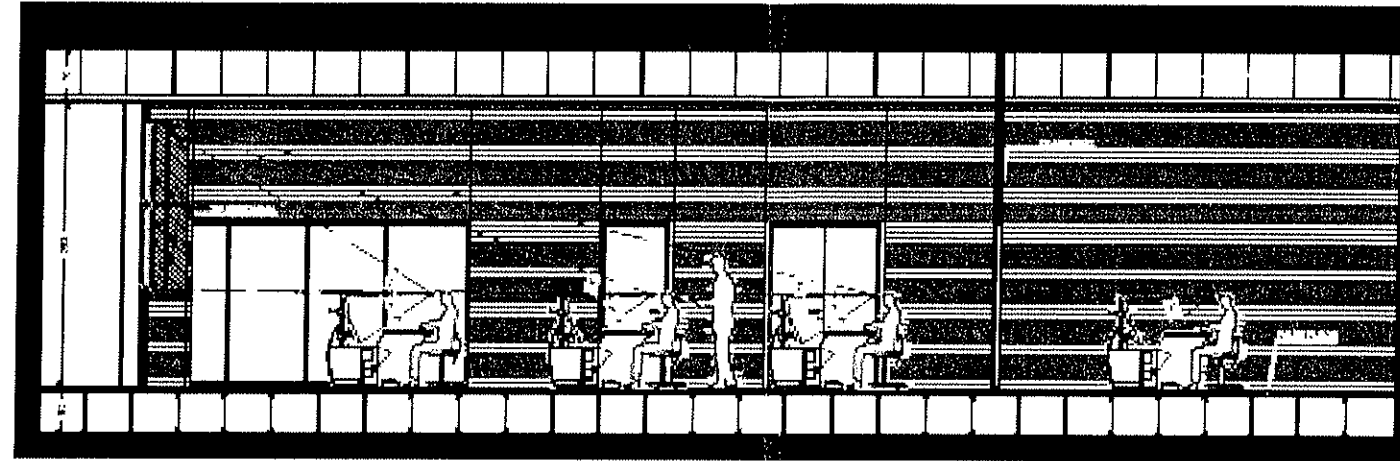


Figura 4 : Planes del Puesto Central de Linea 4



Proyecto de Inversión Privada
Para el Metro de Lima y Callao
REPUBLICA DEL PERU

Figura 5 : Secciones del Puesto Central de Linea 4

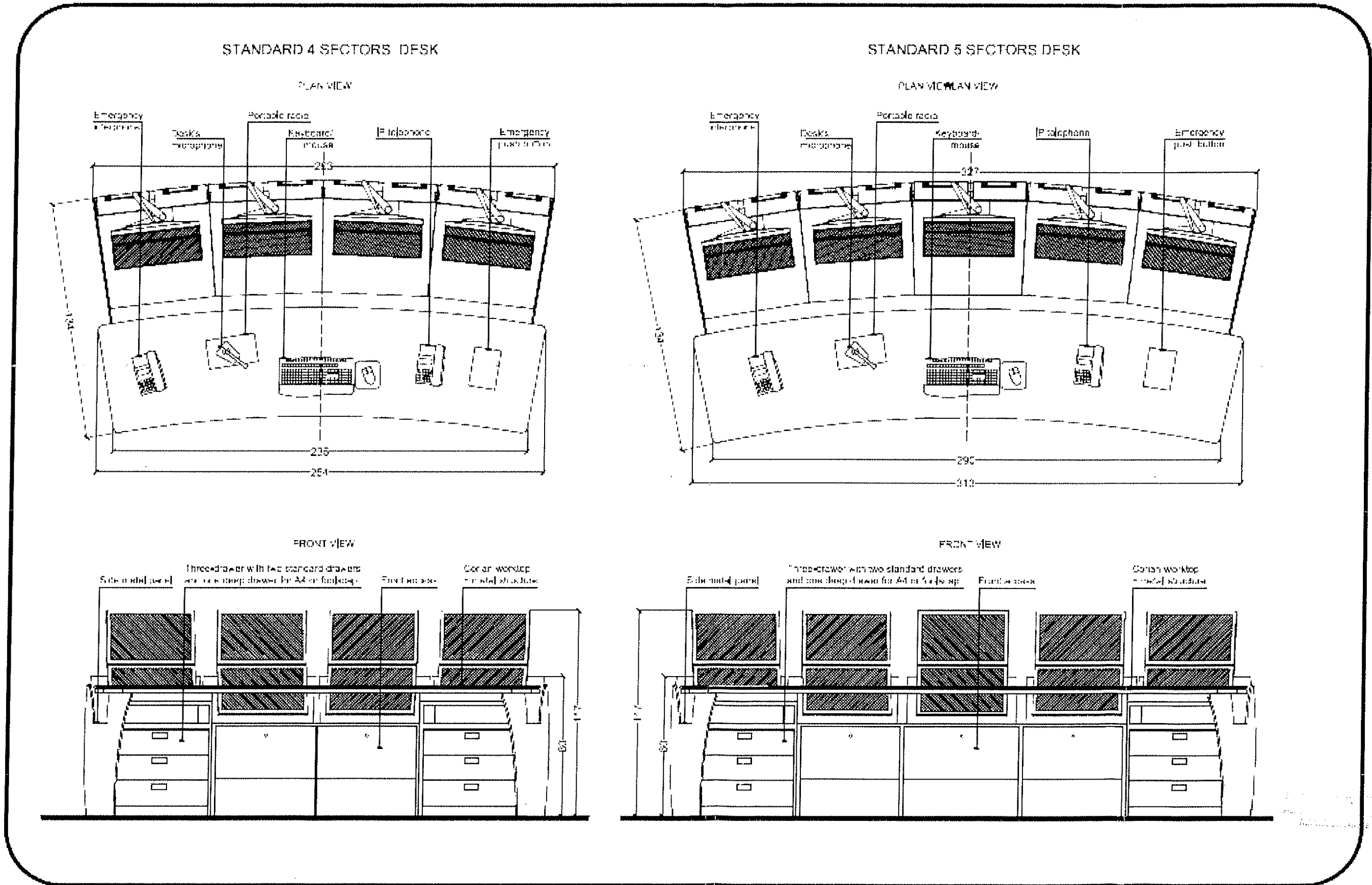
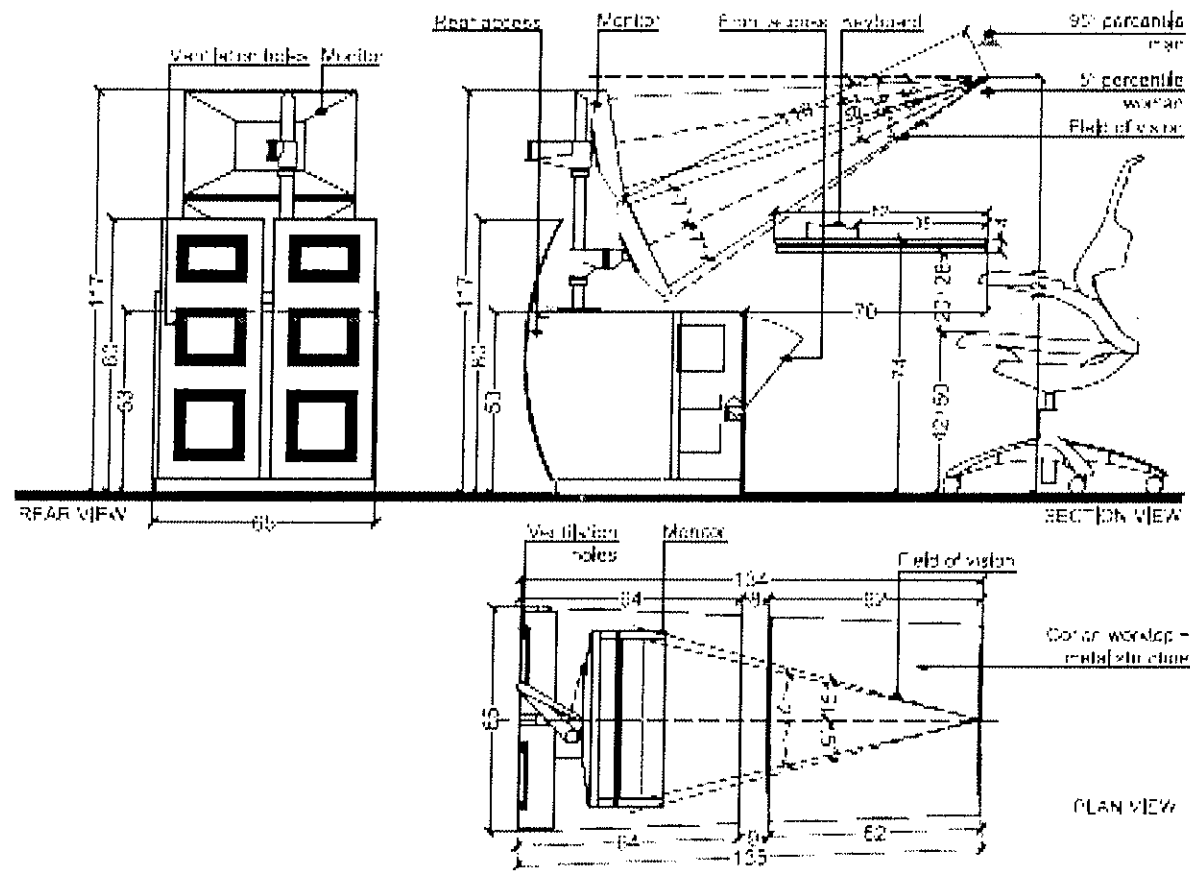
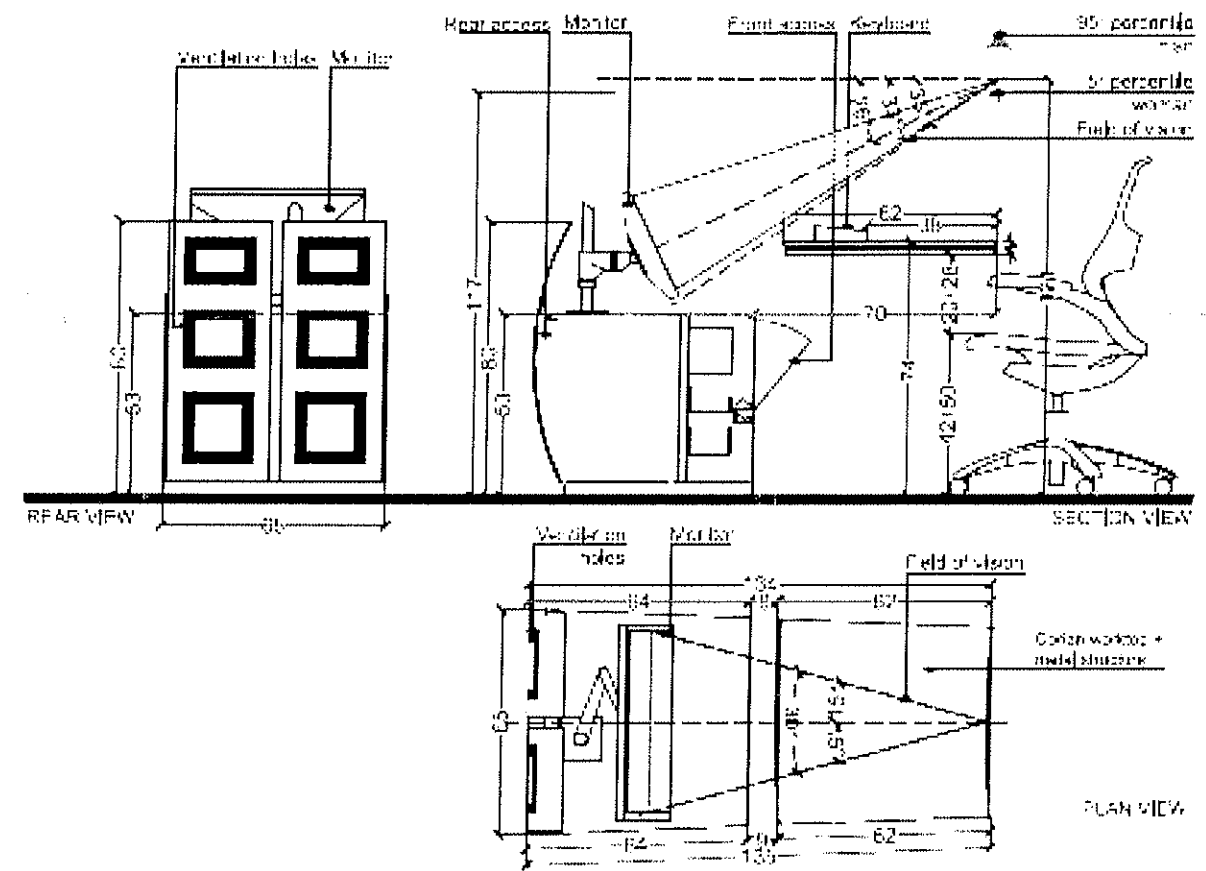


Figura 6 : diseño del puesto operador



SECTOR WITH DOUBLE MONITOR

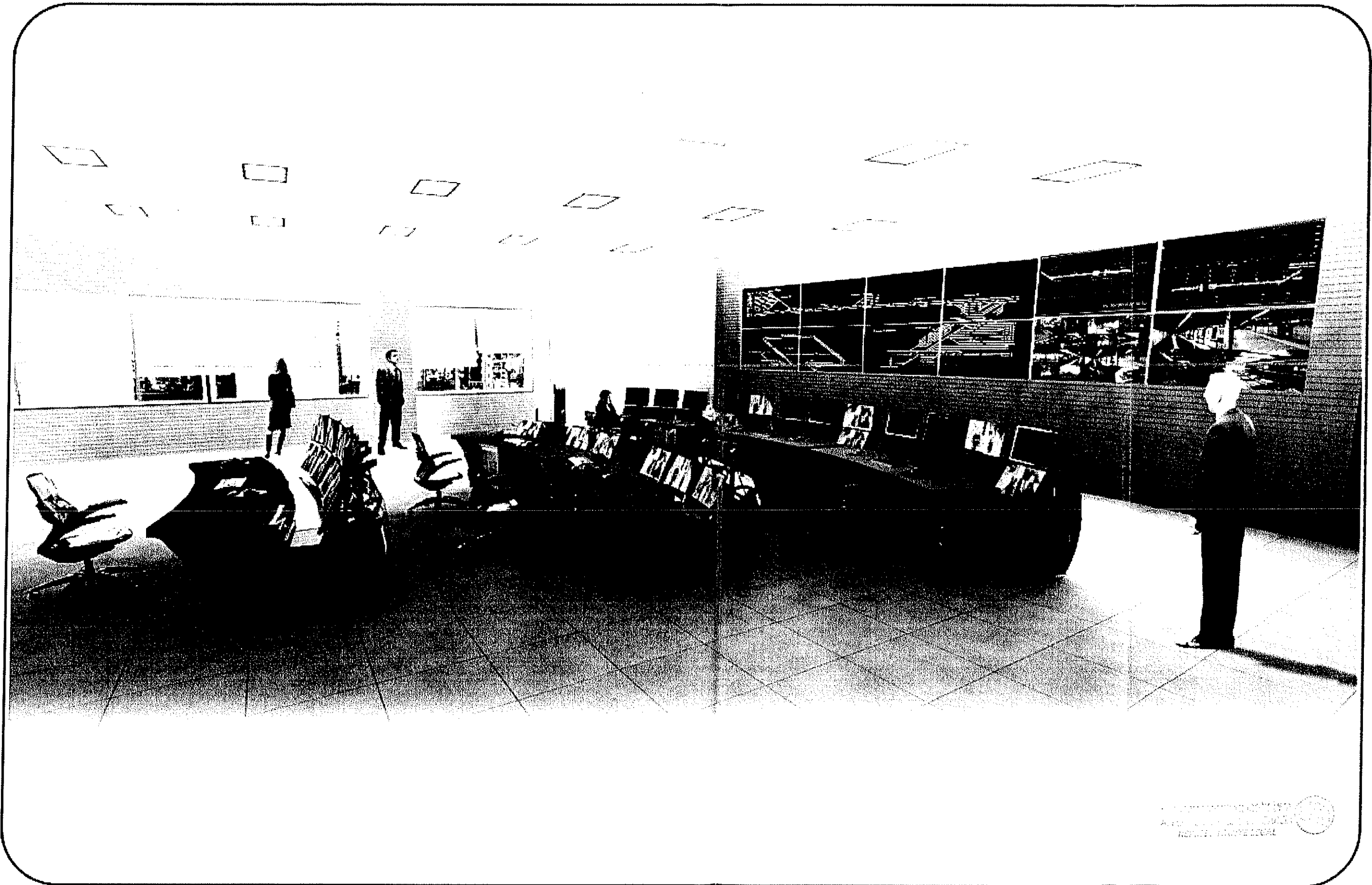


SECTOR WITH SINGLE MONITOR

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
PROYECTO DE LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA
DE LA RED BASICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO

[Handwritten signature]

Figura 7 : diseño del puesto operador y vistas ergonómicas



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
RESOLUCIÓN FOMENTO 15000



Figura 8 : rendering

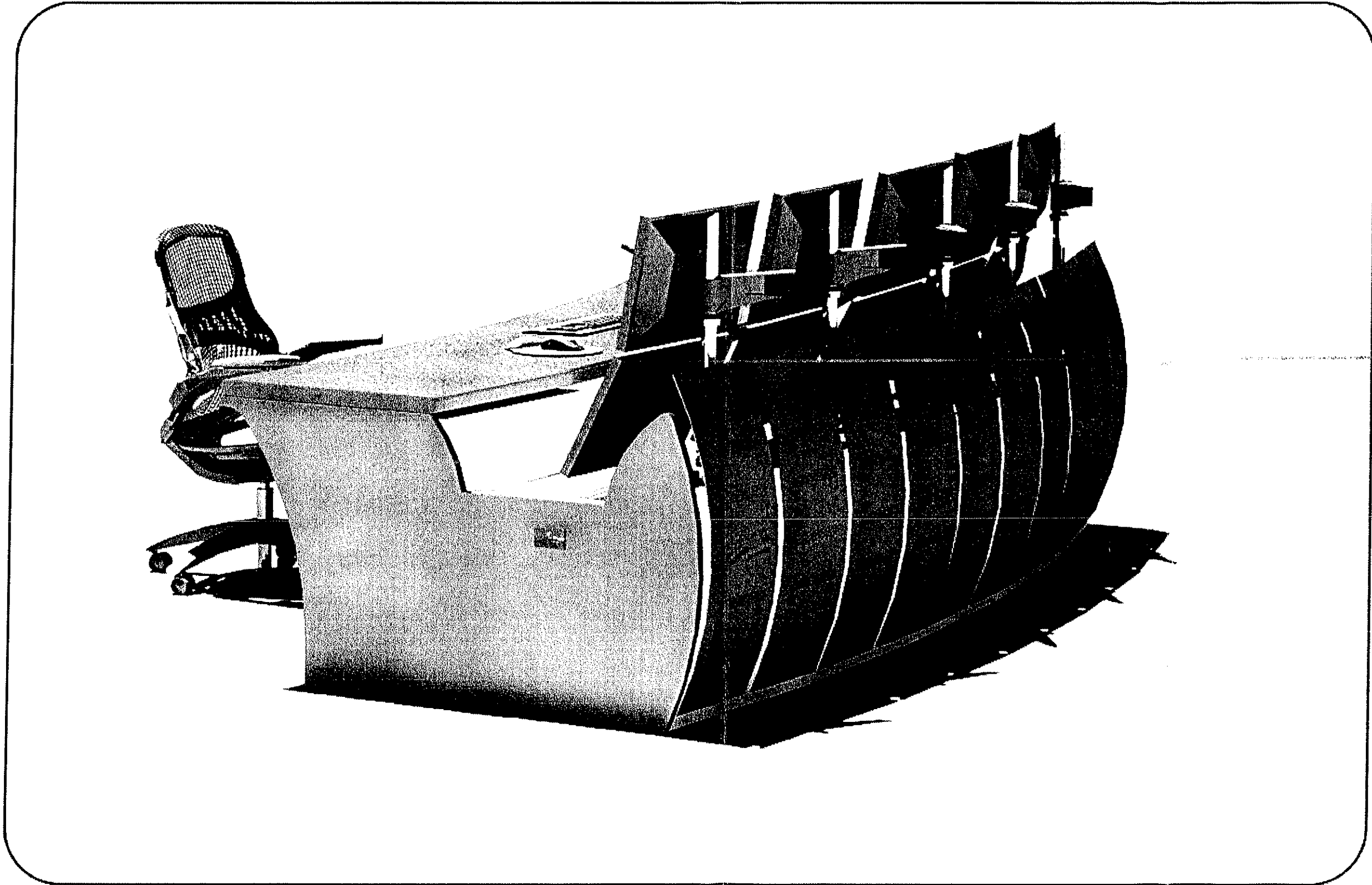


Figura 9 : rendering


CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

006247

C.1.2	C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.9) PLAN PRELIMINAR DE RAMS DEL SISTEMA


 MINISTERIO DE TRANSPORTES
 DIRECCIÓN GENERAL DE INVERSIÓN PRIVADA

Pagina 1

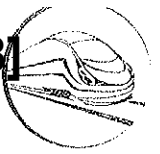


1 PLAN PRELIMINAR DE RAMS DEL SISTEMA	5
1.1 OBJETIVO	5
1.1.1 PROPÓSITO Y APLICABILIDAD	5
1.1.2 DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	6
1.1.2.1 DOCUMENTOS DEL EMPLEADOR	6
1.1.2.2 Normas	6
1.1.3 Términos, Acrónimos y Abreviaturas	7
1.1.3.1 Términos	7
1.1.3.2 Acrónimos y abreviaturas	8
1.1.4 Descripción de los cambios de la revisión anterior.....	9
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	10
1.2.1 Objetivo del trabajo.....	11
1.3 SISTEMA DE GESTIÓN RAMS	13
1.3.1 Organización de las actividades de RAMS	13
1.3.2 Gestión del proyecto.....	13
1.4 REQUISITOS DE RAM.....	16
1.4.1 Perfil de la misión.....	16
1.4.2 Índices a nivel de servicio	16
1.4.2.1 Definición de Disponibilidad del servicio	17
1.4.2.2 Objetivo de la disponibilidad del servicio	17
1.4.2.3 Penalidades en la disponibilidad del servicio	17
1.4.2.4 Definición de regularidad del servicio.....	17
1.4.2.5 Objetivo de la regularidad del servicio.....	18
1.4.2.6 Penalidades en la regularidad del servicio	18
1.4.3 Requisitos RAM de los Sub-sistemas.....	18
1.4.3.1 Sistema de Automatización Integrado	19
1.4.3.2 Sistema de Señalización	19
1.4.3.3 Sistema de telecomunicaciones	19
1.4.3.4 Sistema de Puertas de Andén.....	19
1.4.3.5 Recolección automática de tarifas (AFC).....	19
1.4.3.6 SCADA – Sub-sistema de control de seguridad y adquisición de datos	20
1.5 ACTIVIDADES RAM	21
1.5.1 metodología de evaluación de RAM	21
1.5.2 Programa RAM	21
1.5.3 Ciclos de vida del proyecto	22
1.5.3.1 Fase de diseño	23
1.5.3.1.1 Definición de misión de los sub-sistemas y perfil de misión.....	23
1.5.3.1.2 Análisis del desglose del sistema	23
1.5.3.1.3 Análisis funcional.....	23
1.5.3.1.4 Recopilación de datos.....	24
1.5.3.1.5 Predicciones preliminares de RAM	24
1.5.3.1.6 Análisis FMECA.....	24

1.9.1.1.2	Análisis preliminar de los peligros del sistema y asignación de SIL	46
1.9.1.1.3	Revisiones de la seguridad del sistema	47
1.9.1.1.4	Gestión y registro de peligros del sistema (SHML)	48
1.9.1.1.5	Estudio de seguridad del sistema	49
1.9.1.2	Fase de fabricación, construcción e instalación	49
1.9.1.2.1	Concepto de evacuación de emergencia	49
1.9.1.2.2	Actividades de inspección y verificación del sistema	50
1.9.1.2.3	Plan de pruebas del sistema	50
1.9.1.3	Pruebas y puesta en marcha	51
1.9.1.3.1	Informes de las pruebas del sistema	51
1.9.1.3.2	Estudio de seguridad del sistema	51
1.9.2	Actividades relacionadas con la seguridad de los sub-sistemas	52
1.9.2.1	Diseño	52
1.9.2.1.1	Plan de seguridad de los sub-sistemas	52
1.9.2.1.2	Análisis y registro de peligros de los sub-sistemas	52
1.9.2.1.3	Estudio de seguridad de los sub-sistemas	53
1.9.2.2	Fase de fabricación, construcción e instalación	54
1.9.2.2.1	Actividades de inspección y verificación de los sub-sistemas	54
1.9.2.2.2	Plan de pruebas de los sub-sistemas	55
1.9.2.3	Pruebas y puesta en marcha	55
1.9.2.3.1	Informes de pruebas de los sub-sistemas	55
1.9.2.3.2	Estudio de seguridad de los sub-sistemas	56
1.9.3	resumen de los documentos finales sobre la seguridad del sistema y los sub-sistemas	56

[Faint signature and stamp]





1 PLAN PRELIMINAR DE RAMS DEL SISTEMA

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Propósito y aplicabilidad

El propósito de este documento es describir las actividades de Confiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad (RAMS) (Reliability, Availability, Maintainability and Safety, RAMS) tanto a nivel directivo como técnico, que llevará a cabo el **Equipo de RAMS del Consorcio SPV (Entidad con fines específicos)** (a partir de aquí Equipo de RAMS) y proveedores tercerizados, a lo largo de las fases del ciclo de vida del proyecto para garantizar que el Sistema ferroviario de transporte del proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambeta cumpla las características de RAMS necesarias.

Aquí se describe el sistema de gestión de RAMS del proyecto, las actividades de RAMS previstas para cada fase de desarrollo del proyecto y la documentación relacionada.

En especial, este documento proporciona:

- La descripción del sistema de gestión de RAMS;
- Los requisitos y las metodologías de RAM;
- El programa RAM relacionado con el ciclo de vida del proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambeta;
- Los requisitos y las metodologías de seguridad;
- El programa de seguridad relacionado con el ciclo de vida del proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambeta;

En este documento se describen los procedimientos, las herramientas y el tiempo programado previsto para implementar el Plan RAMS a fin de garantizar el cumplimiento de los requisitos de RAMS.

Este documento se prepara:

- en la fase de licitación del proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambeta, según los requisitos, las guías y los modelos proporcionados en la documentación de licitación presentada en §1.1;
- según las normas EN 50126, EN 50129, EN 50128, EN 61508 (Ref.1.1.2.2).

El contenido de este documento se aplica a las actividades del sistema RAMS que llevará a cabo el Equipo de RAMS para el proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambeta del Metro de Lima y Callao.

16/11/2014 10:00 AM
PUNTO DE ENTREGA
MATERIALES



1.1.2 Documentos de Referencia

1.1.2.1 Documentos del empleador

- [R.1] Versión Final- Contrato de concesión - Concurso de proyectos integrales para la entrega en concesión del proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la red básica del Metro de Lima y Callao"
- [R.2] Anexo 6 Especificaciones técnicas básicas
- [R.3] Anexo 7 Niveles de servicio

1.1.2.2 Normas

- [S.1] EN 50126-1:1999, Railway Applications – The Specification and Demonstration of Reliability, Availability Maintainability and Safety (RAMS)
- [S.2] EN 50126-2:2007, Railway Applications – The Specification and Demonstration of Reliability, Availability Maintainability and Safety (RAMS), Part 2: Guide to the application of EN 50126-1 for Safety
- [S.3] EN 50128:2011, Railway Applications: Communication, Signalling and Processing Systems – Software for Railway Control and Protection Systems
- [S.4] EN 50129:2003, Railway Applications – Safety Related Electronic Systems for Signalling
- [S.5] CNET, RDF93, Handbook of Reliability Data for Electronic Component);
- [S.6] EN 61508 Functional safety of electrical /electronic/ programmable electronic safety-related systems
- [S.7] IEC 62267, Railway applications – Automated urban guidedtransport (AUGT) – Safety Requirements
- [S.8] IEC 62290, Railway applications – Urban guided transport management and command/control systems

[Faint, illegible text or stamp]

1.1.3 Términos, Acrónimos y Abreviaturas

1.1.3.1 Términos

Disponibilidad	La capacidad que tiene un producto de estar en un estado para llevar a cabo una función determinada en ciertas condiciones en un determinado momento o a lo largo de un intervalo de tiempo siempre que se proporcionen los recursos externos necesarios.
Mantenimiento correctivo	El mantenimiento realizado luego de la detección de una falla con la intención de poner un producto en un estado en el que pueda realizar una función determinada.
Empleador	Es el Estado de la República de Perú, que actúa en representación del Ministerio de Transporte y Comunicaciones
Peligro	Una situación física con potencial de daño para el ser humano.
Perfil de la misión	Es la descripción periódica de los eventos y los entornos de las experiencias de un elemento desde el comienzo hasta el final de una misión determinada, para incluir el criterio para el éxito de la misión o las fallas críticas.
Mantenibilidad	La probabilidad de que una determinada acción de mantenimiento activa de un elemento en determinadas condiciones de uso se pueda llevar a cabo dentro de un tiempo especificado cuando el mantenimiento se realiza en condiciones especificadas y por medio de procedimientos y recursos definidos.
Mantenimiento preventivo	El mantenimiento realizado en intervalos predeterminados o según criterios prescritos y con la intención de reducir la probabilidad de fallo o la degradación del funcionamiento de un elemento.
Confiabilidad	La probabilidad de completar las funciones anticipadas de un componente según un criterio prescrito dentro de un lapso especificado.
Reparación	La parte del mantenimiento correctivo en la que se realizan acciones manuales en el elemento.
Restauración	El evento cuando un elemento recupera su capacidad para llevar a cabo una función determinada luego de que sufre una falla.
Análisis de peligros	Para analizar los peligros relacionados con la integración y la interconexión entre diferentes sistemas y entre diferentes sub-sistemas del sistema.
Seguridad	Inexistencia de niveles de riesgo inaceptables.



A*



006255

LRU	Unidad reemplazable en línea
MTBF	Tiempo medio entre fallos
MTTR	Tiempo medio de reparación
OCC	Centro de control de operaciones
O&M	Funcionamiento y mantenimiento
PSD	Puertas de andén
PS	Suministro eléctrico
QRA	Análisis cuantitativo de riesgos
RAM	Confiabilidad Disponibilidad Mantenibilidad
RAMS	Confiabilidad Disponibilidad Mantenibilidad Seguridad
RBD	Diagrama de bloques de confiabilidad
RS	Material rodante
SCADA	Control de seguridad y adquisición de datos
SIL	Nivel de integridad de seguridad
SPV	Entidad con fines específicos
SRA	Aplicación relacionada con la seguridad
SRACs	Condiciones de aplicación relacionadas con la seguridad
TLC	Telecomunicaciones
TP	Potencia de tracción
TS	Sistema de transporte
V&V	Verificación y validación
V_e	Viajes Diarios unitarios Efectuados
V_p	Viajes Diarios unitarios Programados

1.1.4 Descripción de los cambios de la revisión anterior

Esta es la primera revisión del documento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
Proyecto de concesión de la línea 2 y ramal
AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE
LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO



006256

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La línea 2 de la red básica del metro de Lima y Callao, que conecta los distritos de Lima Este (Ate, Santa Anita) con los distritos del centro de Lima y Callao (eje Este-Oeste), sirve como complemento y se integra con la Línea 1 del metro de Lima (Villa El Salvador - San Juan de Lurigancho) y con la línea 1 del área metropolitana (Chorrillos - Independencia) que tiene rutas Sur-Norte.

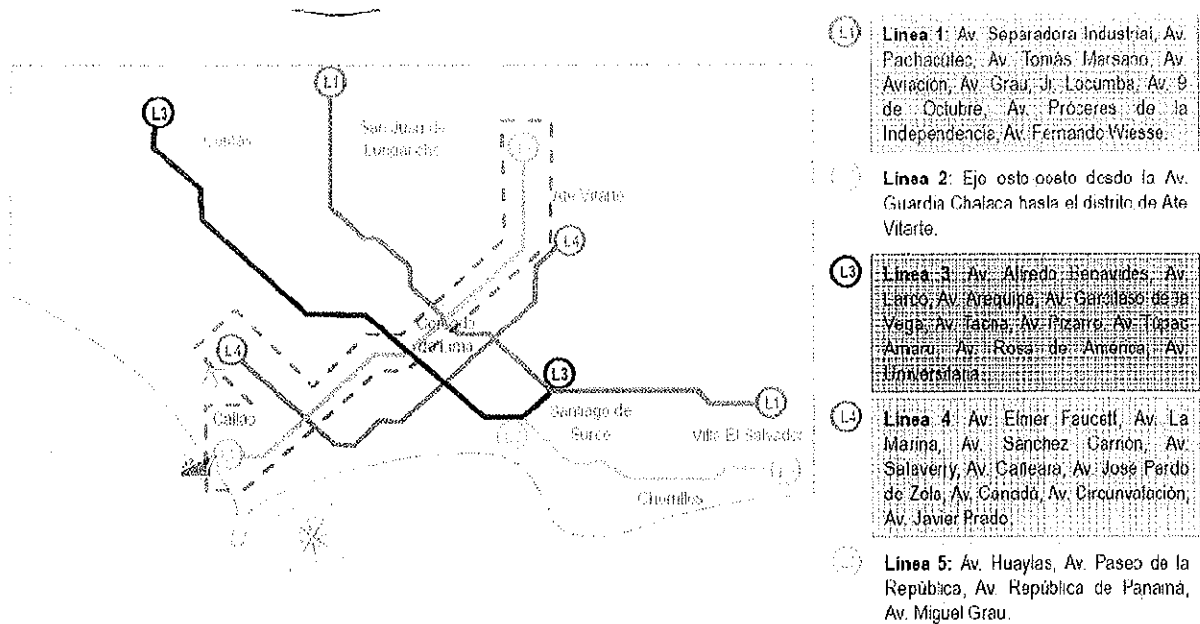


Figura 1: Descripción del proyecto – Plan pasado, presente y futuro

El Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta conecta el área de los vecindarios adyacentes al aeropuerto internacional Jorge Chávez con el sistema de transporte masivo de la ciudad, por la Av. Elmer Faucett, desde la Av. Néstor Gambetta hasta el distrito Bellavista en la provincia de Callao.

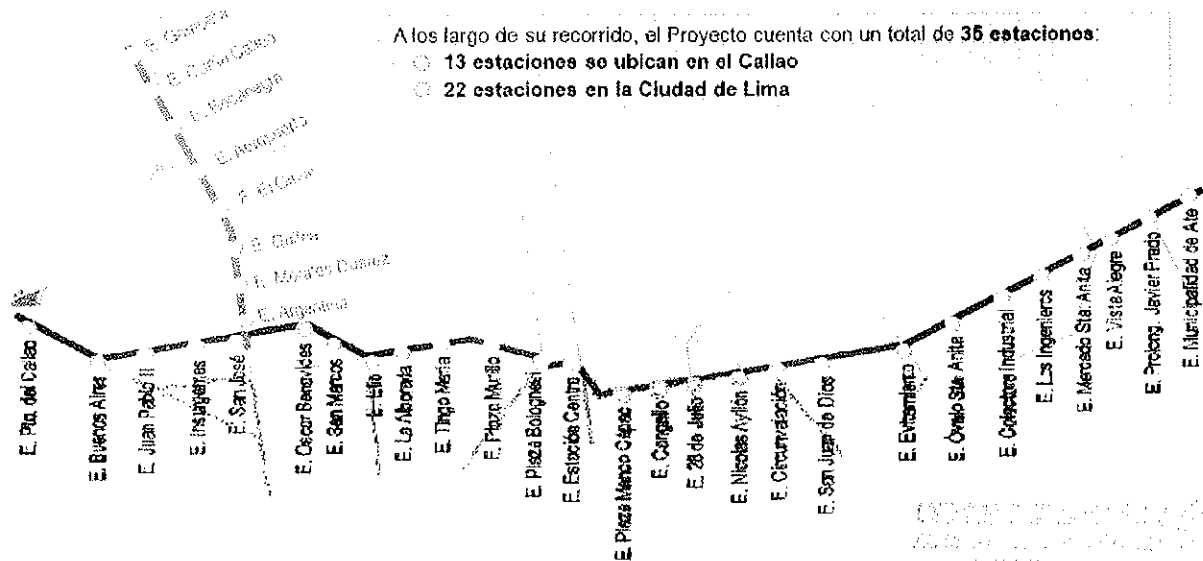


Figura 2: Descripción del proyecto: estaciones



Como se especifica en §7.1 de [R.2], el desarrollo del proyecto se ha planificado en tres (3) etapas:

- **2016:** Primera etapa A - Línea 2, aprox. 5 Km desde la estación Evitamiento hasta la estación Mercado Santa Anita;
- **2017:** Primera etapa B - Línea 2, aprox. 10 Km desde la estación Central hasta la estación Ate, y excluye la primera etapa A;
- **2019:**
 - La segunda etapa de la línea 2, aprox. 12 Km desde la estación Puerto del Callao hasta la estación Central.
 - El Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta (línea 4), recorre aproximadamente 8 Km desde la estación Gambetta hasta la estación Carmen de la Legua L4.

De acuerdo con [R.2], §3.1.3, las características principales mínimas de la línea deberán ser las siguientes:

LÍNEA 2

<i>Recorrido de la línea</i>	27 Km
<i>Cantidad de estaciones</i>	27 (2 terminales, 22 estaciones de tránsito, 3 estaciones de conexión)
<i>Desvíos</i>	3
<i>Parques-talleres</i>	1
<i>Puntos de ventilación / intervención</i>	27

LÍNEA 4

<i>Recorrido de la línea</i>	8 Km
<i>Cantidad de estaciones</i>	8 (2 terminales, 5 estaciones de tránsito, 1 estación de conexión)
<i>Parques-talleres</i>	1
<i>Puntos de ventilación / intervención</i>	7

Tabla 1: Características de las líneas 2 y 4

1.2.1 Objetivo del trabajo

El proyecto línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta, Ramal de la red básica del metro de Lima y Callao está inspirado en la tecnología totalmente automatizada y sus requisitos generales son los siguientes:

- vías totalmente reservadas y protegidas;
- trenes automatizados sin conductor (GoA4);
- vehículos equipados con ruedas de acero;
- equipo de tracción con transmisión electrónica;
- Sistema de frenado con recuperación de energía regenerativa en línea;
- Estaciones equipadas con puertas de andén;
- Comando centralizado y sistema de control de la línea, las estaciones y el servicio de funcionamiento (ATP, ATO, ATS).

El sistema de tecnología incluye los siguientes sub-sistemas (ver Figura 1):


- vías y superestructura ferroviaria;
- suministro eléctrico (PS);
- potencia de tracción (TP);
- señalización y automatización (CBTC);




- puertas de andén (PSD);
- control y cobro a pasajeros (AFC)
- telecomunicaciones y gestión centralizada (TLC);
- supervisión (SCADA);
- material rodante (RS);
- equipo de depósito/taller.

006258

Para obtener más información técnica sobre el sistema propuesto, consultar los documentos con las Propuestas Técnicas.

INSTITUTO NACIONAL DE EVALUACIÓN Y GESTIÓN
DE LA INVERSIÓN PRIVADA
REPUBLICA PERUANA 



006259

1.3 SISTEMA DE GESTIÓN RAMS

1.3.1 Organización de las actividades de RAMS

Ya que no es posible aislar los aspectos de RAMS de otros aspectos técnicos y operativos, se los integrará en la planificación, la toma de decisiones, el diseño, la adquisición, la construcción, la instalación, el funcionamiento y el mantenimiento. Los temas relacionados con RAMS se gestionarán dentro del sistema de gestión de aseguramiento descrito en esta sección.

El sistema de gestión RAMS se caracteriza por una “responsabilidad de gestión en línea”. Cada función del equipo de proyecto tiene la responsabilidad de implementar todos los aspectos de RAMS dentro de su función.

Además, el sistema de gestión RAMS garantiza que todos los aspectos RAMS se traten con la atención debida, de acuerdo con los programas de RAMS.

El sistema de gestión de RAMS desarrollará todas las actividades de RAMS necesarias a nivel de sistema de transporte y coordinará las actividades para que se desarrollen a nivel de sub-sistema.

1.3.2 Gestión del proyecto

En esta sección se describe la organización de la gestión de RAMS del proyecto línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta del metro de Lima y Callao. También se proporciona una breve descripción de las autoridades, las responsabilidades y las tareas de los elementos involucrados.

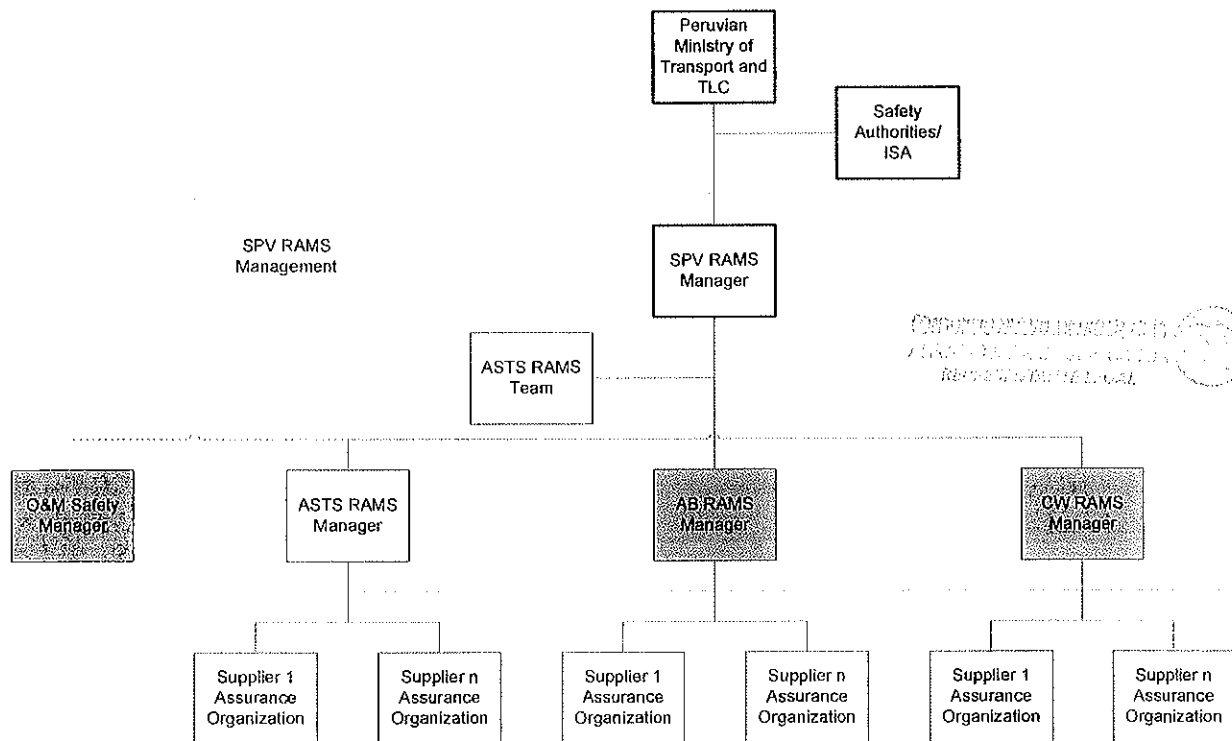


Figura 3: Organización de la gestión de RAMS

El empleador es el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones de Perú.

El Empleador designa, a su discreción, al *Evaluador independiente de seguridad* para que realice auditorías para la evaluación de la seguridad y/o revisiones técnicas, según



corresponda. Esto puede complementar las tareas de evaluación de seguridad que lleva a cabo el empleador cuando lo considera necesario. 006260

El **Director de RAMS de SPV** coordina y controla que cada compañía del consorcio SPV lleve a cabo las actividades de RAM y seguridad del sistema.

Más precisamente, el director de RAMS SPV es responsable de:

- planificar y coordinar las actividades de RAMS que debe llevar a cabo cada compañía del consorcio, con el objetivo de lograr y mantener el rendimiento de RAMS especificado en el Contrato;
- garantizar el crecimiento periódico de la seguridad del sistema conjuntamente con el Ingeniero
- seguir el proceso de aprobación de seguridad en el tiempo establecido por el Ingeniero
- aportar a tiempo, según lo requiera el Ingeniero, la información necesaria para el proceso de aprobación de seguridad
- actuar como vínculo entre la organización de la gestión de RAMS de SPV, el Empleador y las Autoridades;
- actuar como vínculo entre el funcionamiento y mantenimiento y la organización para el cumplimiento de las obras civiles;
- definir las acciones correctivas con que se pretenden eliminar los incumplimientos (si corresponden) con los requisitos RAMS;
- gestionar y controlar la correcta implementación de los programas RAM y Seguridad como lo establece el Empleador y actualizarlos de acuerdo con sus comentarios;
- examinar, con el apoyo de los directores y/o equipos de RAMS, cada tipo de cambio que podría afectar las características de RAM y seguridad de los servicios de SPV;
- participar, junto al Empleador, en las revisiones sobre seguridad, las sesiones HAZOPS y las reuniones de progreso de la seguridad, como se definen en el programa de seguridad
- participar en las auditorías previstas para los procesos de certificación en caso de que el empleador lo considere necesario.

Dicho puesto lo cubrirá personal de *Organización de Seguridad* ASTS que cumpla con las capacidades y la experiencia necesarias definidas en el contrato.

El equipo de RAMS apoya a los directores de RAMS de SPV e implementa las actividades de RAMS previstas a lo largo de las fases del ciclo de vida del proyecto. Más en detalle, el equipo de RAMS de SPV es responsable de las siguientes tareas principales:

- Preparar la documentación sobre RAM y seguridad a nivel del sistema;
- Brindar apoyo a los directores de RAMS de SPV para identificar las acciones correctivas con que se pretenden eliminar los incumplimientos (si corresponden) con los requisitos RAMS al nivel del sistema;
- Llevar a cabo inspecciones técnicas de la documentación relativa a RAM y Seguridad emitida por cada compañía del consorcio SPV;
- Implementar las actividades de RAMS de acuerdo con el programa RAM y seguridad y brindar apoyo al director de RAMS en relación con la planificación integrada.

Desde el punto de vista de la seguridad, el equipo de RAMS de SPV:

- garantizará que se tengan en cuenta y analicen todos los riesgos que afecten la seguridad del proyecto;
- verificará que durante la fase de diseño se desarrollen los objetivos de seguridad y los requisitos de seguridad identificados durante el análisis preliminar de peligros.

- identificará y analizará las posibles situaciones inseguras que se ocasionen en modo de funcionamiento normal o degradado, así como los posibles fallos que ocasionan la generación inesperada de situaciones inseguras.
- tendrá en cuenta las interconexiones del proyecto
- generará un proceso de trazabilidad entre los diferentes análisis de riesgos del proyecto a fin de garantizar la seguridad del proyecto en general
- informará al proceso de gestión cualquier modificación a fin de controlar los impactos en la seguridad de los desarrollos en los demás colaboradores

Con respecto a las relaciones con ISA, el equipo de RAMS de SPV:

- cumplirá los requisitos del Evaluador independiente de seguridad;
- dialogará directamente con ISA y siempre lo informará al Empleador;
- mantendrá regularmente reuniones sobre seguridad con ISA y el Empleador;
- responderá los comentarios que ISA haga a través de un registro de riesgos específico.

Con respecto a las relaciones con las actividades RAM, el equipo de RAMS de SPV:

- definirá requisitos de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad por medio de análisis RAM y deberá tenerlos en cuenta en el análisis de seguridad a fin de garantizar que el equipo, tal como sistemas de transmisión que participan en la implementación de las funciones de seguridad también tengan un alto nivel de confiabilidad y disponibilidad.

Con respecto a las relaciones con la calidad, el equipo de RAMS de SPV:

- definirá un sistema de gestión de calidad a fin de minimizar errores y controlar su impacto a lo largo del ciclo de vida del sistema.
- definirá requisitos de Calidad a fin de controlar la calidad del diseño y el contratista llevará a cabo actividades de seguridad tales como pruebas y verificación, de acuerdo con el programa de aseguramiento de la calidad.

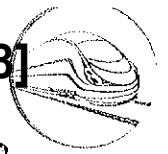
Los **directores de RAMS** de cada compañía del consorcio tienen las siguientes responsabilidades:

- planificar y coordinar las actividades de RAMS relativas a la compañía correspondiente y sus proveedores, con el objetivo de lograr y mantener el rendimiento de RAMS pertinente especificado en el contrato;
- proveer la información y el apoyo necesarios al director de RAMS de SPV;
- seguir el proceso de aprobación de seguridad en el tiempo establecido por el Empleador
- aportar a tiempo, según lo requiera el Empleador, la información necesaria para el proceso de aprobación de seguridad
- definir y tratar con el director de RAMS de SPV las acciones correctivas con que se pretenden eliminar los incumplimientos (si corresponden) con los requisitos RAMS;
- gestionar y controlar la implementación adecuada de los programas RAM y de seguridad correspondientes;
- examinar, con el apoyo del equipo de RAMS correspondiente, cada tipo de cambio que podría afectar las características de RAM y seguridad de los servicios de la compañía;
- participar en auditorías previstas para los procesos de certificación pertinentes (en caso de estar previstos).

Las **Organizaciones de aseguramiento de sub-contratistas** son responsables de cada sub-sistema de todas las actividades de gestión de RAM y seguridad a lo largo del ciclo de vida del proyecto hasta la fase de mantenimiento incluida, debido a que se relacionan con el rol de monitoreo y enlace dentro de sus áreas designadas.

Estas:

- participan en las reuniones sobre gestión de la seguridad;



006262

- participan en auditorías e inspecciones realizadas por el director de RAMS de SPV;
- monitorean y revisan todos los accidentes e incidentes dentro de su área de responsabilidad para identificar cualquier factor que pueda afectar la seguridad del diseño;
- son responsables de la aprobación de ISA de cada sub-sistema, si así lo requiere el Empleador;
- monitorean y hacen un seguimiento de las acciones correctivas relacionadas con la seguridad, incluidos comentarios del Evaluador independiente de seguridad, el Empleador o el director de RAMS de SPV.
- garantizan el cumplimiento de los requisitos de RAMS;
- revisan y avalan los cambios propuestos que podrían tener un efecto material en la seguridad del proyecto, como parte del proceso de control de cambios formal;
- mantienen comunicaciones formales e informales con el respectivo director de RAMS. Las comunicaciones formales incluyen informar en las reuniones de gestión de seguridad y notificar por escrito al director de RAMS de SPV los problemas de seguridad importantes que se hayan detectado o los cambios importantes del plan. Las comunicaciones informales incluyen el intercambio diario de información ya sea por teléfono, correo electrónico o reuniones.

1.4 REQUISITOS DE RAM

Como se especifica en §1 de [R.3], el Empleador ha establecido un conjunto de niveles mínimos para el servicio, así como índices y procedimientos de monitoreo del servicio.

Como se especifica en §2 de [R.3], el servicio debe cumplir los estándares internacionales de funcionamiento, seguridad y calidad que regulan la explotación de un ferrocarril subterráneo pesado equipado con tecnología CBTC (Control de trenes basado en comunicaciones), con un GoA4, cuyas especificaciones técnicas se detallan en [R.1].

En los siguientes capítulos, se vuelven a mencionar los requisitos RAM principales, tanto al nivel de sistema como de sub-sistema.

1.4.1 Perfil de la misión

La siguiente tabla resume el conjunto de prestaciones previstas para la línea 2 y la línea 4, con respecto a diferentes fases de activación, especificadas en el Apéndice 3 de [R.3]:

	Línea 2		Línea 4	
	2038	2047	2038	2047
Intervalo[s] de funcionamiento	90	80	240	240
Capacidad máx. de transporte [pphd]	54000	63000	18000	18000
Tamaño de la flota	57	77	9	9

Tabla 2: Prestaciones del sistema previstas para la línea 2 y la línea 4



1.4.2 Índices a nivel de servicio

Como se especifica en [R.3], para medir la calidad del servicio, se utilizarán los siguientes índices del servicio:





- Índice de disponibilidad del servicio
- Índice de regularidad del servicio

006263

Se describirán en las próximas secciones.

1.4.2.1 Definición de Disponibilidad del servicio

Como se especifica en §2.4.1-a) de [R.3], el **Índice de Disponibilidad de Servicio (D)**, expresado como porcentaje, se calculará mensualmente sacando el promedio de la relación entre los viajes diarios reales y los viajes diarios programados, medidos para cada día de funcionamiento programado en el período de medición. Este período de medición incluirá el registro de los últimos treinta (30) días de funcionamiento.

La expresión para calcular el Índice de disponibilidad de servicio (D) es la siguiente:

$$D = \frac{\sum \frac{V_e}{V_p}}{T} \times 100$$

donde:

V_e : Viajes simples diarios reales

V_p : Viajes simples diarios programados

T: Cantidad total de días de funcionamiento programados en el período de medición.

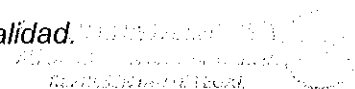
1.4.2.2 Objetivo de la disponibilidad del servicio

Como se especifica en §2.4.1-b) de [R.3], **el valor mínimo del Índice de Disponibilidad del Servicio (D_{min}) es 97% y el valor de referencia del objetivo es 98.5%. Además, el valor final del objetivo (D_d) lo definirá el Licitador en su oferta. El valor ofrecido en ningún caso será menor que el valor mínimo mencionado anteriormente.**

1.4.2.3 Penalidades en la disponibilidad del servicio

Como se especifica en § 2.4.1-c) de [R.3], **la penalidad que se aplica en caso de incumplimiento del objetivo de disponibilidad (P_D) se determinará de acuerdo con el valor obtenido para el índice de Disponibilidad de servicio (D), y pueden ser los siguientes niveles:**

- Si D es menor que D_{min} , se aplica la penalidad máxima equivalente a 1;
- Si D es mayor que o igual a D_{min} y menor que $[(0,3 \times D_{min}) + (0,7 \times D_d)]$, se aplica la penalidad promedio igual a 0,7;
- Si D es mayor que o igual a $[(0,3 \times D_{min}) + (0,7 \times D_d)]$, y menor que D_d , se aplica la penalidad mínima equivalente a 0,5;
- Si D es mayor que o igual a D_d , no se aplica ninguna penalidad.


 Plan de Gestión de Riesgos
 RAMS del Metro de Lima

1.4.2.4 Definición de regularidad del servicio

Como se especifica en §2.4.2-a) de [R.3], el **Índice de Regularidad del Servicio (R)**, expresado como porcentaje, se calculará mensualmente sacando el promedio de las horas pico programadas en el período de medición de la relación entre las partidas reales medidas en un punto al final del viaje, dentro de un intervalo (X) igual a o menor que el valor provisto en cada período de tiempo respectivo, por el total de las partidas planificadas del mismo período. Este período de medición incluirá el registro de los últimos treinta (30) días de funcionamiento.

La expresión para calcular el Índice de regularidad de servicio (R) es la siguiente:

$$R = \frac{\sum \frac{N_{eff}}{N_{prog}}}{F} \times 10_0$$

donde:

N_{eff} : Cantidad real de partidas durante las horas pico con un intervalo menor que o igual al intervalo X programado.

N_{prog} : Cantidad de partidas planificadas durante las mismas horas pico.

F: Cantidad total de horas pico programadas durante el mes de referencia.

1.4.2.5 Objetivo de la regularidad del servicio

Como se especifica en §2.4.2-b) de [R.3], el valor mínimo del **Índice de Regularidad del Servicio** (R_{min}) es 96% y el valor de referencia del objetivo es 98,2%. Además, el valor final del objetivo (R_d) lo definirá el Licitador en su oferta. El valor ofrecido en ningún caso será menor que el valor mínimo mencionado anteriormente.

1.4.2.6 Penalidades en la regularidad del servicio

Como se especifica en §2.4.1-c) de [R.3], la penalidad que se aplica en caso de incumplimiento del objetivo de regularidad se determinará de acuerdo con el valor obtenido para el índice de regularidad de servicio (R), y pueden ser los siguientes niveles:

- Si R es menor que R_{min} , se aplica la penalidad máxima equivalente a 1;
- Si R es mayor que o igual a R_{min} y menor que $[(0,3 \times R_{min}) + (0,7 \times R_d)]$, se aplica la penalidad promedio igual a 0,7;
- Si R es mayor que o igual a $[(0,3 \times D_{min}) + (0,7 \times D_d)]$, y menor que R_d , se aplica la penalidad mínima equivalente a 0,5;
- Si R es mayor que o igual a R_d , no se aplica ninguna penalidad.

1.4.3 Requisitos RAM de los Sub-sistemas

Esta sección vuelve a mencionar los requisitos RAM para los sub-sistemas del proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta, especificados en § 4 de [R.2].

Los requisitos RAM se expresan en términos de indicadores MTBF y MTTR, los cuales se definen aquí:

MTBF: Tiempo medio entre fallos

Como se especifica en §4.8.8 de [R.2], la confiabilidad se define como el tiempo promedio entre dos fallos. El parámetro relacionado con la confiabilidad es el Tiempo medio entre fallos (MTBF), que se define como la relación entre el tiempo de funcionamiento del sistema (horas de funcionamiento) y las condiciones de funcionamiento programadas y la cantidad de fallos que determina la pérdida de circulación.

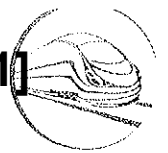
MTTR: Tiempo medio de reparación

Como se especifica en §4.8.9 de [R.2], la Mantenibilidad se define como el intervalo de tiempo necesario para recuperar el funcionamiento nominal del sistema luego de un fallo. El parámetro relacionado con la Mantenibilidad es el Tiempo medio de reparación (MTTR), que se define como la relación entre el tiempo total (relativo solo al tiempo de mantenimiento activo) necesario para restaurar el sistema a su condición de funcionamiento original por cada fallo que impacta en el funcionamiento de los trenes y la cantidad de fallos ocurridos a lo largo del período de observación y eso determina la pérdida de circulación.

Disponibilidad

Elaborado por:
Ingeniero(a) en
[Firma]





Como se especifica en §4.8.10 de [R.2], la disponibilidad es la relación entre el tiempo de funcionamiento nominal efectivo y el tiempo de funcionamiento programado. Este parámetro resulta de la combinación entre los valores de MTBF y MTTR definidos anteriormente.

1.4.3.1 Sistema de Automatización Integrado

Como se especifica en §4.8.1 de [R.2], el sistema de automatización integrado, junto con los demás sistemas conectados se realizará y estructurará de manera que se garantice, junto con los trenes, un nivel de disponibilidad, en el régimen, de no menos de **0,985** (como valor promedio mensual).

1.4.3.2 Sistema de Señalización

Como se especifica en §4.9.7.3 de [R.2], se debe medir la disponibilidad de manera continua desde la fecha de inicio de la puesta en funcionamiento comercial, y no debe ser menor que **99,99%**.

1.4.3.3 Sistema de telecomunicaciones

De acuerdo con §4.10 de [R.2], aquí se resumen los objetivos de la disponibilidad del Sistema de telecomunicaciones:

TLC	Objetivo de disponibilidad	Referencia
Comunicación primaria	99.999%	[R.2], §4.10.2.4
Red local genérica	99.98%	[R.2], §4.10.2.5
Red colectiva de OCC	99.98%	[R.2], §4.10.2.6
Telefonía automática	99.999%	[R.2], §4.10.4.4
Telefonía de emergencia e Intercom	99.90%	[R.2], §4.10.5.5
Radio TETRA	99.99%	[R.2], §4.10.6.6
Radiodifusión sonora	99.96%	[R.2], §4.10.7.4
Grabación y gestión de audio	99.95%	[R.2], §4.10.8.2
Vigilancia por circuito cerrado de video	99.75%	[R.2], §4.10.9.5
Sub-sistema de reloj	99.98%	[R.2], §4.10.10.4
Paneles de visualización	99.98%	[R.2], §4.10.11.3

Tabla 3: Objetivos de disponibilidad del sistema de telecomunicaciones

1.4.3.4 Sistema de Puertas de Andén

Como se especifica en §4.11.6.11.4 de [R.2], los objetivos RAM del sistema de puertas de andén son los siguientes:

- Disponibilidad real del sistema PSD (puertas de andén): **99,70%**
- MTBF de los componentes críticos de PSD: 10 años
- MTTR, sin reemplazo de componentes: menos de 20 min
- MTTR, sin reemplazo de componentes: menos de 60 min

1.4.3.5 Recolección automática de tarifas (AFC)

Como se especifica en §4.12.2 de [R.2], el equipo debe respetar el parámetro ciclo medio entre fallos (MCBF) de cada grupo, sub-grupo y parte así como la disponibilidad y la capacidad indicadas a continuación:

Parámetro MCBF

- Dispositivos de entrada y salida: más de 2.500.000 de pases en dispositivos generales y 1.000.000 de pases en dispositivos para personas discapacitadas. 006266

Parámetro de disponibilidad

- Dispositivos de entrada y salida: **99.97%**

Parámetro de capacidad

- Dispositivos de entrada y salida: al menos 30 usuarios / minuto
- En el caso de las máquinas expendedoras de billetes, la cantidad de fallos de cualquier tipo no debe superar 1 por cada 15.000 billetes emitidos, y en todo caso, menos de 1 por mes, independientemente de la cantidad de billetes emitidos.

1.4.3.6 SCADA – Sub-sistema de control de seguridad y adquisición de datos

De acuerdo con §4.10 de [R.2], aquí se resumen los objetivos de la disponibilidad del Sistema de telecomunicaciones:

SCADA	Objetivo de disponibilidad	de	Referencia
Circulación del tren	99.995%		[R.2], §4.13.2.6
Tracción eléctrica	99.995%		[R.2], §4.13.3.7
Sistema auxiliar	99.995%		[R.2], §4.13.3.9

Tabla 4: Objetivos de disponibilidad para el sistema SCADA

Como se especifica en §4.13 de [R.2], los objetivos de la disponibilidad, descritos en la tabla anterior, corresponden a un valor de tiempo fuera de servicio no superior a 4 horas en 10 años.


 [Faint text from stamp]
 [Faint text from stamp]



1.5 ACTIVIDADES RAM

1.5.1 metodología de evaluación de RAM

Los objetivos del servicio, como se ha mencionado en § 1.4.2, se distribuirán entre los sub-sistemas pertinentes a través de los siguientes procesos:

- 1 Definición clara de la misión del sistema y el perfil de la misión;
- 2 Identificación de las funciones básicas del sistema y los sub-sistemas encargados de estas, necesarios para llevar a cabo la misión de acuerdo con el perfil definido de la misión;
- 3 Identificación, para cada sub-sistema, de todos los modos de fallos primarios que afectan las prestaciones del sistema;
- 4 Envío de los eventos identificados anteriormente en clases de consecuencias-fallos. Esta actividad se basa en hipótesis operacionales con respecto a la gestión de fallos (ej. plan de progreso);
- 5 Modelado RAM por medio de diagramas de bloques de confiabilidad o árboles de fallos de los fallos que contribuyen a las diferentes clases de fallo-consecuencia;
- 6 Definición de requisitos RAM para cada sub-sistema y/o función; la asignación de RAM en los sub-sistemas se evalúa proporcionando datos de campo de sistemas de metro en servicio similares, en base a las características del sistema y a los parámetros del servicio. (recorrido de la línea, cantidad de estaciones, tamaño de la flota, cantidad de puertas de andén, etc.).
- 7 Verificación de que los objetivos RAM asignados cumplan los objetivos del servicio.

1.5.2 Programa RAM

En esta sección se describen las actividades RAM que se realizarán al nivel del sistema y los sub-sistemas en todas las fases del proyecto a fin de lograr y verificar los requisitos RAM.

Estas actividades pretenderán:

- garantizar la integración de los aspectos RAM en los procesos de diseño evaluando los requisitos de cualquier posible alternativa de diseño de los sub-sistemas y aportando las actividades específicas (ej. diseño) que utilizan los métodos y las estructuras de datos RAM;
- verificar y demostrar el cumplimiento de los requisitos RAM durante las fases de diseño y ejecución;
- garantizar que se aborden adecuadamente todos los aspectos que afectan a las funciones del sistema RAM durante las diferentes fases de desarrollo del sistema.

Más exactamente, las actividades de RAM también son importantes para:

- definir los criterios y evaluar los datos necesarios para optimizar los diferentes elementos del apoyo logístico del sistema (por ejemplo, tipos y cantidad de piezas de repuesto y desechables, planes de mantenimiento, herramientas y equipo de mantenimiento, manuales técnicos, métodos de capacitación para el operador y el operador de mantenimiento, etc.);
- identificar una estrategia de gestión para el mantenimiento general del sistema a fin de minimizar los costos de mantenimiento a la vez que se garantiza el cumplimiento de los requisitos de disponibilidad prescritos.

Todas las actividades de RAM se basarán en la definición de perfil de la misión, que se trata de una descripción de los modos operativos, los eventos y las condiciones del medio ambiente (por ejemplo, térmicas, mecánicas, climáticas, electromagnéticas, etc.) que cada



006268

pieza de equipo que forma parte del sistema propuesto sufrirá entre el inicio y el fin de una determinada misión.

En especial, se especificarán las siguientes condiciones:

- condiciones del sistema, que incluyen las condiciones de referencia del medio ambiente;
- condiciones operativas, que incluyen los niveles de degradación permitidos;
- condiciones de mantenimiento.

Durante todas las fases del ciclo de vida del proyecto, las actividades de RAM se realizarán tanto al nivel del sistema como de los sub-sistemas.

Más precisamente, al nivel del sistema, se realizarán las siguientes actividades:

- asignación de RAM;
- revisiones de los planes de RAM de los sub-sistemas del proyecto;
- control de los análisis RAM de los sub-sistemas;
- revisiones del diseño de RAM y monitoreo de los sub-contratistas;
- coordinación de pruebas de RAM.

Al nivel de sub-sistema, se realizarán las siguientes actividades:

- preparación y revisión de los planes de RAM de los sub-sistemas;
- preparación de análisis funcionales;
- desarrollo de los análisis RAM; cuyos análisis pueden incluir las siguientes actividades:
 - predicción de confiabilidad y mantenibilidad de los sub-sistemas;
 - FMECA;
 - análisis del árbol de fallos (FTA) o análisis del diagrama de bloque de confiabilidad (RBD);
 - análisis de mantenimiento correctivo y preventivo;
- informe de defectos.

A partir de aquí, se describirán brevemente las actividades por realizar, tanto a nivel del sistema como de los sub-sistemas, durante cada fase de los ciclos de vida del proyecto.

1.5.3 Ciclos de vida del proyecto

Como se especifica en §9.2.1 de [R.2], el ciclo de vida del proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta presenta las siguientes fases:

- a) Fase de diseño
- b) Fase de fabricación, construcción e instalación
- c) Pruebas y puesta en servicio
- d) Servicio de cobro de billetes

Durante la fase de diseño se definirá lo siguiente:

- los objetivos RAM del sistema y los sub-sistemas,
- la predicción general de los parámetros RAM;
- la integración y la validación de los parámetros RAM a nivel de sistema.



La fase de fabricación, construcción e instalación incluye:

- la producción, la entrega, la instalación y las pruebas de los componentes;
- el servicio de cobro de billetes y las pruebas de los sistemas integrados.

Durante esta fase, se actualizarán los documentos producidos en la fase de diseño.



006269

1.5.3.1 Fase de diseño

El objetivo principal de las actividades de RAM que se realizarán a nivel del sistema dentro de esta fase es analizar, desglosar y distribuir los objetivos al nivel del servicio especificados en [R.3], a fin de garantizar que las funciones RAM del sistema y los correspondientes sub-sistemas permitan cumplir los objetivos necesarios al nivel del servicio.

Como se especifica en §9.2.1 de [R.2], en esta fase se realizará un análisis preliminar de RAM para verificar que los requisitos RAM designados permitan cumplir los objetivos al nivel del servicio.

Las actividades RAM que se realizarán a nivel de los sub-sistemas consistirán principalmente en planificar los procesos RAM de los sub-sistemas y analizar los objetivos RAM distribuidos y los requisitos RAM especificados en [R.2], por medio de los métodos y las estructuras RAM correspondientes.

Una vez que se haya determinado la información sobre los sub-sistemas y los componentes RAM, en esta fase se actualizará el plan de RAM del sistema y sus análisis correspondientes.

Al final de esta fase, el equipo de RAMS enviará un informe RAM definitivo, el cual resumirá las actividades realizadas.

Además, se establecerá un plan de muestra/prueba de RAM para probar y monitorear RAM durante la prueba del sistema integrado y el período de ejecución de prueba.

A continuación se presenta información relativa a las actividades de RAM realizadas durante esta fase a nivel de sistema y sub-sistema.

1.5.3.1.1 DEFINICIÓN DE MISIÓN DE LOS SUB-SISTEMAS Y PERFIL DE MISIÓN

Esta actividad se realiza a nivel de sistema y sub-sistema y su objetivo es proporcionar una descripción objetiva de la tarea fundamental que realiza el sistema y sus sub-sistemas.

El perfil de la misión es un resumen del rango y la variación previstos en la misión con respecto a parámetros como tiempo, carga, velocidad, distancia, paradas, túneles, etc. en las fases operacionales del ciclo de vida.

El perfil de la misión se refinará oportunamente con información extra perteneciente a suposiciones operativas, como frecuencia de verificación y demás.

1.5.3.1.2 ANÁLISIS DEL DESGLOSE DEL SISTEMA

Para cada sub-sistema, la estructura física se representará en forma jerárquica descendente, con desglose de niveles hasta el nivel LRU (unidad reemplazable en línea). El nivel LRU es el nivel donde se realiza el primer nivel de mantenimiento.

1.5.3.1.3 ANÁLISIS FUNCIONAL

En cuanto a la configuración del sistema propuesto, se realizará un análisis funcional a nivel de sistema y sub-sistema a fin de identificar la función principal y las funciones auxiliares que realiza cada equipo/componente identificado al descomponer el sistema en LRU.

El objetivo de esta actividad es describir el sistema y su equipo principal que se adaptará para incluir los criterios de evaluación para el éxito de la misión a los que harán referencia las predicciones de confiabilidad. El resultado de dicho análisis será el diagrama de bloque funcional (o FBD).

Estos diagramas funcionales se desarrollarán comenzando por el sistema completo hasta llegar a los niveles más bajos de la jerarquía. Mostrarán la independencia funcional de los diferentes componentes para trazar fácilmente los efectos de un fallo en las diferentes funciones del sistema examinado.


 CONCEPCIÓN DEL PROYECTO
 RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE
 LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO





Cada bloque representará, tanto como sea posible, el equipo necesario para realizar una determinada función (o un conjunto homogéneo de funciones) y el bloque que interconecta las líneas representará los enlaces funcionales o los flujos de señales.

1.5.3.1.4 RECOPIACIÓN DE DATOS

Esta actividad consiste en la definición, de cada componente básico, de las características de confiabilidad y mantenibilidad en términos de índices de fallos y tiempo medio de reparación. Los índices de fallos se pueden obtener de los datos de campo, cuando los hubiera, de lo contrario, de las predicciones de confiabilidad basadas en la base de datos CNET o similar (acordada con el cliente). Los valores de MTTR provienen de la experiencia del equipo de RAMS de otras líneas anteriores que ya están en funcionamiento. Las cifras RAM de los componentes comerciales serán provistas por los sub-contratistas.

1.5.3.1.5 PREDICCIONES PRELIMINARES DE RAM

Una vez que se defina la jerarquía del sub-sistema, se llevará a cabo un proceso de predicción de confiabilidad. Para este fin se utilizarán técnicas estándar, como diagramas/gráficos de bloques de confiabilidad o árboles de fallos.

1.5.3.1.6 ANÁLISIS FMECA

Modo de fallos, efectos y análisis de criticidad (FMECA) consiste en la identificación, en cada equipo, de los modos de fallos primarios que afectan las prestaciones del sistema y en la categorización de los eventos previamente identificados en clases de fallos y consecuencias.

El FMECA detectará los modos de fallos de todas las funciones y/o sub-sistemas y, con la ayuda del FBD previamente desarrollado, permitirá evaluar los efectos de los fallos en términos de niveles de prioridad. Al combinar la gravedad de los fallos con su índice de repetición, será posible clasificar sub-sistemas y componentes en términos de su criticidad.

Los resultados de la actividad se presentarán en un Informe FMECA, que se confeccionará utilizando el Procedimiento de Modo de fallos y Análisis de fallos de CENELEC, el equivalente a IEC o una alternativa adecuada como MIL-STD-1629A.

El formato en que se confeccionarán las hojas FMECA cumplirá con [R.2].

1.5.3.1.7 LISTA DE ELEMENTOS CRÍTICOS PARA LA CONFIABILIDAD

El equipo de RAMS destacará los elementos críticos, por ejemplo, los equipos cuyos errores afectan directamente al servicio de cobro de billetes. Esta lista se confeccionará en base a los resultados de FMECA y los diagramas de bloques de confiabilidad.

1.5.3.1.8 MODELADO RAM

Una vez que se defina la jerarquía del sistema, y en base a los resultados de FMECA, se derivará el modelo RAM por medio de técnicas estándar como los Diagramas de bloques de confiabilidad (RBD). Se realizará un diagrama de bloques de confiabilidad para cada sub-sistema identificado dentro de la estructura de descomposición del sistema. El RBD permite obtener, una vez completado el modelo, un conjunto de relaciones que vinculan la confiabilidad del sistema con la confiabilidad de cada sub-sistema/equipo.

1.5.3.1.9 ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD

El análisis de confiabilidad y la predicción se realizará para proporcionar la herramienta con la que se evaluará cuantitativamente el desempeño relativo a la confiabilidad de elementos y sub-sistemas individuales. El objetivo del análisis de confiabilidad es predecir el desempeño relativo a la confiabilidad de los sistemas y compararlo con los objetivos de



confiabilidad proporcionados en § 1.4.3 y contribuir a demostrar el cumplimiento de los objetivos de disponibilidad asignados (de acuerdo con § 1.5.1).

006271

El modelado de la confiabilidad se utilizará para definir la relación entre el desempeño RAM del sub-sistema y el desempeño RAM de cada LRU identificada, incluidas las interconexiones externas y la influencia.

Se calculará el MTBF de un sistema o sub-sistema complejo teniendo en cuenta la configuración de la confiabilidad del equipo, de acuerdo con las fórmulas resumidas en Tabla 5 , utilizadas ampliamente en el ámbito RAM, donde λ es el índice de fallos y μ , el índice de mantenimiento de la unidad.

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada
Intendencia Nacional de
Defensa de la Competencia



Modelo de confiabilidad

Cifras RAM

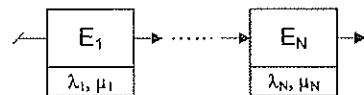
Componente individual $E(\lambda, \mu)$



$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

$$MTTR = \frac{1}{\mu}$$

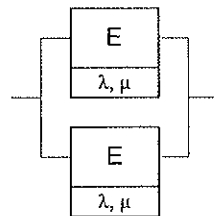
Configuración de serie $E_i(\lambda_i, \mu_i)$



$$\lambda_{series} = \sum_i \lambda_i$$

$$MTBF_{series} = \frac{1}{\lambda_{series}}$$

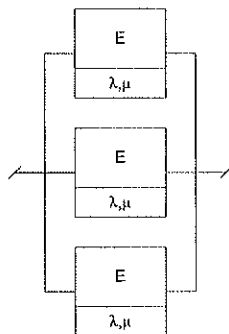
configuración redundante 1oo2



$$\lambda_{1oo2} = \frac{2\lambda^2}{3\lambda + \mu}$$

$$MTBF_{1oo2} = \frac{1}{\lambda_{1oo2}}$$

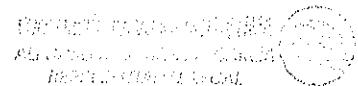
configuración redundante 2oo3



$$\lambda_{2oo3} = \frac{5\lambda^2}{6\lambda + \mu}$$

$$MTBF_{2oo3} = \frac{1}{\lambda_{2oo3}}$$

Tabla 5: Modelos de confiabilidad



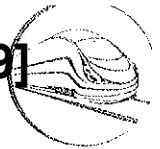
1.5.3.1.10 ANÁLISIS DE MANTENIBILIDAD

En análisis de mantenibilidad examina, según las necesidades imprevistas, los hechos que afectan el logro de los requisitos de mantenibilidad del sub-sistema. Esta examinación se lleva a cabo a través de actividades de análisis de mantenimiento preventivo y correctivo. El alcance del análisis de mantenimiento preventivo es examinar todas las acciones que evitan que se produzcan fallos en las partes por medio de la anticipación de reparaciones o sustituciones. El MTTR se puede calcular en base a pasos necesarios para implementar el mantenimiento correctivo (acceso, localización, aislamiento, etc.), la suma de estos tiempos indica el MTTR intrínseco (sin tener en cuenta los tiempos de logística).

1.5.3.1.11 ANÁLISIS DE DISPONIBILIDAD

La disponibilidad es la capacidad que tiene un producto de estar en un estado para llevar a cabo una función determinada en ciertas condiciones en un determinado momento o a lo largo de un intervalo de tiempo siempre que se proporcionen los recursos externos necesarios.





006273

1.5.3.1.12 EVALUACIÓN DE LOS OBJETIVOS A NIVEL DEL SERVICIO

Al final de la fase de diseño, el informe de una evaluación de RAM del sistema demostrará el cumplimiento de los niveles del servicio y de los requisitos RAM del sistema.

El informe sobre la evaluación RAM del sistema será consistente con todos los análisis RAM realizados y se consolidará con los resultados de los análisis RAM de los sub-sistemas.

El desempeño del sistema, en términos de niveles de servicio, se evaluará teniendo en cuenta:

- Las predicciones de confiabilidad y mantenibilidad realizadas para todos los sub-sistemas;
- Los estudios de RAM realizados a nivel de sistema;
- El plan de funcionamiento;
- El plan de mantenimiento;
- El concepto de funcionamiento y mantenimiento;
- Tiempos de logística realistas en los cálculos de tiempo de recuperación.

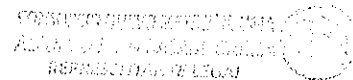
1.5.3.1.13 PLAN DE PRUEBA/MUESTRA DE RAM

La intención de la muestra de RAM es mostrar que en todas las fases pertinentes se cumple el desempeño de confiabilidad/disponibilidad/mantenibilidad.

Se establecerá un plan de prueba/muestra de RAM para entregar al Empleador al final de la fase de diseño, a fin de reflejar la organización, las responsabilidades, el programa, los fallos pertinentes a los fines de RAM, el aseguramiento y las metodologías del sistema, y los objetivos por cumplir durante la muestra.

El plan de muestra de RAM describirá:

1. Metodología de prueba;
2. Técnica de prueba;
3. Plan de prueba;
4. Duración y sincronización de la prueba;
5. Ubicación;
6. Puntos importantes;
7. Productos finales;
8. Criterios de paso/fallo.



Este plan definirá las condiciones y los parámetros precisos de la medición y medios posibles a utilizar. Dicho método deberá estar aprobado por el Empleador.

1.5.3.2 Fase de fabricación, construcción e instalación

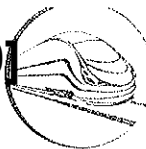
Durante esta fase, se llevará a cabo el control de las modificaciones de diseño y se confeccionará un sistema de presentación de datos, donde se registrarán y documentarán todos los fallos que puedan producirse durante el período de muestra.

1.5.3.3 Pruebas y puesta en servicio

Durante esta fase, los planes de prueba/muestra de RAM se utilizarán para probar y controlar el desempeño de RAM durante las pruebas en fábrica, in situ, del sistema integrado y durante el período de ejecución de prueba.

Como se describe en el plan de pruebas de RAM y brevemente a continuación, se llevarán a cabo una serie de pruebas de RAM.





El equipo de RAMS de SPV coordinará la actividad, la cual incluirá el transporte de equipo y recursos.

006274

El equipo de RAMS de SPV registrará y revisará la información generada durante las muestras de RAM y evaluará las muestras en términos de logros de los requisitos RAM.

1.5.3.3.1 PRUEBA DE CONFIABILIDAD

Una vez obtenidos los resultados de los análisis de confiabilidad a nivel de sub-sistema, se realizarán pruebas de confiabilidad de los componentes críticos de los sub-sistemas a fin de implementar las acciones correctivas necesarias.

1.5.3.3.2 PRUEBA DE MANTENIBILIDAD

Las pruebas de mantenibilidad se realizarán para verificar el tiempo que se necesita para llevar a cabo tareas de mantenibilidad críticas.

1.5.3.3.3 SERVICIO DE COBRO DE BILLETES

La intención del proceso de muestra de RAM es probar que en todas las fases correspondientes se cumplan los niveles de confiabilidad/disponibilidad/mantenibilidad.

La muestra RAM comenzará al inicio de cada fase de activación, como se especifica en § 7.1 de [R.2], y se vuelve a mencionar en § 1.2.

Durante el período de muestra de RAM, se llevará a cabo el monitoreo diario del desempeño de RAM para contar con medios sistemáticos de análisis de datos y registro de desempeño de RAM. Los Índices a nivel del servicio, como se mencionan en § 1.4.2, se calcularán mensualmente, en base al promedio de los registros de los últimos treinta (30) días de funcionamiento.

Al final del período de muestra: se emitirá un informe de muestra de RAM final para demostrar que después de un año de funcionamiento se han cumplido los objetivos a nivel de servicio.

1.5.4 Resumen de los documentos finales de RAM del sistema y sub-sistemas

La siguiente Tabla 6 resume el ciclo de vida del proyecto con sus respectivas fases del ciclo de vida EN50126 y los principales documentos de RAM finales a nivel de sistema y sub-sistemas:


 REPUBLICA DEL PERU
 MINISTERIO DE TRANSPORTES
 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA


Fase del proyecto (a cargo del Empleador)	Fase del ciclo de vida (EN50126)	Doc. de RAM finales del sistema	Doc. de RAM finales de los sub-sistemas
	1) CONCEPTO DEL SISTEMA Y DE CONDICIONES DE APLICACIÓN	No disponible	No disponible
	2) ANÁLISIS DE RIESGOS	No disponible	No disponible
	3) REQUISITOS DEL SISTEMA	<ul style="list-style-type: none"> Plan RAM del sistema Informe sobre asignación de RAM del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> Plan RAM de los sub-sistemas Informe sobre asignación de RAM de sub-sistemas
Diseño	4) ASIGNACIÓN DE REQUISITOS DEL SISTEMA	<ul style="list-style-type: none"> Plan de prueba/muestra de RAM Informe RAM del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> Plan RAM de los sub-sistemas (actualización); Informe sobre asignación de RAM de sub-sistemas (actualización) Análisis RAM e informe de predicción
Fabricación, construcción e instalación	5) FABRICACIÓN	Informe RAM del sistema (actualización)	Análisis RAM e informe de predicción
Pruebas y puesta en servicio	6) VALIDACIÓN DEL SISTEMA	Plan de prueba/muestra de RAM (actualización);	Análisis RAM e informe de predicción

006275



Fase del proyecto	Fase del ciclo de vida (EN50126)	Doc. de RAM finales del sistema	Doc. de RAM finales de los sub-sistemas
Servicio de cobro de billetes	10) ACEPTACIÓN DEL SISTEMA 11) Funcionamiento y mantenimiento (incluye monitoreo de desempeño)	Informe de muestra de RAM del sistema	

Tabla 6: Actividades y documentos finales de RAM durante el ciclo de vida del proyecto

REPUBLICA DEL PERU
 MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS
 AGENCIA DE PROMOCION DE LA INVERSION EXTRANJERA



CONCESSION DEL PROYECTO "LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE
 LA RED BASICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

006276

006277

1.5.5 valores objetivos de los índices a nivel del servicio

A fin de definir los valores relativos de objetivos, se ha realizado una evaluación preliminar de los indicadores de nivel de servicio, de acuerdo con los requisitos del Empleador §2.4.1-b) y §2.4.2-b) de [R.3], los cuales indican que *el valor final de los objetivos (D_d y R_d) lo definirá el Licitador en su oferta.*

A partir de aquí, se resumen los resultados de este análisis preliminar. Se refieren a las tres fases de activación, como se menciona en [R.2], es decir,:

- Primera etapa A - Línea 2, aprox.5 Km desde la estación Evitamiento hasta la estación Mercado Santa Anita;
- Primera etapa B - Línea 2, aprox. 10 Km desde la estación central hasta la estación Ate, y excluye la primera etapa A;
- Segunda etapa:
 - Línea 2 aprox. 12 Km desde la estación Puerto del Callao hasta la estación central;
 - El Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta (Línea 4), recorre aproximadamente 8 Km desde la estación Gambetta hasta la estación Carmen de la Legua L4.

Los objetivos de la regularidad y la disponibilidad del servicio que el equipo de RAMS del consorcio SPV asegurará, se resumen en Tabla 7.

	Línea 2		Línea 4	
	Desde la Estación Evitamiento hasta la Estación Mercado Santa Anita	Desde la Estación Central hasta la Estación Ate, y excluye la primera etapa A	Desde la Estación Puerto del Callao hasta la Estación Central	Desde la Estación Gambetta hasta la Estación Carmen de la Legua L4
	Primera etapa A	Primera etapa B	Segunda etapa	
Disponibilidad del servicio (D_d)	98,5%	98,5%	98,5%	98,5%
Regularidad del servicio (R_d)	98,2%	98,2%	98,2%	98,2%

Tabla 7: Objetivos de la regularidad y la disponibilidad del servicio

Las actividades de RAM proporcionadas durante el período de diseño tienen como fin verificar el cumplimiento de estos objetivos a nivel del servicio por medio de análisis que se documentarán al final de la fase de diseño en el informe de evaluación de RAM del sistema (Ref.§1.5.3.1.12).

El informe sobre la evaluación RAM del sistema será consistente con todos los análisis RAM realizados y se consolidará con los resultados de los análisis RAM de los sub-sistemas.

X

1.6 REQUISITOS DE SEGURIDAD

Los requisitos de seguridad definidos para el proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambeta del metro de Lima y Callao se aplicarán a nivel de sistema y sub-sistema a fin de organizarlos y garantizar que se cumplan, utilizando los siguientes criterios para los estudios de seguridad. Se definen en [R.2].

Los estudios de seguridad se realizarán sobre el equipo que se utilizará para diseñar y construir el proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambeta del metro de Lima y Callao, a fin de organizar los requisitos de seguridad previstos para el proyecto y garantizar que se cumplan.

Los estudios de seguridad cubrirán las fases de diseño, desarrollo, evaluación, instalación y puesta en servicio del sistema e incluirán todas las fases del ciclo de vida según lo indica la ref. [S.2] EN50126, de acuerdo con el siguiente diagrama que representa en ciclo de vida en forma de "V" (ver Figura 4):

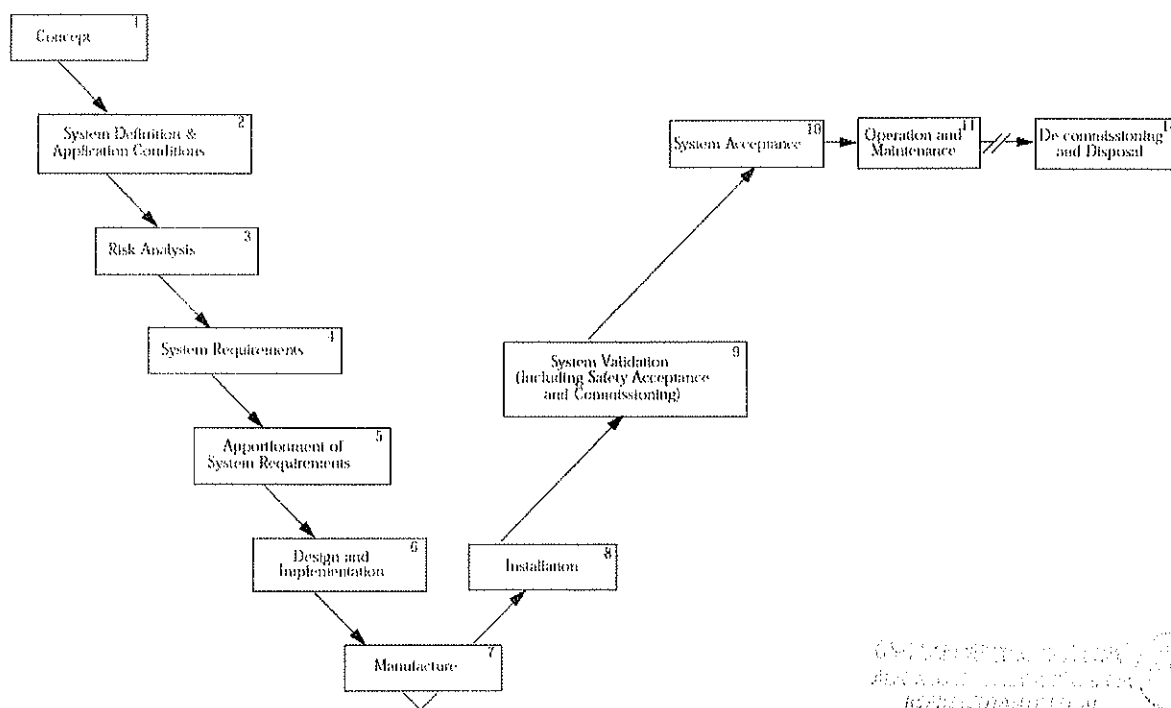


Figura 4: Ciclo de vida del sistema

Este plan de seguridad es válido para todas las configuraciones del sistema entregadas de acuerdo con las secciones definidas en el proyecto y para todas las entregas intermedias de configuraciones específicas. El programa de seguridad tendrá en cuenta los modos operacionales (incluidos los modos degradados) y los fallos (tanto aleatorios como sistemáticos) que pueden ocasionar peligros catastróficos o críticos. Se identificarán las limitaciones operacionales y relacionadas al diseño que surjan del sistema; los requisitos a tener en cuenta en las reglas y procedimientos generales se mencionarán oportunamente en todas las actividades del ciclo de vida.

Para demostrar la importancia que tienen los requisitos de seguridad del sistema y sub-sistemas, el equipo de RAMS empleará los análisis originales ya realizados y aprobados por inspectores/laboratorios de terceros en aplicaciones previas y sus documentos correspondientes.

El ciclo de vida lo adoptarán los componentes de hardware y software de acuerdo con [S.4], la siguiente figura 6:



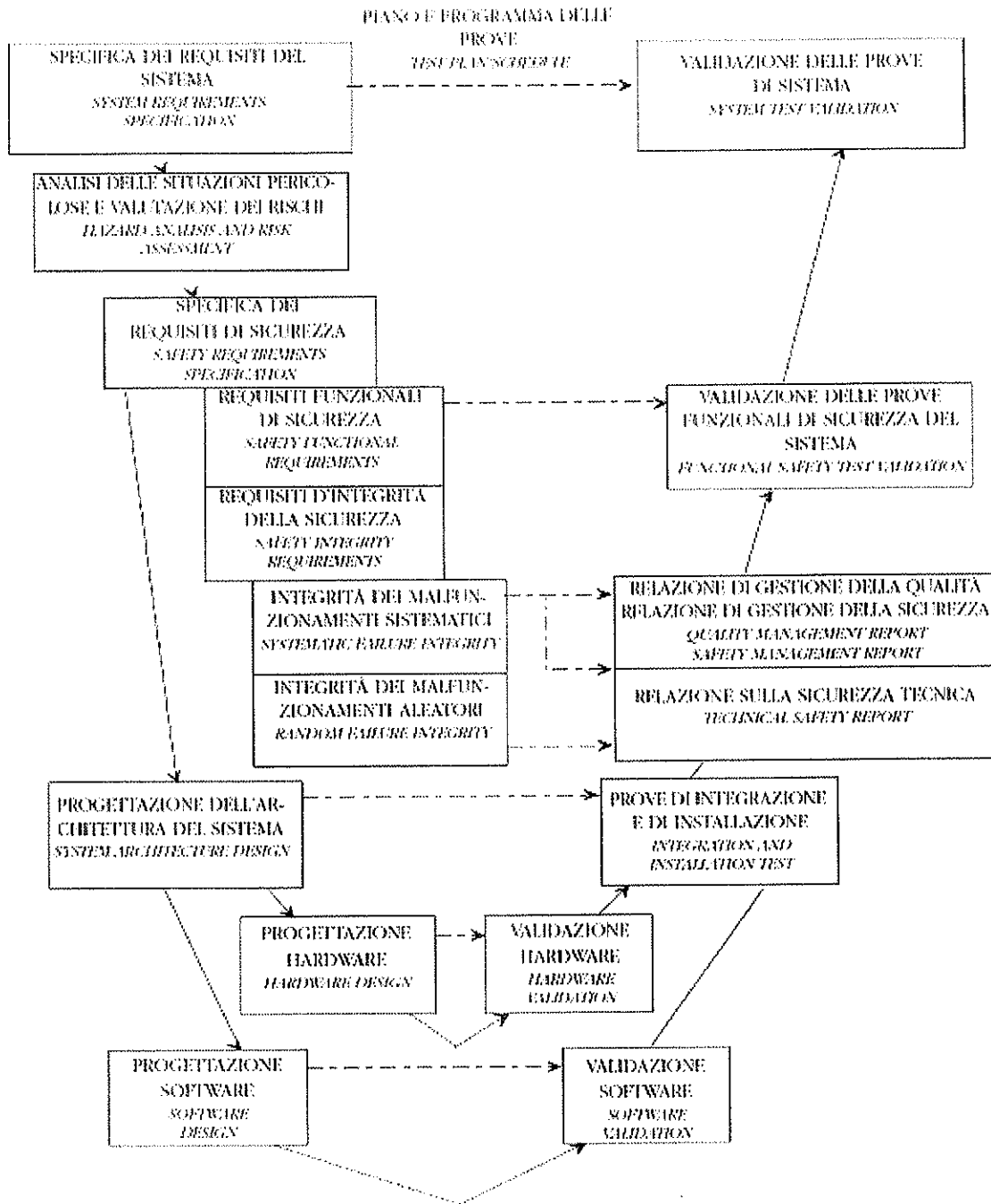


Figura 5: Validación y diseño del ciclo de vida del sistema
El ciclo de vida lo adoptará el componente de software de acuerdo con [S.3]:

CONSORCIO [6655] NUEVO METRO DE LIMA



006280

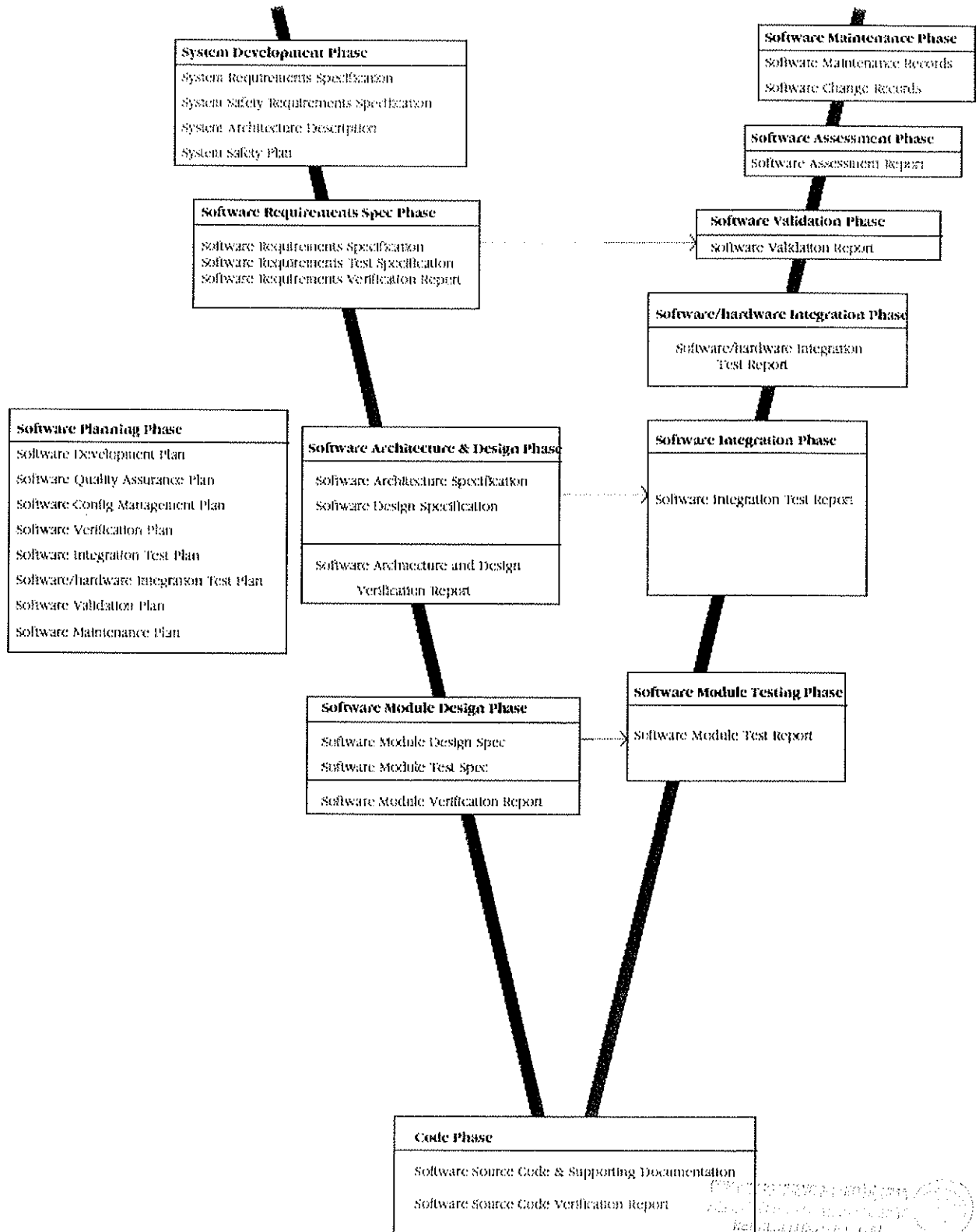


Figura 6: Ciclo de vida de desarrollo del software

Las cifras representan la integración entre los componentes de software y hardware durante el ciclo de vida.

Además, de acuerdo con el estándar [S.3] se llevará a cabo la verificación de los Datos de configuración.



006281

1.6.1 interconexiones internas y externas

El Análisis de peligros de las interconexiones es el estudio sobre seguridad que se relaciona con las conexiones internas entre los sub-sistemas y/o terceros externos.

El alcance del estudio sobre seguridad de estas interconexiones es:

- Identificar los problemas críticos de seguridad que puedan surgir de la interacción entre diferentes colaboradores (ej. Señalización y material rodante, señalización y puertas de andén, material rodante y obras civiles, etc.);
- Identificar los datos de entrada de los sistemas o el equipo de diferentes colaboradores, que pueden impactar en la seguridad del equipo del sistema;

Responda las preguntas de los proveedores preocupados sobre los datos y los modos de fallo del equipo del sistema que identificarían como críticos para la seguridad de sus trabajos.

1.6.2 Situaciones peligrosas no involucradas

Las siguientes situaciones peligrosas no se incluyen en los estudios de seguridad:

- Desastres nacionales declarados, tales como: cataclismo, inundación general, etc...
- terrorismo, vandalismo, casos fortuitos, demencia.
- condiciones ambientales que superan a las especificadas en el contrato.
- Uso indebido del sistema.
- Mantenimiento incorrecto realizado por otro personal o sub-contratista que trabaja para el primero.
- Violación de las normas de salud y seguridad.
- Violación de procedimientos e instrucciones.
- Fallos generados por equipos que no forman parte del suministro, tales como: desechos en medio del camino, etc.
- Accidente por rotura de material rodante, si no se detiene la operación en línea de inmediato.

Además, el estudio del diseño de la seguridad excluye los cambios futuros en las normas de seguridad y salud pertinentes. El estudio de seguridad cumplirá con las normas de salud y seguridad vigentes pertinentes.

1.6.3 Política de seguridad

El programa de seguridad se establece para programar las actividades, los recursos y los eventos que se utilizan para implementar la estructura organizativa, las responsabilidades, los procedimientos, las actividades y los recursos que juntos garantizan que el sistema estudiado satisfaga los requisitos de seguridad relevantes para el proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta del Metro de Lima y Callao.

El enfoque de la seguridad se centra en la prevención de accidentes. Por eso, el objetivo del programa de seguridad será considerar, identificar, evaluar y eliminar peligros para los usuarios, los empleados y el personal de mantenimiento.

El proceso de seguridad se aplicará en todo el ciclo de vida del sistema estudiado y sus sub-sistemas. En especial incluirá:

- el diseño de los requisitos de los sub-sistemas: El equipo de RAMS detallará y distribuirá los requisitos de seguridad del sistema de modo que se puedan definir los requisitos de seguridad de los sub-sistemas y los componentes;
- el diseño de los criterios de aceptación de seguridad de los sub-sistemas: El equipo de RAMS planificará las tareas de verificación para garantizar que se verifiquen los requisitos de los sub-sistemas y sus componentes.

006282

El programa de seguridad se basará en el análisis de peligros, en la evaluación de riesgos, la verificación y la validación según lo definen los estándares [S.1], [S.3] y [S.4] de CENELEC. La definición de los requisitos de seguridad para los sub-sistemas también tendrá en cuenta el estándar [S.7] de CENELEC.

El proceso de identificación y solución de peligros es el centro del programa de seguridad.

Este proceso comprende tres etapas:

- Identificación de peligros,
- Categorización de peligros,
- Solución de peligros (incluye evaluación y reducción de riesgos).

Identificación de peligros: el objetivo del proceso de identificación de peligros es garantizar que los peligros se identifiquen lo antes posible y se ponga en marcha el proceso de resolución de peligros.

Categorización de peligros: el objetivo del proceso de categorización de peligros es definir, a través del análisis de peligros, el grado de riesgo de cada peligro para determinar si los peligros identificados representan riesgos aceptables o inaceptables.

Solución de peligros: el objetivo del proceso de solución de peligros es garantizar que se hayan implementado los medios adecuados para evitar peligros inaceptables o para mitigar sus efectos a un nivel de riesgo aceptable. La solución de peligros incluye la evaluación de riesgos con la cual se establecen los requisitos de seguridad que se impondrán en el sistema estudiado (a fin de eliminar los peligros o reducir los riesgos a niveles aceptables).

El orden que se sigue para solucionar peligros identificados es:

- Eliminación del peligro (por medio del diseño)
- Reducción del riesgo (por medio del diseño)
- Minimización de la gravedad del peligro
- Reducción de la frecuencia de repetición del peligro
- Implementación de procedimientos operacionales.

La política de seguridad consiste en ofrecer al usuario final un sistema diseñado, fabricado, instalado, probado y puesto en marcha que se pondrá en funcionamiento y mantendrá en un nivel de seguridad equivalente al de sistemas similares que ya están en funcionamiento y que se ha probado que son seguros. Como se indica en §1 y §2.2.32 de [R.3], el proceso de seguridad cumplirá los estándares [S.1], [S.3] y [S.4].

CONSORCIO [6658]
NUEVO METRO DE LIMA

006283

1.6.4 Requisitos de seguridad del sistema

1.6.4.1 Sistema de señalización

De acuerdo con §4.9.1 y §4.9.7.4 de [R.2], el sistema de señalización es potencialmente capaz de soportar funciones de seguridad con un nivel de integridad de seguridad de hasta 4 (SIL4 como lo define el estándar EN 50129 [S.4] de CENELEC), el cual se logra a través de una arquitectura adecuada del sistema que se basa en la redundancia de los componentes y en la protección de datos mediante prueba matemática.

Como se menciona en §4.9.3 de [R.2], las funciones ATP y el equipo se harán seguros y tendrán nivel de integridad de seguridad SIL 4, según lo indican los estándares de CENELEC.

1.6.4.2 SCADA – Sub-sistema de control de seguridad y adquisición de datos

1.6.4.2.1 TRACCIÓN ELÉCTRICA

De acuerdo con §4.13.3.7 de [R.2], el software de aplicación debe estar certificado según lo indica [R.3]

Las siguientes funciones deben garantizar el nivel de integridad de seguridad SIL 2:

- Las funciones de visualización en la estación del operador para la red de tracción eléctrica;
- La función de control remoto, tanto en el OCC como en el centro periférico;
- Funcionamiento automático de desconexión/reconexión de las líneas de tracción;
- Gestión de cambios y configuraciones.

El nivel SIL 0 se utiliza para otras funciones.

1.6.4.2.2 SISTEMA AUXILIAR

De acuerdo con §4.13.4.10 de [R.2], el software de aplicación debe estar certificado según lo indica [R.3]

Las siguientes funciones deben garantizar el nivel de integridad de seguridad SIL 2:

- La función de control remoto, tanto en el OCC como en el centro periférico, para el equipo de protección contra incendios y el equipo de ventilación;
- La función de visualización en la estación de trabajo del operador para el equipo de protección contra incendios y el equipo de ventilación;
- Funcionamiento automático del equipo de protección contra incendios y el equipo de ventilación.


 CONSORCIO [6659]
 NUEVO METRO DE LIMA

006284

1.7 PROCESO DE SEGURIDAD

1.7.1 Introducción

En el proceso de seguridad se desarrolla un programa de seguridad con el objetivo de programar actividades, recursos y eventos que sirven para implementar la estructura organizativa, las responsabilidades, los procedimientos, las actividades y los recursos que juntos garantizan que el sistema estudiado satisfaga los requisitos de seguridad pertinentes.

El enfoque de la seguridad se centra en la prevención de accidentes. Por eso, el objetivo del programa de seguridad será considerar, identificar, evaluar y eliminar peligros para los usuarios, los empleados y el equipo.

El programa de seguridad no considerará la seguridad del sistema: el objetivo de la seguridad del sistema es proteger a la infraestructura y a las personas que lo usan de los actos criminales (vandalismo, robo, hurto, agresiones, etc.). Sin embargo, el diseño del sistema tendrá en cuenta los requisitos de protección (y no los requisitos de seguridad) a fin de proporcionar un entorno seguro.

1.7.2 Objetivo

El objetivo del proceso de seguridad es lograr y mantener el nivel especificado de seguridad que se definirá al inicio del proyecto.

Por eso, en el plan de seguridad se definirán todas las actividades técnicas y de gestión que son necesarias durante todo el ciclo de vida de la seguridad y que sirven para garantizar que se logre el nivel de seguridad deseado.

Esto incluye determinar los requisitos de seguridad y verificar que el diseño tenga en cuenta estos requisitos específicos.

El proceso de seguridad se aplicará en todo el ciclo de vida del sistema estudiado y sus subsistemas.

1.7.3 Proceso

De acuerdo con §9.2.2 de [R.2], el proceso de seguridad definido para controlar los riesgos se divide en varias fases:

- Identificación de peligros;
- Análisis de peligros que incluya determinar el grado de riesgo relacionado a cada peligro;
- Evaluación de riesgos con la cual se establecen los requisitos de seguridad que se impondrán en el sistema estudiado a fin de eliminar los peligros o reducir los riesgos a niveles aceptables;
- Implementación de los requisitos de seguridad;
- Evaluación de la seguridad a fin de verificar que se cumplan los requisitos de seguridad.

Cabe remarcar que este ciclo de vida de seguridad es un ciclo en « V » con una fase “de arriba abajo” y “de abajo arriba”. Se relaciona directamente con el ciclo de vida del sistema.


 CONSORSIO NUEVO METRO DE LIMA
 AV. FAUCETT 1000 - LIMA
 RUC 201000000000000000

006285

1.7.3.1 Análisis de peligros

Los peligros se identificarán y categorizarán en niveles de gravedad y frecuencia utilizando Tabla 9 y Tabla 10 respectivamente y la matriz de evaluación de riesgos Tabla 11:

La lista de eventos peligrosos incluye al menos la siguiente tabla:

N°	Evento peligroso	Consecuencia
01.01	Colisión en la parte trasera de dos vagones	Muertes y/o múltiples heridas graves
01.02	Colisión lateral de dos vagones	Muertes y/o múltiples heridas graves
01.03	Colisión frontal de dos vagones	Muertes y/o múltiples heridas graves
01.04	Colisión de dos vagones con un obstáculo fijo	Muertes y/o múltiples heridas graves
01.05	Colisión de un vagón descarrilado con otro en movimiento	Muertes y/o múltiples heridas graves
02	Descarrilamiento de un vagón sin colisión	Muertes y/o múltiples heridas graves
03	Electrocución	Una muerte y/o herida grave
04	Caída de personas	Una muerte y/o herida grave
05	Arrastre de personas	Una muerte y/o herida grave
06	Contacto con personas, atrapamiento, aplastamiento	Una muerte y/o herida grave
07	Pánico	Muertes y/o múltiples heridas graves
08	Incendios	Muertes y/o múltiples heridas graves
09	Intoxicación, asfixia, sofocación, quemadura	Muertes y/o múltiples heridas graves
10	Explosión	Muertes y/o múltiples heridas graves

Tabla 8: Lista de eventos peligrosos

1.7.3.2 Gestión de peligros

Las actividades del análisis de seguridad, desarrolladas por el equipo de seguridad ASTS, incluyen la ejecución del análisis de peligros a nivel del sistema y su objetivo es identificar los posibles peligros así como el tipo, la cantidad y la efectividad de las contramedidas que se deben utilizar para tomar decisiones de diseño consistentes.

Después de la exitosa implementación de las soluciones provistas por la evidencia documentada a partir de inspecciones y/o pruebas, se analizará y evaluará la eliminación del problema. Las actividades del análisis de seguridad se describen en detalle en este plan.

Con todas las pruebas e inspecciones se realiza un informe y todo peligro identificado se registra como peligro. Esto garantiza la trazabilidad completa de los análisis y los resultados.

El equipo de RAMS se encargará del análisis de seguridad de los sub-sistemas.

Figura 7 muestra que para este proceso se adopta el flujo.



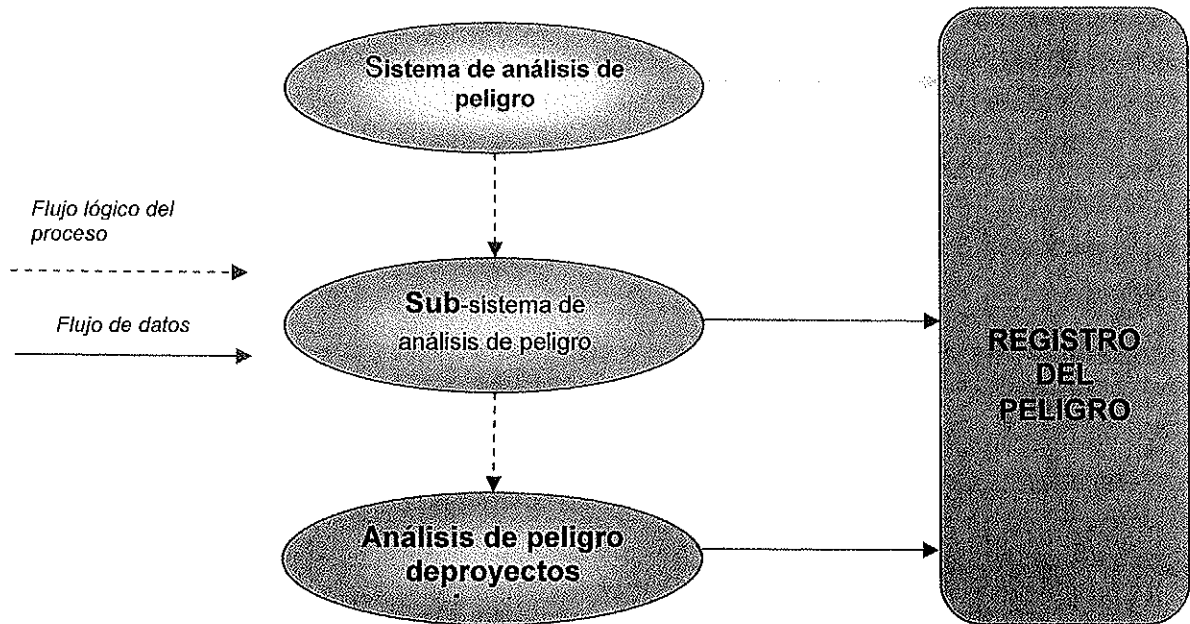



Figura 7: Análisis de la gestión de seguridad

1.7.3.3 Evaluación de riesgos

El objetivo de la seguridad es mantener un nivel de seguridad en el proyecto.

La autoridad responsable de cada fase llevará a cabo el análisis de riesgos en dicha fase del ciclo de vida del sistema y lo documentará.

Del mismo modo, y de acuerdo con [S.1], los objetivos de la seguridad se definen de acuerdo con los criterios aceptables para los niveles de riesgo identificados en situaciones peligrosas y eventos indeseados.

A fin de verificar la aceptabilidad de una situación peligrosa, [S.1] recomienda relacionar la gravedad del posible accidente con su frecuencia: un accidente con consecuencias graves pero con frecuencia muy baja es aceptable, mientras que un accidente con consecuencias menos graves pero con mayor frecuencia no es aceptable. Esta comparación se puede representar en forma de matriz "frecuencia – intensidad".

Este enfoque se utiliza, en adelante, para definir el nivel de seguridad que se debe alcanzar en cada línea de metro.



006287

1.7.3.3.1 FRECUENCIA DE EVENTOS PELIGROSOS

De acuerdo con [S.1], las probabilidades o la frecuencia en que se repite un evento peligroso se clasificará como se define a continuación y de acuerdo con las siguientes categorías (ver Tabla 9):

Nivel de frecuencia	Descripción	Rango de frecuencia (eventos/hora)
Frecuente	Con probabilidad de ocurrir frecuentemente. El peligro se repetirá continuamente.	$f \geq 1 \cdot 10^{-5}$
Probable	Ocurrirá varias veces. Se puede esperar que ocurra frecuentemente.	$1 \cdot 10^{-6} \leq f < 1 \cdot 10^{-5}$
Ocasional	Con probabilidad de ocurrir varias veces durante la vida útil del sistema. Se puede esperar que ocurra varias veces.	$1 \cdot 10^{-7} \leq f < 1 \cdot 10^{-6}$
Remoto	Con probabilidad de ocurrir alguna vez durante la vida útil del sistema. Se puede esperar que ocurra algunas veces a lo largo de la vida del sistema.	$1 \cdot 10^{-8} \leq f < 1 \cdot 10^{-7}$
Improbable	Improbable que ocurra pero posible. Se puede suponer que ocurrirá excepcionalmente durante la vida del sistema.	$1 \cdot 10^{-9} \leq f < 1 \cdot 10^{-8}$
Increíble	Muy improbable que ocurra. Se puede suponer que no ocurrirá durante la vida de todo el sistema.	$f < 1 \cdot 10^{-9}$

Tabla 9: Niveles de probabilidad de los peligros

1.7.3.3.2 NIVELES DE INTENSIDAD DE LOS PELIGROS

De acuerdo con [S.1], a continuación se clasificarán en una serie de categorías, los niveles de intensidad de los peligros y las consecuencias relacionadas con cada nivel de intensidad (ver Tabla 10):

Nivel de intensidad	Consecuencia para las personas o el medio ambiente	Consecuencia para el servicio
Catastrófico	Muertes y/o múltiples heridas graves y/o daños importantes al medio ambiente.	Pérdida de servicio del tren
Crítico	Una muerte y/o herida grave y/o daños importantes al medio ambiente.	Pérdida del tren o de un sistema/sub-sistema principal
Considerable	Herida menor y/o amenaza significativa para el medio ambiente	Daños graves al/a los sistema(s)/sub-sistema(s)
Insignificante	Posible herida menor	Daño menor al sistema/sub-sistemas

Tabla 10: Niveles de intensidad de los peligros

CONSORCIO [6663] NUEVO METRO DE LIMA



1.7.3.3.3 MATRIZ DE RIESGOS Y SEGURIDAD

Como muestra la siguiente matriz, la frecuencia de repetición y la intensidad de las consecuencias se combinan para procesar aún más los riesgos.

Esta matriz presenta las posibles combinaciones entre frecuencia de repetición e intensidad de las consecuencias de los peligros. También representa las diferentes zonas de aceptabilidad del riesgo.

		Niveles de riesgos			
		Insignificante	Intolerable	Intolerable	Intolerable
Nivel de	Frecuente	Insignificante	Intolerable	Intolerable	Intolerable
	Probable	Intolerable	Intolerable	Intolerable	Intolerable
	Ocasional	Intolerable	Intolerable	Intolerable	Intolerable
	Remoto	Insignificante	Intolerable	Intolerable	Intolerable
	Improbable	Insignificante	Insignificante	Intolerable	Intolerable
	Increíble	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Insignificante
		Insignificante	Considerable	Crítico	Catastrófico
		Intensidad			

Tabla 11: Matriz de riesgos

Para determinar a qué zona pertenece cada riesgo, se los debe evaluar por separado. La siguiente tabla muestra la evaluación de riesgos y las reglas de aceptabilidad que definen la consiguiente estrategia de mitigación de riesgos.

Categoría de riesgos	Acciones para poner en práctica en cada categoría
Intolerable	Se debe eliminar Solo se aceptará cuando la reducción del riesgo sea inviable y con el consenso de la Autoridad Ferroviaria o la Autoridad Reguladora de Seguridad, según corresponda
Intolerable	Es aceptable con el control adecuado y el consenso de la Autoridad Ferroviaria
Insignificante	Es aceptable con/sin el consenso de la Autoridad Ferroviaria

Tabla 12: Evaluación y aceptación de los riesgos

Principio ALARP

En el proyecto se aplica el principio ALARP (Tan bajo como sea razonablemente factible). Este principio permite definir las clases de aceptabilidad de las situaciones peligrosas representadas por cada combinación "frecuencia – intensidad". El principio ALARP, tal como se define en EN 50126 se puede representar en el siguiente diagrama (ver Figura 8).



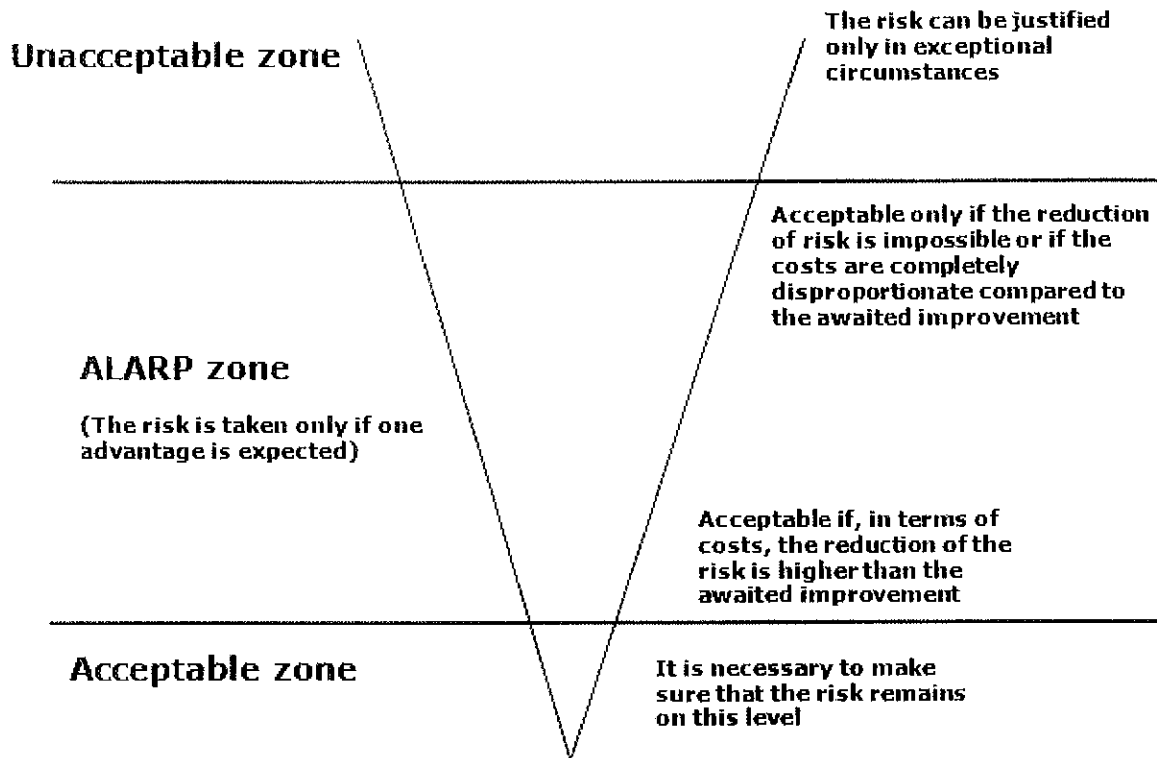


Figura 8: Principio ALARP

La matriz de riesgos se dividirá en categorías de riesgos como se indica en [S.1]; la categoría "Indeseable" se indicará como el ÁREA ALARP.

Este diagrama se utilizará del siguiente modo para cada riesgo identificado:

- Algunos riesgos son tan importantes y algunas consecuencias tan inaceptables que resultan intolerables y no se pueden justificar de ningún modo. El área superior define los niveles de riesgo que son intolerables. Si el nivel de riesgo no se puede reducir por debajo de este límite, la operación no debe llevarse a cabo.
- El área inferior de este diagrama define la región ampliamente aceptable donde se considera que los riesgos son tan bajos que los criterios de ALARP probablemente no justificarían ningún arduo esfuerzo para reducirlos aún más.

El área entre el área superior y el área inferior se denomina región ALARP. Cabe destacar que no es suficiente demostrar que los riesgos están en la región ALARP. Se debe lograr que sean tan poco frecuentes como sea razonablemente factible. Existen varias maneras de demostrar ALARP. Puede ser suficiente mostrar que se están aplicando los mejores estándares y las mejores prácticas actuales. Para los nuevos desarrollos, o los casos en que se duda sobre la idoneidad de los estándares y las prácticas actuales, se pueden incorporar los conceptos de análisis de costo versus beneficio y valor de vida.

SEVICIOS TÉCNICOS Y
ASISTENCIA ESPECIALIZADA
EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



1.7.3.4 Funciones de la seguridad

Para cada peligro el análisis casual identificará las funciones de seguridad del sistema y el sub-sistema correspondiente involucrado. A cada función se asignará un SIL.

1.7.3.5 Asignación de nivel de integridad de la seguridad

El equipo de RAMS estudiará cómo contribuye cualquier sub-sistema al funcionamiento total (incluso los modos degradados). A este fin, se analizarán todas las funciones, incluso aquellas que no pueden ocasionar situaciones peligrosas por sí mismas; las consecuencias de su degradación en el nivel de seguridad del sistema se contemplarán en la cuantificación final de niveles de riesgo.

A cada elemento (sub-sistema, equipo, componentes de hardware o software) se asignarán SIL del sistema de metro durante los estudios de seguridad o de análisis anteriores.

Los niveles de integridad de la seguridad (SIL), de 1 a 4, cumplirán las definiciones descritas en [S.1]:

- SIL 4 es el nivel de seguridad más alto,
- SIL 0 significa que no se deben considerar restricciones de seguridad.

Los SIL se determinarán a través de la metodología que se define en el apéndice A de [S.4]: para la intensidad de cada accidente, la frecuencia máxima que conlleva a un peligro aceptable se considera y convierte en un SIL (ver Tabla 13).

Nivel de intensidad	SIL	Índice de peligros tolerables (THR) por hora	Consecuencia para el servicio
Catastrófico	4	$10^{-8} \leq THR < 10^{-9}$	Pérdida de todo el sistema
Crítico	3	$10^{-8} \leq THR < 10^{-7}$	Pérdida de un sistema principal
Considerable	2	$10^{-7} \leq THR < 10^{-6}$	Daños graves en el/los sistema/s
Insignificante	1	$10^{-6} \leq THR < 10^{-5}$	Daños menores en el sistema

Tabla 13: Niveles de integridad de la seguridad

El equipo de RAMS procesará los niveles intermedios de integridad de la seguridad 1 y 3 respectivamente como niveles de integridad de la seguridad 2 y 4.

También llevará a cabo actividades de garantía de seguridad que incluyen verificación, validación y demostración de seguridad tal como indica el estándar [S.1] en función de la clasificación de los SIL.

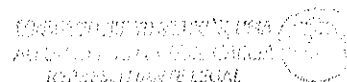
En el caso de las funciones relevantes para la seguridad, los fallos aleatorios y sistemáticos se mitigarán con el uso de métodos/principios de diseño adecuados como lo definen los estándares [S.3] y [S.4] de CENELEC, en función de la clasificación de los SIL.

1.7.3.6 Materiales peligrosos y de otras clases

Se deberán seleccionar materiales no metálicos para utilizar a bordo, en el OCC, en estaciones y otras instalaciones donde pueda haber personas a fin de evitar incendios, la propagación de gases tóxicos y la emisión de humo (se respetará el estándar correspondiente).

Los mismos principios se aplican para cables e hilos. Además de estos componentes, también se debe poner atención a:

- la resistencia de aislamiento;



- las capacidades de resistencia por abrasión al roce, corte dinámico e inmersión en fluido;
- las capacidades de integridad de circuito y sobrecarga;
- la separación de suministros.

1.8 ACTIVIDADES DE SEGURIDAD

Este capítulo presenta el resumen de las fases y la documentación del proyecto que se llevará a cabo a lo largo del desarrollo del proyecto a nivel de sistema y sub-sistema a fin de demostrar el nivel de seguridad de cada fase del proyecto, a fin de diseñar, a la vez, el estudio de seguridad del servicio de cobro de billetes.

Como se especifica en §9.2.1 ÷ §9.2.3 de [R.2], el ciclo de vida del proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambeta presenta las siguientes fases:

- a) Fase de diseño (*diseño*)
- b) Fase de fabricación, construcción e instalación (*construcción – realización*)
- c) Pruebas y puesta en servicio
- d) Servicio de cobro de billetes

De modo general, todos los documentos que se proporcionarán (Ref. [R.1], Anexo 6, §9.2.2÷§9.2.3, y §10) se rigen por los documentos normativos, en especial, los estándares CENELEC [S.1], [S.3] y [S.4]

1.8.1 Actividades de seguridad del sistema

1.8.1.1 Diseño

1.8.1.1.1 PLAN DE SEGURIDAD DEL SISTEMA

El objetivo del plan de seguridad del sistema es definir las actividades de seguridad, tanto a nivel directivo como técnico, que el equipo de RAMS llevará a cabo a nivel de sistema y sub-sistemas del metro, durante el ciclo de vida del proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambeta del metro de Lima y Callao. Las interacciones entre los diferentes sub-contratistas se tiene en cuenta a fin de garantizar que la gestión de los problemas de seguridad a lo largo del proyecto sea tal que todo el sistema pueda cumplir los requisitos de seguridad.

Los contratistas deben considerar este documento como documento de referencia para preparar la documentación sobre seguridad prevista para el proyecto.

Se desarrollarán otros planes secundarios que cubran el trabajo de seguridad por realizar en el sistema y los sub-sistemas. Los planes de seguridad de los sub-sistemas están subordinados al plan del proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambeta del metro de Lima y Callao y estos documentos deben cumplir los requisitos establecidos por el documento principal.

Los objetivos de este plan de seguridad del sistema son:

- definir el proceso de seguridad para el proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambeta del metro de Lima y Callao a lo largo del ciclo de vida del desarrollo, la implementación y el funcionamiento del metro.
- presentar la estrategia para la aprobación del ingeniero.
- planificar la revisión y la actualización de los requisitos de seguridad de acuerdo con [S.1].
- obtener la autorización del Empleador y estar sujeto a inspecciones y aceptación.

El documento se actualizará después de cada fase del proyecto.

El plan de seguridad del sistema en especial describirá:

- La política de seguridad;
- La organización en cuanto a seguridad de las diferentes entidades involucradas en ella;


 Consorcio Nuevo Metro de Lima
 PLAN DE SEGURIDAD DEL SISTEMA
 Ramal Av. Faucett – Av. Gambeta

- Las tareas de seguridad que se llevarán a cabo durante cada fase del proyecto;
- La lista de documentos sobre seguridad a seguir en cada fase del proyecto;
- La descripción de la metodología definida para el análisis de seguridad que se utilizará durante el diseño y el desarrollo del proyecto;
- La descripción del método de verificación.
-

1.8.1.1.2 ANÁLISIS PRELIMINAR DE LOS PELIGROS DEL SISTEMA Y ASIGNACIÓN DE SIL

El alcance de este documento es definir los requisitos de seguridad cuantitativos que garantizarán el funcionamiento seguro del proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambeta.

El cumplimiento de estos requisitos, asignados al sub-sistema, garantizará que se pueda llevar a cabo el proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambeta del metro de Lima y Callao.

La identificación de los peligros del sistema y su análisis, desarrollados en este documento durante la fase de diseño, es un análisis sistemático del sistema en el que se pretenden identificar potenciales eventos peligrosos que podrían arriesgar la seguridad de los pasajeros, los empleados y terceros, y no considera los peligros que pueden ocasionar solo pérdidas económicas o daños a la propiedad.

Las actividades de los análisis de peligros se subdividen en cuatro categorías, como se detalla a continuación:

- análisis de peligros del sistema,
- análisis de peligros en interfaces,
- análisis de peligros del sub-sistema,
- análisis de peligros operativos y de soporte.



El tema de este documento son los análisis relevantes a los peligros del sistema y a los peligros de interfaz.

Los análisis de peligros de los sub-sistemas los llevarán a cabo los proveedores durante el desarrollo del diseño de los detalles y se incluirán en los documentos pertinentes.

Los análisis de peligros operativos y de soporte se llevarán a cabo una vez que se establezcan las reglas de circulación del tren.

Esta identificación de los peligros a nivel del sistema y su análisis genera una lista de peligros a nivel del sistema y de la interfaz que servirá, en el desarrollo del proyecto, como una lista de control de requisitos donde todos los sub-sistemas demostrarán que los sistemas dentro de su alcance de trabajo han sido diseñados para eliminar la posibilidad de que se generen peligros o reducir esta probabilidad a un nivel aceptable que debe ser tan bajo como sea razonablemente factible (ALARP).

La identificación de los peligros a nivel del sistema y su análisis se logra a través del enfoque De arriba abajo que, comenzando desde la definición de accidente utilizada en los Sistema de metro, identifica los peligros con sus causas y consecuencias, estima las posibles medidas que podrían implementarse a fin de mitigar, eliminar o controlar los riesgos relacionados y por último, después de implementar las medidas de mitigación, estima los riesgos residuales.

El resultado de este análisis de peligros es una lista de peligros necesaria para la asignación de los SIL a la función de seguridad.

Los requisitos SIL especificados para todas las funciones de seguridad pertinentes a nivel del sistema se asignarán al sub-sistema involucrado. Luego, a nivel de sub-sistemas, a estos requisitos se asignarán equipos y/o componentes, y se confeccionarán los análisis correspondientes de acuerdo con los métodos y requisitos definidos en [S.4].

El análisis preliminar de peligros del sistema y la asignación de SIL describirá las siguientes actividades:



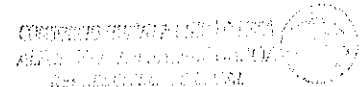
006293

- Identificar la lista de peligros del sistema
- Identificar la lista de peligros en interfaz
- Evaluar los riesgos de estos peligros
- Identificar la función de seguridad del sistema
- Asignar los SIL a las funciones de seguridad
- Asignar cada función de seguridad a los sub-sistemas.
- Identificar, cuando sea posible, las instalaciones externas de reducción de riesgos
- proporcionar a los proveedores los criterios de diseño, en función de los SIL asignados, con los cuales verificar o justificar las soluciones de diseño de los sub-sistemas correspondientes
-

1.8.1.1.3 REVISIONES DE LA SEGURIDAD DEL SISTEMA

La organización del equipo de RAMS gestiona y controla la implementación del programa de seguridad descrito en el plan de seguridad, tanto a nivel del sistema como de los sub-sistemas, mediante:

- la gestión de los problemas sobre seguridad relacionados a la interfaz entre las obras civiles y el sistema ferroviario
- la revisión y la aprobación de la seguridad de los sub-sistemas y los planes de los estudios de seguridad;
- la revisión y la aprobación de los análisis de seguridad de los sub-sistemas y los problemas sobre seguridad de la interfaz;
- revisión y aprobación de los estudios de seguridad de los sub-sistemas;
- realización de auditorías de seguridad y/o revisiones de seguridad a fin de monitorear el cumplimiento de los requisitos de seguridad de los sub-sistemas y los problemas de seguridad de la interfaz;
- examen de otros documentos técnicos emitidos a nivel de sub-sistemas;
- monitoreo del progreso de las actividades mediante informes de progreso periódicos (mensuales) entregados por cada una de las partes involucradas en el plan de seguridad;
- desarrollo y control de planificación mensual para la entrega de documentos relacionados con la seguridad;
- procedimientos de gestión de seguridad ad hoc;
- reuniones sobre la gestión de la seguridad.



Pueden llevarse a cabo auditorías periódicas a fin de verificar la implementación del programa de seguridad. Estas auditorías, documentadas y revisadas por el personal de administración, serán parte del proceso de seguridad y se llevarán a cabo en todo el ciclo de vida del proyecto. Como se especifica en §9.2.2 de [R.2] se llevarán a cabo *al menos una vez en cada fase del proyecto*.

Las revisiones de seguridad representan la tarea de verificación de la seguridad requerida por [S.1] y que se deben llevar a cabo durante las fases principales del desarrollo del proyecto a fin de verificar que se cumplan los requisitos de diseño de seguridad y para revisar los análisis de seguridad.

Todos los documentos técnicos que describen funciones/componentes con importancia relacionada a la seguridad se examinan para verificar si cumplen los requisitos de seguridad.

Dentro de la organización del equipo de RAMS, las listas de control se utilizan para verificar que se hayan completado las actividades relacionadas a la seguridad así como su evolución y para garantizar que determinadas tareas de seguridad (análisis de peligros del sistema, inspección de documentos) se lleven a cabo correctamente.

Página 47



006294

Durante la evolución del proyecto, se realizan controles mensuales con las listas de control mencionadas a fin de garantizar la supervisión continua de las actividades de seguridad y la idoneidad de los requisitos de seguridad. Estos controles los realiza el equipo de seguridad y puede involucrar (cuando corresponde) al departamento de ingeniería o de puesta en marcha de los proveedores.

1.8.1.1.4 GESTIÓN Y REGISTRO DE PELIGROS DEL SISTEMA (SHML)

La identificación y la gestión de los peligros es un elemento fundamental del programa de gestión de seguridad ya que contribuye con evidencia sobre seguridad a nivel sistema y sub-sistemas. Por lo tanto, sucede lo siguiente:

- La información relativa a la identificación de peligros se formaliza en un registro central de peligros, que proporciona un medio con el cual controlar que se completen las acciones que surgen de los estudios de identificación de peligros.
- La base de datos del registro central de peligros permite realizar una lista con todos los peligros, verla, imprimirla, clasificarla y modificarla a fin de colaborar con la gestión del proceso de mitigación de riesgos. Bajo la coordinación del Director de RAMS de SPV, la organización del equipo de RAMS realiza el mantenimiento y la actualización del registro central de peligros, al cual pueden acceder los responsables del diseño de los sub-sistemas.
- Más adelante se tratará la información sobre el contenido del registro central de peligros y los procedimientos que deben seguir todas las partes a fin de contribuir con su actualización.

En general, un peligro está totalmente controlado cuando todas las acciones necesarias para garantizar que el riesgo permanezca en el nivel estimado se han implementado en el sistema ferroviario final (se entiende por "sistema" a la combinación de equipo, personas y procedimientos). En otras palabras, un peligro se puede limitar cuando:

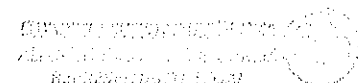
- se han implementado las funciones del diseño de mitigación
- se han completado las inspecciones y las pruebas de seguridad
- se han establecido las instrucciones y los procedimientos operativos
- se han establecido los planes y las instrucciones de mantenimiento
- se ha completado la formación del operador y el encargado de mantenimiento

Los responsables de los peligros deben considerar cuidadosamente cada peligro y si es necesario, deben definir las acciones específicas para garantizar que las 5 actividades anteriores se hayan completado, independientemente de si la parte responsable de completar la actividad está dentro de su organización o de la organización de la parte de otro proyecto. Para limitar un peligro se deben completar todas las acciones, y para cada acción se debe documentar la evidencia.

El Registro de peligros comenzará a utilizarse en la fase de diseño y se actualizará a lo largo de todas las fases.

A nivel de sub-sistemas, los socios realizarán las actividades necesarias correspondientes a los análisis de peligros y a la evaluación de riesgos. El Registro central de peligros incluirá:

- una lista con los peligros identificados
- combinaciones de condiciones precursoras
- combinaciones de resultados potenciales
- detalles de suposiciones y límites de los análisis
- comentarios
- nivel de riesgos
- acciones recomendadas y responsabilidades



CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

Página 48

006295

- acción implementada y fecha de cierre.

•

1.8.1.1.5 ESTUDIO DE SEGURIDAD DEL SISTEMA

El objetivo es proporcionar toda la evidencia de que el sistema está construido de acuerdo con los requisitos de seguridad del diseño. En ese caso, el sistema será aceptado para el servicio de cobro de billetes.

De todos los análisis de seguridad anteriores, esta actividad además evaluará que el sistema cumpla con los requisitos de seguridad generales. En especial, será necesario registrar los peligros residuales identificados durante la verificación del sistema y garantizar que los riesgos se gestionen de manera efectiva.

Se harán recomendaciones para garantizar la seguridad del personal y de la propiedad.

El estudio de seguridad documentará las actividades de seguridad especificadas en [S.1] y se emitirán al menos después de la fase de diseño y la fase de prueba a fin de garantizar que el proyecto del metro evoluciona de acuerdo con los criterios de seguridad.

La verificación de los requisitos se realizará durante los períodos de prueba antes de la puesta en funcionamiento comercial. Si esta verificación falla, el equipo de RAMS revisará el diseño e implementará cambios en el diseño sin costo para el Empleador.

Se evaluará toda la evidencia sobre seguridad del estudio de seguridad a fin de verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad.

Incluirá:

- La gestión de la calidad
- La gestión de la seguridad
- La funcionalidad y las técnicas de seguridad utilizadas dentro del sistema;
- Idoneidad del cumplimiento de los requisitos de seguridad, incluidos los requisitos de SIL del sistema.

El estudio de seguridad técnico incluirá documentación de soporte que explicará los principios técnicos que garantizan la seguridad del diseño: análisis, verificaciones, informes de pruebas, etc.

Como especifica §9 de [R.1], se reunirá toda la evidencia y las evaluaciones de seguridad producidas a lo largo de las actividades de seguridad y el Empleador y el **Evaluador independiente de seguridad (ISA)** las examinarán para obtener la aprobación de seguridad.

El Empleador y la autoridad de seguridad competente revisarán el estudio de seguridad a fin de verificar que sean consistentes con estos requisitos:

- en caso de inconsistencia, el Empleador o la autoridad de seguridad competente devolverá el estudio de seguridad con recomendaciones para su modificación;
- en caso de ser consistente, el Empleador o la autoridad de seguridad competente finalmente enviará el estudio de seguridad al Evaluador Independiente de seguridad para su revisión y aprobación.

En caso de llegar a una conclusión negativa, el estudio de caso se devolverá con recomendaciones para su modificación.

1.8.1.2 Fase de fabricación, construcción e instalación

1.8.1.2.1 CONCEPTO DE EVACUACIÓN DE EMERGENCIA

El objetivo es describir los principios de seguridad que se deben justificar en el diseño de las instalaciones de evacuación, emergencia y rescate que los pasajeros utilizarán en caso de evacuación y que los equipos de rescate utilizarán para asistirlos en escenarios de emergencia. Este documento se considera un aporte para las actividades de seguridad a cargo del operador.


 MINISTERIO DE TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURA
 DIRECCIÓN GENERAL DE REGULATORIA Y LEGAL


006296

Al final del proyecto, el documento se emitirá para garantizar que el operador adopte los procedimientos de emergencia adecuados.

1.8.1.2.2 ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DEL SISTEMA

El objetivo de este documento es definir y planificar, siguiendo el estándar [S.1] como guía, las actividades de verificación y validación que se deben seguir a nivel del sistema durante el ciclo de vida de seguridad del proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta del metro de Lima y Callao.

Para cada fase del ciclo de vida, el plan define todas las actividades de validación y verificación y cómo se llevarán a cabo. Del plan de VyV específico de los sub-sistemas provendrán las actividades de validación y verificación específicas estrictamente relacionadas con los sub-sistemas tecnológicos.

En especial, el departamento de Ingeniería, y no la organización de la seguridad, emitirá el plan de VyV del sistema. La organización de la seguridad será solo responsable de verificar y validar los aspectos relacionados con la seguridad.

En cuanto a las actividades de verificación, la inspección de documentos y la revisión del diseño de:

- el estado completo de la evaluación de riesgos y la aceptabilidad;
- la idoneidad del registro de peligros y planes de seguridad;
- la evaluación de los criterios de seguridad del sistema, los sub-sistemas, los componentes y las instalaciones;
- la evaluación de la exactitud de la documentación de seguridad;
- el cumplimiento de los requisitos de seguridad, del plan de seguridad actualizado, del registro de peligros y de los estudios de seguridad;
- la consistencia en los cambios que coincidan con los requisitos de seguridad y cada estudio de seguridad del sistema.

En cuanto a las actividades de validación:

- la validación de los requisitos de seguridad de cualquier objetivo y política de seguridad;
- la evaluación de la consistencia e idoneidad del análisis de riesgos;
- la planificación de las pruebas de seguridad;
- el control de la documentación de la evaluación de consistencia e idoneidad del análisis de riesgos;
- el control de las actividades que demuestran que todas las actividades de validación planificadas se han completado, y que proporcionan justificación por desviarse del plan de seguridad.

1.8.1.2.3 PLAN DE PRUEBAS DEL SISTEMA

El objetivo de este documento es presentar el plan de actividades de las pruebas de integración relativo a la seguridad del sistema y no a las funciones y los requisitos de la seguridad.

Este documento representará la base para las actividades de VyV a nivel del sistema.

El departamento de Ingeniería, y no la organización para la seguridad del sistema, emitirá el plan de pruebas del sistema. La organización para la seguridad del sistema será responsable solo del control y de la verificación y validación de estas pruebas en cuanto a los aspectos relacionados con la seguridad.

En especial, el equipo de diseño/ingeniería planifica y especifica todas las pruebas necesarias para verificar las funcionalidades del sistema y crea un plan de pruebas que incluye los procedimientos de prueba correspondientes.

SE-00000000000000000000
 0000000000000000000000
 0000000000000000000000




006297

La intención de las actividades de seguridad de VyV es identificar todas las pruebas del sistema, verificando la exactitud de las especificaciones y finalmente mejorando la prueba o añadiendo nuevas pruebas. Las pruebas relacionadas con la seguridad principalmente derivarán de la lista de funciones a nivel del sistema relacionadas con la seguridad. Cada función relacionada con la seguridad se basa en un conjunto de funciones/equipos/aspectos técnicos que constituyen la función misma y que se han probado.

En lo que respecta a los resultados de las pruebas de seguridad de los sub-sistemas, se debe recopilar toda la evidencia de las pruebas y presentarla de acuerdo con el plan de VyV del sistema a fin de demostrar que las funciones de seguridad asignadas han sido comprobadas, que los requisitos cualitativos de seguridad han sido completados y que las medidas para mitigar los peligros han sido correctamente implementadas.

1.8.1.3 Pruebas y puesta en marcha

1.8.1.3.1 INFORMES DE LAS PRUEBAS DEL SISTEMA

El objetivo de este documento es sustentar el resultado de las pruebas de todo el sistema.

El equipo del departamento de ingeniería, construcción y puesta en marcha, y no la organización para la seguridad, emitirá el Informe de pruebas del sistema a nivel del sistema. La organización para la seguridad será responsable solo del control y de la verificación y validación de estas pruebas en cuanto a los aspectos relacionados con la seguridad y en especial, en cuanto a los resultados de las pruebas y las actividades relacionadas con la seguridad.

De hecho, algunas pruebas podrían relacionarse con la seguridad a fin de verificar el cumplimiento de los requisitos cualitativos de la seguridad. La documentación relativa al cumplimiento de los requisitos cualitativos de la seguridad se presentará en el estudio de seguridad del sistema (descrito en la siguiente sección).

En lo que respecta a los resultados de las pruebas relacionadas con la seguridad del sistema, el equipo de construcción y puesta en marcha, bajo la coordinación del director de seguridad del sistema de VyV recopilará la evidencia de las pruebas y la presentará de acuerdo con el plan de VyV a fin de demostrar, por medio de las actividades en fábrica y en campo, que las funciones de seguridad asignadas han sido probadas. Los informes de las pruebas relacionadas con la seguridad de los sub-sistemas se desarrollan en la documentación relativa a la seguridad del sistema.

1.8.1.3.2 ESTUDIO DE SEGURIDAD DEL SISTEMA

Este documento representará la continuación del estudio de la seguridad del sistema que se realiza en la fase de diseño. De hecho, presentará toda la evidencia para que el sistema sea aceptado para el servicio de cobro de billetes y demostrará que cumple los requisitos de seguridad generales, incluido el control de las interfaces, las condiciones de aplicación y todas las pruebas relacionadas con la seguridad.


 CONSORCIO [6673]
 NUEVO METRO DE LIMA


006298

1.8.2 Actividades relacionadas con la seguridad de los sub-sistemas

Las actividades a nivel de los sub-sistemas se aplican a los siguientes componentes del sistema ferroviario:

- Señalización y control de tren
- Sistema de comunicación
- SCADA
- Material rodante
- Potencia de tracción y suministro eléctrico;
- PSD
- Trabajo en las vías;
- Equipo de depósito/taller
- Recolección automática de tarifas

1.8.2.1 Diseño

1.8.2.1.1 PLAN DE SEGURIDAD DE LOS SUB-SISTEMAS

El objetivo del plan de seguridad de los sub-sistemas es definir las actividades de seguridad, tanto a nivel directivo como técnico, que el director de los sub-contratistas de RAMS llevará a cabo durante el ciclo de vida de cada sub-sistema del proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambeta del metro de Lima y Callao.

Los planes de seguridad de los sub-sistemas se confeccionarán como instrumento para demostrar el cumplimiento del plan de seguridad del sistema, y proporciona información suficiente (o referencia a otros documentos pertinentes) para demostrar la idoneidad de las actividades a seguir durante el ciclo de vida de los sub-sistemas. El formato y el alcance general del plan de seguridad de los sub-sistemas es similar al del plan de seguridad del sistema pero más detallado, ya que se refiere a los controles inmediatos de diseño, fabricación, construcción y funcionamiento de dicho sub-sistema.

De acuerdo con el proceso de seguridad, este:

- incluirá todas las partes del proceso de seguridad pertinentes de acuerdo con [S.1];
- incluirá un resumen del estudio de seguridad de los sub-sistemas;
- deberá reflejar, entre los demás argumentos, la estrategia para la aprobación;
- deberá cumplir con el marco definido en el plan de seguridad del sistema.

El plan se actualizará con cada tarea relacionada con la seguridad en caso de que futuros eventos significativos del proyecto requieran una revisión. En relación a esto, las solicitudes del Empleador y/o del Evaluador de seguridad se tendrán en cuenta debidamente.

MINISTERIO DE TRANSPORTES
REPUBLICANA Y LEGAL



1.8.2.1.2 ANÁLISIS Y REGISTRO DE PELIGROS DE LOS SUB-SISTEMAS

El objetivo del análisis de peligros de los sub-sistemas es identificar los peligros de los sub-sistemas, incluidos entre ellos los que derivan de las interfaces con otros sub-sistemas que podrían arriesgar la seguridad de las personas (pasajeros, personal y terceros) durante el proyecto línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambeta del metro de Lima y Callao.

Cada peligro se analiza en cuanto a causa, consecuencias y otra información descrita en el documento ‘Gestión y Registro de Peligros del Sistema’ y se identifican las medidas de mitigación necesarias para eliminar o reducir el riesgo del peligro a fin de alcanzar el nivel ALARP y cumplir los límites de frecuencia máximos admisibles.

En función del análisis de peligros, se realizará una evaluación cuantitativa de los riesgos, garantizando que el riesgo asociado a cada peligro sea ALARP y que el presupuesto para

Página 52



006299

mitigarlo y los límites de frecuencia máximos admisibles se cumplan. En especial, la demostración de esto se llevará a cabo en el estudio de seguridad de los sub-sistemas.

Además, para cubrir las medidas de mitigación asociadas con cada peligro identificado, se las deberá relacionar con los requisitos de seguridad cualitativos a fin de garantizar que se acepten y cumplan los objetivos de seguridad cualitativos.

Los nuevos requisitos de seguridad que surgen a partir del análisis de peligros se añadirán también al registro de peligros a fin de garantizar su trazabilidad y cobertura.

En el análisis de peligros, los peligros y las medidas de mitigación las identifica el director de RAMS de sub-sistemas, quien tiene profundo conocimiento de los sub-sistemas (con el apoyo del equipo de Ingeniería), de los requisitos de seguridad asignados, de los escenarios de emergencia/funcionamiento, del proyecto y las experiencias anteriores, y lo hace mediante el aporte de ideas y reuniones con el equipo de Ingeniería, el equipo de RAMS y el director de RAMS de sub-sistemas de los otros sub-sistemas que interactúan.

A partir del análisis de peligros de los sub-sistemas, el registro de peligros se confeccionará de acuerdo con el documento 'Gestión y Registro de peligros del sistema'.

El registro de peligros consiste en una recopilación de registros de peligros (un registro por cada peligro identificado) y una recopilación de los registros de mitigación relacionados con los peligros identificados.

Cuando se produce un cambio en alguno de los peligros identificados o se identifica un peligro nuevo, el registro de peligros se actualizará a lo largo del ciclo de vida.

1.8.2.1.3 ESTUDIO DE SEGURIDAD DE LOS SUB-SISTEMAS

El estudio de seguridad de los sub-sistemas es el principal método para demostrar que los aspectos del diseño relacionados con la seguridad de los sub-sistemas se han gestionado correctamente dentro de los requisitos de gestión del proyecto.

El objetivo es demostrar la efectividad del nivel de Seguridad de acuerdo con las actividades de seguridad que requiere EN 50126 [S.1].

En Estudio de seguridad:

- documentará las actividades de seguridad pertinentes incluidas en [S.1], fases 1-6;
- demostrará el cumplimiento de la evaluación de riesgos del diseño en base al análisis de peligros, la identificación de sub-sistemas, funciones, equipo y/o componentes de seguridad, las especificaciones de las medidas de mitigación y los requisitos de seguridad necesarios y un análisis de riesgos cuantificado;
- reflejará, entre otros argumentos, la estrategia para la aprobación de la seguridad;
- deberá cumplir el marco definido en el estudio de seguridad del sistema.

De acuerdo con [S.4], los sistemas electrónicos de señalización relacionados con la seguridad deben desarrollar tres diferentes clases de estudios de seguridad (estudio de seguridad ATC): estudio de seguridad de un producto genérico (independiente de la aplicación), estudio de seguridad de una aplicación genérica (para una clase de aplicación), estudio de seguridad de una aplicación específica (para una aplicación específica).

Los procedimientos utilizados para revisar el diseño según el sistema de calidad del proveedor de sub-sistemas así como la evidencia de las revisiones de seguridad/diseño se documentan en los estudios de seguridad de los sub-sistemas. Cada estudio de seguridad trata asuntos de calidad en una sección especial.

Este documento será una referencia para el estudio de seguridad del sistema, con el cual será coherente y se actualizará al final de la fase de pruebas y puesta en marcha.

Los contenidos mínimos del estudio de seguridad de los sub-sistemas cubrirán los siguientes aspectos:

- descripción de los sub-sistemas
- informe de gestión de seguridad




006300

- informe de gestión de calidad
- análisis sistemático de las diferencias con respecto al sistema de referencia
- identificación, clasificación y evaluación sistemática de los riesgos
- identificación de las medidas de control
- información de la anterior instalación del sub-sistema
- detalles acerca del plan de pruebas
- informes de pruebas
- descripción de los criterios de diseño de la seguridad

El estudio de seguridad de los sub-sistemas tendrá sesiones específicas con contenido de los siguientes documentos:

- análisis de peligros de los sub-sistemas
- análisis de peligros operativos y de soporte
- informes de certificación de seguridad de los sub-sistemas

Con respecto al sistema de señalización también se proporcionarán sesiones específicas sobre:

- estudios de seguridad de un producto genérico del sub-sistema y, finalmente
- estudios de seguridad de una aplicación genérica del sub-sistema.

Con respecto a la certificación, se distinguirán tres casos:

- componentes anteriormente certificados, que NO requieren modificación para implementarlos en la aplicación específica de la presente oferta: en este caso, el equipo de RAMS proporcionará referencias y aprobaciones, es decir, estudios de seguridad, informes de seguridad técnicos, especificaciones técnicas, cronogramas de pruebas y validación, etc. Es importante dejar en claro que es esencial demostrar para cada aplicación "específica" que sus condiciones ambientales y el contexto de uso deben ser compatibles con las condiciones de la aplicación "genérica".
- componentes anteriormente certificados, que requieren alguna modificación para implementarlos en la aplicación específica de la presente oferta: en este caso, el equipo de RAMS proporcionará referencias y aprobaciones, es decir, estudios de seguridad, informes de seguridad técnicos, especificaciones técnicas, cronogramas de pruebas y validación, etc. para los productos genéricos que se modificarán, así como un análisis del impacto producido por las modificaciones en los componentes o el medio ambiente, junto con los documentos pertinentes a fin de demostrar el nivel de integridad de seguridad requerido (por ejemplo, estudios de seguridad actualizados).
- componentes no certificados (si corresponde): en este caso, se desarrollará el componente y se le aplicarán procesos de seguridad y de VyV los cuales cumplen las disposiciones de los estándares pertinentes al nivel de integridad de la seguridad que se le atribuye a este.

Los estudios de seguridad de los sub-sistemas tanto de la fase de diseño como de la fase de pruebas y puesta en marcha estarán sujetos a inspección y aceptación por parte del ISA.

En la fase de pruebas y puesta en marcha, se prepararán los estudios de seguridad de los sub-sistemas para que adopten las posibles modificaciones en los estudios de seguridad de los sub-sistemas de la fase de diseño.

1.8.2.2 Fase de fabricación, construcción e instalación

1.8.2.2.1 ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE LOS SUB-SISTEMAS

El objetivo de estas actividades es garantizar que los sub-sistemas se construyan de acuerdo con los requisitos de seguridad del diseño.

En cuanto a las actividades de verificación, la inspección de documentos y la revisión del diseño de:

006301

- el estado completo de la evaluación de riesgos y la aceptabilidad;
- la idoneidad del registro de peligros y los planes de seguridad;
- evaluación de los criterios de seguridad de los componentes y las instalaciones;
- la evaluación de la exactitud de la documentación de seguridad;
- el cumplimiento de los requisitos de seguridad, del plan de seguridad actualizado, del registro de peligros y de los estudios de seguridad;
- la consistencia en los cambios que coincidan con los requisitos de seguridad y cada estudio de seguridad de los sub-sistemas.

En cuanto a las actividades de validación:

- la validación de los requisitos de seguridad de cualquier objetivo y política de seguridad;
- la evaluación de la consistencia e idoneidad del análisis de riesgos;
- la planificación de las pruebas de seguridad;
- el control de la documentación de la evaluación de la consistencia e idoneidad del análisis de riesgos;
- el control de las actividades que demuestran que todas las actividades de validación planificadas se han completado, y que proporcionan justificación por desviarse del plan de seguridad.

1.8.2.2.2 PLAN DE PRUEBAS DE LOS SUB-SISTEMAS

El objetivo de este documento es presentar el plan de actividades de pruebas relativo a la seguridad del sistema y no a las funciones y los requisitos de la seguridad.

Este documento representará la base para las actividades de VyV a nivel del sistema.

El departamento de Ingeniería, y no la organización de RAMS, emitirá el plan de pruebas de los sub-sistemas. La organización de RAMS será solo responsable del control, la verificación y la validación de los aspectos relacionados con la seguridad.

En especial, el equipo de diseño/Ingeniería planifica y especifica todas las pruebas necesarias para verificar las funcionalidades de los sub-sistemas y crea un plan de pruebas que incluye los procedimientos de prueba correspondientes.

El equipo de seguridad de los sub-sistemas lleva a cabo las actividades de seguridad de VyV, cuya intención es identificar todas las pruebas relacionadas con los sub-sistemas, verificando la exactitud de las especificaciones y finalmente mejorando la prueba o añadiendo nuevas pruebas. Las pruebas relacionadas con la seguridad principalmente derivan de la lista de funciones a nivel de sub-sistemas relacionadas con la seguridad. Cada función relacionada con la seguridad se basa en un conjunto de funciones/equipos/aspectos técnicos que constituyen la función misma y que se han probado.

En lo que respecta a los resultados de las pruebas de seguridad de los sub-sistemas, se debe recopilar toda la evidencia de las pruebas y presentarla de acuerdo con el plan de VyV de los sub-sistemas a fin de demostrar que las funciones de seguridad asignadas se han comprobado que los requisitos cualitativos de seguridad se han completado y que las medidas para mitigar los peligros se han implementado.

1.8.2.3 *Pruebas y puesta en marcha*

1.8.2.3.1 INFORMES DE PRUEBAS DE LOS SUB-SISTEMAS

El objetivo de este documento es sustentar el resultado de las pruebas de los sub-sistemas.

El equipo del departamento de Ingeniería, construcción y puesta en marcha, y no la organización RAMS, emitirá el Informe de pruebas de los sub-sistemas. La organización RAMS será responsable solo del control y de la verificación y la validación de estas pruebas




006302

en cuanto a los aspectos relacionados con la seguridad y en especial, en cuanto a los resultados de las pruebas y las actividades relacionadas con la seguridad.

De hecho, algunas pruebas podrían relacionarse con la seguridad a fin de verificar el cumplimiento de los requisitos cualitativos de la seguridad. La documentación sobre el cumplimiento de todos los requisitos de seguridad cualitativos se presentará en el estudio de seguridad de los sub-sistemas para pruebas y puesta en marcha (T&C).

En lo que respecta a los resultados de las pruebas relacionadas con la seguridad de los sub-sistemas, el equipo de construcción y puesta en marcha recopilará la evidencia de las pruebas y la presentará de acuerdo con el plan de VyV a fin de demostrar, por medio de las actividades en fábrica y en campo, que las funciones de seguridad asignadas han sido probadas.

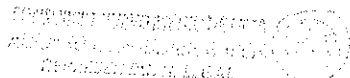
Los informes de las pruebas relacionadas con la seguridad de los sub-sistemas se desarrollan en la documentación relativa a la seguridad del sistema.

1.8.2.3.2 ESTUDIO DE SEGURIDAD DE LOS SUB-SISTEMAS

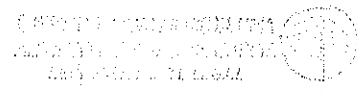
Este documento representará la continuación del estudio de seguridad de los sub-sistemas que se realiza en la fase de diseño. De hecho, incluirá un conjunto de pruebas de seguridad calificadoras, planificadas después de la instalación en el sitio a fin de verificar la instalación y el funcionamiento correctos así como el cumplimiento de los requisitos de seguridad de los sub-sistemas.

1.8.3 Resumen de los documentos finales sobre la seguridad del sistema y los sub-sistemas

La siguiente ref. Tabla 14 resume el ciclo de vida del proyecto, con sus correspondientes fases del ciclo de vida EN50126 y los principales documentos finales sobre seguridad a nivel de sistema y sub-sistemas, respectivamente:



Fase del proyecto	Fase del ciclo de vida (EN50126)	Doc. Finales sobre Seguridad del sistema	Doc. Finales sobre Seguridad de los sub-sistemas
(a cargo del Empleador)	1) CONCEPTO 2) DEFINICIÓN DEL SISTEMA Y CONDICIONES DE APLICACIÓN 3) ANÁLISIS DE RIESGOS 4) REQUISITOS DEL SISTEMA 5) ASIGNACIÓN DE REQUISITOS DEL SISTEMA	No disponible No disponible No disponible	No disponible No disponible No disponible
Diseño	6) DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Plan de seguridad del sistema Análisis preliminar de los peligros del sistema y asignación de SIL Gestión y registro de los peligros del sistema Registro de peligros del sistema Análisis cuantitativos de riesgos; Estudio de seguridad del sistema Revisión de la seguridad 	<ul style="list-style-type: none"> Plan de seguridad de los sub-sistemas Análisis de peligros de los sub-sistemas Registro de peligros de los sub-sistemas Estudio de seguridad de los sub-sistemas Estudio de seguridad de un producto genérico Estudio de seguridad de una aplicación genérica
Fabricación, construcción e instalación	7) FABRICACIÓN 8) INSTALACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Concepto de evacuación de emergencia Plan de pruebas del sistema Plan de VyV del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> Plan de pruebas de los sub-sistemas Plan de VyV de los sub-sistemas
Pruebas y puesta en marcha	9) VALIDACIÓN DEL SISTEMA (INCLUYE ACEPTACIÓN DE LA SEGURIDAD Y PUESTA	<ul style="list-style-type: none"> Informe de las pruebas del sistema; Informe de validación del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> Informe de pruebas de los sub-sistemas; Informe de validación de los sub-




[Handwritten signature]

Fase del proyecto	Fase del ciclo de vida (EN50126)	Doc. Finales sobre Seguridad del sistema	Doc. Finales sobre Seguridad de los sub-sistemas
	EN MARCHA)	<ul style="list-style-type: none"> Estudio de seguridad del sistema T&C 	<ul style="list-style-type: none"> sistemas; Estudio de seguridad de los sub-sistemas T&C Estudio de seguridad de una aplicación específica
Servicio de cobro de billetes	10) ACEPTACIÓN DEL SISTEMA 11) FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO (incluye monitoreo del desempeño)	No disponible	<p>Para Señalización</p> <ul style="list-style-type: none"> Estudio de seguridad de una aplicación específica
		No disponible	No disponible

Tabla 14: Actividades de seguridad y documentos finales durante el ciclo de vida del proyecto

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS



006305

<p>C.1.2</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>C) DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
----------------------------------	--

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

C.1.2.10 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

Índice

1. DESCRIPCIÓN	3
2. INSTALACIÓN Y MÉTODOS DE PRUEBA	3
2.1 ENTREGA EN EL SITIO Y ALMACENAMIENTO	3
2.2 CONTROLES DE ACEPTACIÓN EN EL SITIO	4
2.3 INSPECCIÓN EN EL SITIO Y MARCADO	4
2.4 INSTALACIÓN Y PRUEBAS	4
3. PUERTAS DE ANDEN	4
4. SUBESTACIONES ELÉCTRICA de alta tensión (seat) - SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RECTIFICADORAS (SER) Y cabinas eléctricas	6
5. GUIADO Y TENDIDO DE CABLES	8
6. SISTEMA DE SEGURIDAD Y DE BAJA TENSIÓN	9
7. SISTEMA DE CATENARIA (ESTÁNDAR Y RÍGIDA)	10
8. SEÑALIZACIÓN Y TELECOMUNICACIÓN	11
8.1 INSTALACIÓN EN LA VIA	11
8.2 ÁREAS DE LA ESTACIÓN Y SALAS DE EQUIPOS	12
8.3 PATIO TALLER	12
8.4 CENTRO DE CONTROL	13
8.5 INSPECCIÓN Y PRUEBAS EN CAMPO	13
8.6 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO	14

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA
LIMA, PERÚ



1. DESCRIPCIÓN

La instalación y el método de prueba usados por ASTS presentan la cantidad mínima de pasos necesarios para lograr un sistema completamente probado y en funcionamiento, minimizando los riesgos del programa. Siempre que sea posible, los pasos de instalación son simples y usan herramientas y equipos estándares. ASTS también maximiza el grado de montaje y prueba fuera del sitio y de esta manera se minimiza el riesgo de demora durante la instalación en el lugar al reducir la cantidad de interfaces y de personal necesario en el lugar cuando todos los sub-sistemas se encuentran finalmente montados e integrados.

La instalación de cada sistema se supervisa mediante supervisores cualificados con experiencia en cada tecnología. Mediante la coordinación en el sitio con los otros supervisores responsables de las otras tecnologías y supervisados por el administrador de la construcción, los supervisores aseguran que el sistema se instale según los requisitos de calidad y del programa. Esto implicará reuniones de coordinación diarias, semanales y mensuales en el sitio en diferentes niveles dentro de la organización.

La seguridad es de fundamental importancia durante el trabajo. El personal involucrado en el trabajo sigue todos los procedimientos y códigos en materia de seguridad y salud en todo momento.

La elevación y el desplazamiento de equipo se realiza mediante los medios adecuados según las declaraciones del método de trabajo, en conformidad con los requisitos de seguridad y de buenas prácticas. El equipo incluye camiones autocargadores, grúas, elevadores de horquilla, etc.

El método de instalación y prueba usado por ASTS y descrito en este documento se realiza en una serie de fases. Esto proporciona flexibilidad en el proceso de instalación y el programa de trabajo se puede ajustar en base a la disponibilidad del sitio del sitio.

Las fases se pueden resumir de la siguiente manera:

- Fase 1 Entrega en el sitio y almacenamiento
- Fase 2 Controles de aceptación en el sitio
- Fase 2 Inspección del sitio y marcado
- Fase 3 Instalación del equipo y tendido de cables
- Fase 4 Conexión de los cables
- Fase 5 Prueba de instalación y entrega para la prueba preliminar a la puesta en marcha

2. INSTALACIÓN Y MÉTODOS DE PRUEBA

2.1 ENTREGA EN EL SITIO Y ALMACENAMIENTO

Una vez concluidas las fases de fabricación y las pruebas en fábrica, los productos se embalarán y prepararán para la entrega y el transporte.

Los proveedores enviarán los suministros al almacén del sitio después de proporcionar la notificación y los documentos pertinentes (por ejemplo, lista de empaque, plazos del seguro, certificados de las pruebas en fábrica e informes de los certificados de conformidad) al oficial de logística, quien controlará antes del envío que cada proveedor emita la documentación necesaria para el envío/transporte. Los paquetes se preparan de manera adecuada para el transporte y envío/transporte de los elementos hasta el sitio de acuerdo al plan de entrega.

El oficial de logística coordinará con el almacén del sitio el arribo, el almacenamiento y la posterior entrega de los suministros a los equipos de instalación. Los materiales, después de recibirse y almacenarse en el sitio, se entregarán luego al instalador para los trabajos de construcción.

Las actividades en el sitio incluyen:

- La recepción de los elementos en el sitio y el almacenamiento en el almacén y en las áreas de almacenamiento al aire libre.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALMACÉN DE SUMINISTROS
REPRESENTANDO A LEGAL

- El control durante la llegada de los paquetes, incluyendo la conformidad a la lista de empaque y la inspección de posibles daños físicos.
- Inventario e informe.
- La entrega de los elementos al instalador de manera diaria según el plan de construcción y las necesidades de la obra.
-

2.2 CONTROLES DE ACEPTACIÓN EN EL SITIO

Antes de comenzar cualquier trabajo de instalación, el área de instalación debe haber sido entregada por el grupo contratista de obras civiles al equipo de instalación de ASTS. Como parte de este proceso es importante asegurarse que el sitio se encuentra en condiciones adecuadas para comenzar y finalizar la instalación de ASTS; incluyendo lo siguiente:

- Las rutas de acceso son adecuadas, están limpias y libres de obstáculos.
- Las áreas de almacenamiento en el sitio (si fueran necesarias) están disponibles y son seguras.
- Los procedimientos de posesión en el sitio se encuentran establecidos y se hacen cumplir incluyendo los controles de acceso al sitio y las medidas de seguridad.
- El suministro de energía y la iluminación adecuados están disponibles en el sitio de trabajo.
-

2.3 INSPECCIÓN EN EL SITIO Y MARCADO

El sitio se inspecciona para constatar que todas las interfaces físicas se encuentran de acuerdo con los documentos de interfaces acordados. Se controlará que las locaciones de ingeniería civil de respaldo estén preparadas para los trabajos de instalación del sistema de tránsito.

Se efectuará el marcado de la posición de los equipos antes de la fecha límite de acceso.

2.4 INSTALACIÓN Y PRUEBAS

Existe una serie de prerrequisitos que se deben confirmar antes de comenzar las fases de instalación. Toda la documentación de ingreso se verifica y se evalúa como completa y lista para la instalación incluyendo:

- Un conjunto completo y correcto de resultados de las pruebas de aceptación en fábrica.
- Un conjunto completo y aprobado de documentación de diseño de instalación.
- Todas las interfaces completamente documentadas dentro de los procedimientos de diseño e instalación.
- Las declaraciones del método se han producido y aprobado para todas las actividades de instalación.

Las actividades más importantes que se realizarán durante las fases de instalación consistirán principalmente en:

- Líneas de cables
- Cableado
- Instalación del equipo y cableado de las salas técnicas
- Instalación del equipo de arcén
- Inspección y prueba de la instalación

Los métodos de instalación de los elementos principales de los sub-sistema de tecnologías de transporte se pueden describir de la siguiente manera:

3. PUERTAS DE ANDEN

Inspección en el sitio y marcado

Órgano de Control de Calidad
ALTA GERENCIA DE CALIDAD
REVISIÓN TÉCNICA



- El sitio se inspecciona para constatar que todas las interfaces físicas se encuentran de acuerdo con los documentos de diseño e interfaz acordados. Se controlarán las locaciones de ingeniería civil de respaldo en el caso del sistema Puerta de Anden (PdA). La inspección incluirá las siguientes verificaciones:
-
- Posición vertical y horizontal de la anden de pasajeros civiles desde la posición de la vía y posición del diseño de las PdA.
- Posición vertical y horizontal de la estructura aérea civil en relación con la posición de la vía y la posición del diseño de las PdA.
- Largo de la anden civil y de la estructura aérea civil incluyendo el control de las provisiones civiles para las sujeciones de las PdA.
- En cada estación una inspección proporcionará los puntos de referencia de inspección a lo largo de la anden incluyendo las posiciones central y final de la anden.
- Los puntos de referencia de inspección mencionados anteriormente se usarán para individualizar la localización de cada punto de referencia de la instalación de las PdA que se establecerán a lo largo del borde de la anden; tales puntos de referencia identificarán la posición vertical y horizontal de las PdA.
- Desde los puntos de referencia para la instalación de las PdA se ubicarán los elementos de apoyo como postes estructurales; en caso de necesidad, se llevará a cabo luego la marcación de los sistemas de sujeción pertinentes mediante plantillas o sistemas similares.

Instalación mecánica a lo largo de la anden

Las etapas de instalación se indican a continuación en orden cronológico:

- Preparación de la anden
- Perforación de anden para el sistema de sujeción de postes (si fuera necesario)
- Instalación de postes, ménsulas y revestimientos
- Instalación de umbrales
- Instalación del conjunto de vigas superiores
- Instalación de los equipos electromecánicos
- Instalación de las puertas deslizantes automáticas.
- Instalación de las automáticas y de los paneles finales.
- Montaje de la caja de suspensión
- Ajustes verticales y horizontales de las puertas deslizantes automáticas y automáticas

Instalación eléctrica y conexión de cables

Las etapas de instalación eléctrica se indican a continuación en orden cronológico.

- Instalación de cables dentro de la caja de suspensión.
- Instalación de paneles, caja de conexiones y tablero eléctrico en las salas técnicas.
- Tendido de cables.
- Conexión de paneles y del tablero.
- Conexión de cables.
- Trabajos de puesta a tierra.
- Alimentación.

Prueba de instalación

- Las pruebas mecánicas en el sitio se realizarán sobre las puertas sin alimentación y en los paneles fijos dado que estos elementos se instalan a lo largo del borde de la anden e involucrarán la inspección visual y el control de las posiciones correctas de acuerdo a los diseños adecuados y a la libertad de movimiento de las hojas de las puertas. Todos los componentes que se instalarán en la caja de suspensión se deberán probar previamente en fábrica y por lo tanto no requerirán una prueba antes de la instalación en el sitio.
- Las pruebas eléctricas en el sitio se realizarán durante la instalación del cableado dentro de la caja de suspensión y entre la pantalla de la anden y las diferentes



006310

consolas y tableros eléctricos. Las pruebas punto a punto y de aislamiento, donde se apliquen, se realizarán en el momento de la conexión y se realizará un registro de la prueba según los requisitos del plan de calidad.

- Se realizará una entrega controlada y todos los registros de las pruebas de aceptación en fábrica y de instalación junto con una lista de las tareas más importantes se resumirán en un informe y se entregará al equipo de puesta en marcha para la puesta en marcha del nivel de sub-sistemas.

Pruebas de funcionamiento

La prueba de funcionamiento se realizará después de completar las pruebas en el sitio y después de que el suministro de energía eléctrica esté disponible.

- Los paneles eléctricos, las consolas y los suministros de energía se probarán por separado para su correcto funcionamiento.
- Cada conjunto de puertas accionadas por motor se harán funcionar individualmente un par de ciclos mediante el uso de los controles locales, durante los cuales se observarán las puertas y cualquier movimiento o ruido anormal será motivo de acciones correctivas. Por 1 ciclo se monitoreará el tiempo de apertura y cierre y deberán estar dentro de las tolerancias especificadas.
- También se controlará manualmente que las funciones de detección de obstáculos y de apertura manual operen tal como se especificó.
- Funcionamiento del sistema de puertas pantallas de la andén en una andén completa.
- Se simularán las interfaces con el sistema de señalización y (si hubiera) de monitorización, y se realizarán pruebas completas de funcionamiento.
- Las pruebas de interfaz se realizarán después de las pruebas de rendimiento y después de que las partes responsables hayan completado la puesta en marcha del sistema de señalización y del sistema de monitorización.
 - Estas pruebas serán iguales a las realizadas para la puesta de funcionamiento, excepto que las interfaces con los demás sub-sistemas no se simularán y se conectarán directamente con los sistemas de señalización y (si hubiera) de monitorización.
 - Se incluirán en las pruebas de interfaz cualquier otra prueba que implique operaciones del sistema de pantallas de la andén que sean requeridas por otros sub-sistemas que interactúan con las de para comprobar el funcionamiento correcto de las interfaces.

4. SUBESTACIONES ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN (SEAT) - SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RECTIFICADORAS (SER) Y CABINAS ELÉCTRICAS

A continuación se describen las principales metodologías relacionadas con la potencia de tracción y los equipos de la subestación y cabinas electricas.

Líneas de cables

- La instalación de las bandejas portacables se realizará dentro de las salas técnicas antes de la instalación del piso elevado. La instalación tomará en cuenta la posición y el nivel del piso elevado.

Sistema de conexión a tierra secundario

- Instalación del sistema de conexión a tierra secundario dentro de las salas técnicas.

Colocación de los equipos de las salas

- Después de la instalación del piso elevado se instalarán los equipos, que incluirán:
 - Conmutadores de HV
 - Conmutadores de MV
 - Transformadores para HV, MV
 - Transformadores para la potencia de tracción
 - Transformadores para la energía de los servicios auxiliares

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
CALLE 100 N. OFICINA GENERAL
MIRAFLORES DE LA VILLA, LIMA



- Tableros de conmutación del rectificador
- Conmutadores de 1500 Vcc
- Seccionadores de DC
- Tableros de panel de distribución de AC/DC
- Tableros de paneles lógicos y de relés
- Tableros de LV
- UPS
- Cargadores de batería
- Dispositivos de limitación de tensión
- Seccionadores de línea

Tendido de cables

- Los cables se instalan entre los equipos.
- Los conductores de puesta a tierra se instalan desde los equipos hacia el sistema secundario de puesta a tierra dentro de las salas técnicas.
- Se tienden los cables de alimentación entre la subestación y cada uno de los sub-sistemas conectados.
- Se tienden los cables externos desde el sistema de suministro de energía de la ciudad (red) pero no se conectan hasta la puesta en marcha.

Conexión de los cables

- Se conecta la red de tierra.
- Se concluye todo el cableado interno según el diseño.
- Se concluye todo el cableado externo según el diseño.

Prueba de la instalación

- Inspección visual de todo el equipo y las instalaciones de cables.
- Las pruebas punto a punto y de aislamiento (donde se aplique) se realizarán en el momento de la conexión y se realizará el registro de la prueba según los requisitos del plan de calidad.
- Se realizará una entrega controlada y todos los registros de las pruebas de aceptación en fábrica y de instalación junto con una lista de las tareas más importantes se resumirán en un informe y se entregarán al equipo de puesta en marcha para la puesta en funcionamiento del nivel de sub-sistemas.

Prueba de funcionamiento

- La lista de las tareas más importantes entregadas al equipo para la puesta en funcionamiento del nivel de sub-sistemas se formalizará en una lista de cotejos específica firmada por ambas partes (gerente de construcción y gerente de puesta en marcha).
- Se realiza la inspección visual de todas las instalaciones de equipos y cables con especial atención de que todo el sistema de suministro de energía esté correctamente conectado y las funcionalidades de encendido estén implementadas correctamente.
- Verificar que todos los equipos estén correctamente configurados y que la conexión o comunicación entre ellos funciona.
- Ejecución de la prueba de control de señal: para cada equipo o componente se verifica que se obedezca la señal de ENTRADA-SALIDA.
- Verificar que los componentes del sistema ejecutan todas las funcionalidades automáticas, los comandos macro y las operaciones de manera correcta. El resultado de esta fase de prueba generalmente se alcanza con la emisión del documento (prueba de aceptación del sistema).
- Como resultado de todas las anteriores fases, se verifica y se prueba la integración final del sistema tecnológico con otros sistemas y funcionalidades interconectados relevantes. El resultado de esta fase de prueba generalmente se logra con la emisión del documento (prueba de integración del sistema).

006312

5. GUIADO Y TENDIDO DE CABLES

Colocación de cables en las bandejas portacables

Los cables se colocarán según las especificaciones de diseño y en cumplimiento de las instrucciones de los fabricantes.

Antes de proceder con la colocación, se deberá comprobar la resistencia del aislamiento de cada carrete de cable.

Los cables se colocarán generalmente en las bandejas portacables de manera ordenada de manera que permanezcan paralelos entre sí, sin formar bucles completos o parciales, estrangulamientos, cruces o superposiciones. En casos especiales, se puede guiar los cables mediante el uso de cuerdas aprobadas. Para los cambios de dirección, se deberá respetar el radio de curvatura indicado en las especificaciones de diseño. La acción y la fuerza de arrastre no deberán exceder los límites establecidos por el fabricante del cable.

Durante la colocación y tendido de los cables se tendrá en cuenta el uso máximo de los largos disponibles, para evitar tanto como sea posible las uniones intermedias. Las uniones intermedias se realizarán cuando los largos máximos suministrados no sean suficientes para cubrir la extensión de la ruta del cable. Los cables se cortarán con las herramientas adecuadas.

Se conservará un registro del tendido de cables, especificando el número de identificación del cable y el largo real tendido, el número de carrete pertinente y la locación de la instalación.

Los cables se sujetarán a intervalos regulares a las bandejas portacables en los tramos horizontales. Los cables también se sujetarán cerca de las curvas, las desviaciones, los cruces y los cambios de nivel. Dentro de los pozos eléctricos o las cajas de derivación donde no hay bandejas portacables instaladas, los cables se recogerán en haces y se sujetarán respetando la subdivisión que tienen en las bandejas portacables de entrada.

Cuando ingresen en los tableros o en los bastidores de las placas de bornes, los cables se anclarán y/o sujetarán a un soporte ya montado en el tablero, de manera que el peso del cable no sea soportado por los conductores individuales y por los terminales.

Cada cable se identificará con una etiqueta permanente con acrónimos de identificación indicados en las especificaciones de diseño, para que se los pueda identificar inequívocamente. La etiqueta de identificación se aplicará en ambos extremos del cable, a lo largo de la ruta y en cada pozo o caja de unión.

Cada conductor de los cables también se identificará con una etiqueta permanente con los acrónimos de identificación que se indican en las especificaciones de diseño, de modo que se los pueda identificar inequívocamente.

Tendido de cables en los conductos

Los cables se tenderán en los conductos según las especificaciones del diseño. El llenado de las tuberías de conductos, y por lo tanto, la cantidad de cables que cada tubería de conductos pueden alojar cumplirá con lo especificado para el área indicada en las especificaciones de diseño.

Durante la inserción, los cables se tenderán mediante el uso de cuerdas aprobadas. Los cables se cortarán con las herramientas adecuadas. Después del corte, los extremos de los cables se protegerán de acuerdo a las instrucciones del fabricante del cable.

Cuando el equipo no esté aún disponible, los cables se deberán mantener enrollados en el extremo de la línea de cables hasta la instalación del mencionado equipo.

Los cables a lo largo del tendido no presentarán preferentemente uniones intermedias, excepto en caso de que la extensión del tramo de cable exceda el largo máximo suministrado.

Terminación y conexión de los cables

Todos los cables se terminarán y se controlará su continuidad y correcta conexión según las especificaciones de diseño. La conexión de cables incluye la realización de los terminales y la

conexión de los cables individuales a las placas de bornes. Al formar los terminales, para facilitar la disposición final, se dejará generalmente un suministro de cable suficiente.

Cuando múltiples cables ingresan en los tableros eléctricos y en los bastidores de las placas de bornes se les quitará el recubrimiento protector en un largo suficiente para permitirles a los conductores individuales alcanzar las placas de bornes correspondientes.

Los conductores aislados sin recubrimiento protector se juntarán de manera ordenada y paralela, se atarán con abrazaderas de un material no combustible y se dispondrán de tal modo que se puedan conectar con las placas de bornes en forma de peine. Cualquier conductor libre se juntará aparte del resto y se llevará al extremo más alejado de la mencionada placa de bornes.

Todos los conductores se identificarán por medio de marcadores.

6. SISTEMA DE SEGURIDAD Y DE BAJA TENSIÓN

Líneas de cables

- Las líneas de cable secundarias se instalarán desde las líneas de cable primarias hasta la posición del equipo o el dispositivo.

Colocación y cableado de los equipos en las salas

- Los cables se instalan entre el tablero de LV principal y los equipos.
- Los cables de interfaz se instalan entre los equipos dentro de las salas técnicas.
- El equipo principal se instala en las salas de los equipos después de la colocación del piso elevado.

Instalación y cableado en el área de pasajeros

- Los cables se colocan desde la posición del dispositivo hasta el equipo dentro de las salas técnicas de la estación y del OCC.
- En coordinación con los trabajos civiles de acabado, los dispositivos en el área de pasajeros se montan sobre un soporte correspondiente.

Instalación y cableado en el arcén

- En donde se haya completado la vía, se instalará el equipo de arcén y de campo. Se usarán vehículos para rieles en caso de que la instalación tenga lugar después de la instalación de las vías.
- Los cables se colocan desde el campo hasta el equipo dentro de las salas técnicas de la estación y del puesto central de mando.
- Los gabinetes, los dispositivos, los postes, los mástiles y antenas de radio se montan sobre el soporte o la base correspondiente.
- Se instalarán los equipos del arcén, tales como los circuitos de las vías y las máquinas de punto de conmutación.
- En donde sea necesario el cableado local se tenderá entre la ruta de cables principal y cada instalación de arcén.

Conexión de los cables

- Todo el cableado se termina según el diseño.

Prueba de la instalación

- Se realiza la inspección visual de todas las instalaciones de los equipos y los cables.
- Las pruebas punto a punto y de aislamiento (si fueran necesarias) se realizarán en el momento o inmediatamente antes de la conexión y se realizará el registro de la prueba según los requisitos del plan de calidad.
- Se realizarán pruebas de pérdida de transmisión en todas las fibras ópticas instaladas.
- Se realizará una entrega controlada y todos los registros de las pruebas de aceptación en fábrica y de instalación junto con una lista de las tareas más importantes se resumirán en un informe y se entregará al equipo de puesta en marcha para la puesta en funcionamiento del nivel de sub-sistemas.

Elaborado por: [Firma]
Revisado por: [Firma]
Aprobado por: [Firma]

Prueba de funcionamiento

- Se realiza la inspección visual de toda la instalación de los equipos y los cables con especial atención de que todo el sistema de suministro de energía esté correctamente conectado y las funcionalidades de encendido estén implementadas adecuadamente.
- Verificar que todos los equipos estén correctamente configurados (verificación del cumplimiento de la señal de ENTRADA-SALIDA) para cada locación y en cumplimiento con el diseño específico.
- Verificar que todos los equipos estén correctamente configurados y que la conexión o comunicación entre ellos funciona.
- Verificar que los componentes del sistema ejecutan todas las funcionalidades automáticas, los comandos macros y las operaciones de manera correcta.
- Ejecución de la prueba de control de señal: para cada equipo o componente.
- Como resultado de todas las anteriores fases, se verifica y se prueba la integración final del sistema tecnológico con otros sistemas y funcionalidades interconectados relevantes.
-

7. SISTEMA DE CATENARIA (ESTÁNDAR Y RÍGIDA)

La actividad propedéutica en el inicio del montaje constará de:

- Marcas longitudinales progresivas en el sitio de las torres.
- control y montaje completos de los materiales suministrados en el sitio.

La fijación de las suspensiones, los colgantes, etc. sobre las estructuras de hormigón armado se realizarán mediante anclaje químico de gran aislamiento, mientras que la fijación en los portales al exterior se realizará mediante pernos de acero fijados a los mismos.

La implementación de orificios se realizará de tal manera que de ninguna forma se corten las varillas de refuerzo ni que la profundidad de los orificios exceda los 250 mm.

Se procederá según el tipo de suspensión:

- planimetría de jalonamiento, en base a la información suministrada por el plan de electrificación, el colgado y el amarre para los puntos fijos.
- jalonamiento, en la parte superior de la galería de los ejes del péndulo y los correspondientes orificios que se realizarán mediante la plantilla adecuada.
- proceder a la ejecución de los orificios para el alojamiento de las grampas en la parte superior de la galería.
- colocar las grampas en los orificios realizados en la bóveda de la galería con adhesivo químico.
- premontar las suspensiones en el suelo.
- mover y almacenar el material.
- llevar las suspensiones y todo el equipo suministrado al pie de la obra.
- proceder a montar el equipo.
- asegurar el péndulo con las grampas, apretando y bloqueando las tuercas.
- regular las suspensiones a la altura correcta.
- asegurar el ajuste de la conexión de la catenaria de barra rígida según los valores del polígono.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALCALDÍA DEL DISTRITO DE CALLAO
RAMAL AV. FAUCETT - DE LIMA



En relación con la catenaria rígida, la instalación de la barra de aluminio de la línea aérea y todo el equipo relacionado se realizará estrictamente según lo establecido por la vía libre en relación con las obras fijas.

Se hará que las barras de aluminio compartan la suspensión. Si se necesita una barra con una longitud diferente a la estándar de 12 metros, ésta se cortará y sobre la barra formada de

006315

esta forma se realizará los nuevos orificios para las uniones, llevados a cabo mediante una plantilla de centrado adecuada.

Luego, se ajustará las conexiones para las barras sobre las suspensiones y los acoplamientos entre las barras mediante las uniones. La unión (que consta de dos placas) se insertará dentro de la sección de la catenaria rígida y se apretará.

Al finalizar la unión se podrá colocar el marco sobre las suspensiones.

El bloque se deberá ajustar con cuidado usando todos los componentes suministrados.

El cable de contacto se extenderá entre los dos dispositivos de expansión adyacentes. Para asegurar el acoplamiento eléctrico correcto entre el aluminio y el cobre y eliminar el fenómeno de oxidación de los materiales se usará en la instalación grasa con las características físico-químicas adecuadas.

Los cortes eléctricos se realizarán mediante un aislador de sección lo que asegura que el circuito de retorno en funcionamiento, al proporcionar las necesarias conexiones equipotenciales de los rieles, no estén aisladas. Para todas las suspensiones o estructuras se proporcionará y se colocará etiquetas que indiquen el número de la suspensión. En el curso del trabajo, en caso de encontrar cualquier indicio de filtración, por cada punto relacionado con el fenómeno se suministrará y se colocará un revestimiento plástico que proteja la sección.

Prueba de instalación

- Inspección visual de todo el equipo y los cables.
- Las pruebas punto a punto y de aislamiento (si fueran necesarias) se realizarán en el momento o inmediatamente antes de la conexión y se registrará la prueba según los requisitos del plan de calidad.
- Se realizará una entrega controlada y todos los registros de las pruebas de aceptación en fábrica y de instalación junto con una lista de las tareas más importantes se resumirán en un informe que se entregará al equipo de puesta en marcha para la puesta en funcionamiento del nivel de los sub-sistemas.

Prueba de funcionamiento

- Se realizará una inspección visual de todas la instalaciones de los equipo y de los cables prestando especial atención a que todo el sistema de suministro de energía esté correctamente conectado y que las funcionalidades de encendido estén implementadas adecuadamente.
- Verificar que todos los equipos estén correctamente configurados (verificación del cumplimiento de las señales de ENTRADA/SALIDA) en cada locación y que estén conformes al diseño específico.
- Verificar que todos los equipos estén correctamente configurados y que la conexión o la comunicación entre ellos funcione.
- Verificar todas las pruebas geométricas y mecánicas.
- Ejecución de la prueba de aislamiento de la línea.
- Verificar que los componentes del sistema ejecuten correctamente todas las funcionalidades automáticas, los comandos macro y las operaciones.
- Como resultado de todas las fases anteriores, se verifica y se prueba la integración final del sistema tecnológico con otros sistemas y funcionalidades interconectadas relevantes.

8. SEÑALIZACIÓN Y TELECOMUNICACIÓN

8.1 INSTALACIÓN EN LA VIA

La instalaciones en la via se dividirá en las siguientes secciones específicas para cada línea que coinciden con la disponibilidad de acceso y para la administración de la disponibilidad del sitio de trabajo:

- Taller

006315-00000001
ALCANTARA, CARLOS ALBERTO
REGISTRADO EN EL C.O.C.

- Línea principal

006316

La secuencia típica de las actividades es la siguiente:

- ◆ Listo para la instalación a lo largo de la vía se define de la siguiente manera:
 - El contratista civil proporciona el acceso según los requisitos de ingreso para esa área particular de trabajo y tal como lo acordado en el momento adecuado en las reuniones de coordinación.
 - Los recursos para la instalación están disponibles en el sitio incluyendo la mano de obra, el equipo y los materiales.
 - El diseño de instalación para esa locación se completa con los dibujos de "Aprobado para la construcción" disponibles en el sitio.
 - Las rutas de acceso son adecuadas, están limpias y libres de obstáculos.
 - Los procedimientos de posesión en el sitio se encuentran establecidos y se hacen cumplir incluyendo los controles de acceso al sitio y las medidas de seguridad.
 - El suministro de energía y la iluminación adecuados están disponibles en el lugar de trabajo.
- ◆ Inspección en el sitio y marcado:
 - La inspección y el marcado se requiere antes de la instalación y se planifica antes de la fecha límite de acceso a fin de realizar esas actividades.
 - Instalación de los equipos de señalización, tendido de cables y cableado.
- Pruebas de instalación y entrega para la puesta en marcha.
-

8.2 ÁREAS DE LA ESTACIÓN Y SALAS DE EQUIPOS

Para la instalación en cualquier planta existe una serie de criterios importantes que se pueden aplicar igualmente a la sala de equipos.

Estos criterios son los siguientes:

- "Listo para la instalación" se define cuando se cumplen los siguientes criterios:
 - El contratista civil proporciona el acceso según los requisitos de ingreso para esa área de trabajo en particular y como se acordó en el momento oportuno en las reuniones de coordinación.
 - Los recursos para la instalación están disponibles en el sitio, incluyendo la mano de obra, el equipo y los materiales.
 - El diseño de instalación para esa locación se completa con los dibujos de "Aprobado para la construcción" disponibles en el sitio.
 - Las rutas de acceso son adecuadas, están limpias y libres de obstáculos.
 - Los procedimientos de posesión en el sitio se encuentran establecidos y se hacen cumplir, lo que incluye los controles de acceso al sitio y las medidas de seguridad.
 - El suministro de energía y la iluminación adecuados están disponibles en el lugar de trabajo.
-

8.3 PATIO TALLER

Esto se refiere a la explanada, los talleres, la planta de lavado y las instalaciones de mantenimiento, que se las denomina en forma colectiva como el taller.

- "Listo para la instalación" en el taller se define cuando se cumplen los siguientes criterios:

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL TALLER
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
REPUBLICA DEL PERÚ

06318

- Controles de dimensiones
- Se deberán realizar las pruebas punto a punto y de aislamiento de los cables (donde fuera necesario) en el momento de la conexión y se deberá registrar la prueba según los requisitos del plan de calidad.

Al completar las pruebas de instalación para cada locación se realiza una entrega controlada y todos los registros de las pruebas de instalación incluidos los dibujos de "marcado tal como se ha construido" con una lista de las tareas principales se resumirán en un informe y se entregará al equipo de puesta en marcha para la puesta en marcha del nivel de sub-sistemas.

8.6 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO

La Prueba de funcionamiento consta de las siguientes acciones.

- ◆ Reunir los documentos y especificaciones necesarios.

Se juntan los "dibujos tal como se ha construido" y las especificaciones del sistema relacionados con el diseño del proyecto para brindar toda la información y el conocimiento necesarios según los requisitos del equipo de puesta en marcha.

- ◆ Realizar los procedimientos de prueba detallados

Una vez recogida la documentación del proyecto y las especificaciones del sistema pertinentes referidas a las pruebas y las verificaciones, se realizan los procedimientos de prueba detallados en cooperación con el departamento de ingeniería.

- ◆ Se comprueba la calibración de las herramientas y los instrumentos

El equipo de puesta en marcha es responsable de la fiabilidad de los instrumentos y herramientas adoptados, y deberá tener en cuenta la fecha de vencimiento de la calibración y certificación. Con la cooperación de su estructura, el equipo de puesta en marcha administrará los instrumentos y las herramientas del proyecto necesarias para las pruebas y la puesta en marcha de la ejecución del proyecto.

- ◆ Realizar pruebas de funcionamiento de los sub-sistemas.

Según las pruebas y el procedimiento de verificación asignado por el "plan de pruebas de puesta en marcha", se realizará una prueba del sub-sistema.

- ◆ Actividades de monitoreo de funcionamiento.

Según el "plan de pruebas", el responsable de la puesta en marcha monitoreará el progreso de las actividades de pruebas e implementará acciones para reanudar el plan en caso de demoras.

- ◆ Detectar cambios en el diseño respecto al plano de obra acabada.

El Equipo de puesta en marcha detectará los cambios respecto al diseño original ocurridos durante las actividades de prueba y puesta en marcha. El equipo reunirá la información necesaria y registrará los cambios de diseño para proporcionar al departamento de ingeniería la documentación de "planos de obra acabada".

- ◆ Solicitud de la participación de funcionamiento y mantenimiento.

El administrador de la puesta en marcha solicitará la participación de operación y mantenimiento durante las pruebas y las fases de puesta en marcha del sistema, para transferir toda la información necesaria sobre las mejores prácticas de todo el sistema de transporte y del servicio de funcionamiento a cargo del departamento de operación y mantenimiento

- ◆ Proporcionar comentarios para los planos de obra acabada.

Al finalizar las fases de pruebas y puesta en marcha, el equipo de puesta en marcha tiene la tarea de compartir la información sobre los resultados de la instalación de los sub-sistemas y los comentarios de los planos de obra acabada con el departamento de ingeniería

Respecto a los planos con la configuración del Sistema de Señalización (GoA 4) se encuentra en la Apartado A.9.6.3.