

**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 ELECTROMECAÁNICO
	A.2.	CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS OBRAS CIVILES Apéndice 1: Planos
	A.3.	TOPOGRAFÍA DEL PROYECTO Apéndice 1: Planos
TOMO 3	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
TOMO 4		
TOMO 5	A.5.	TRAZO, DISEÑO GEOMÉTRICO Y SUPERESTRUCTURA DE VÍA DE LA LÍNEA PRINCIPAL
TOMO 6	A.5.1.	Diseño del Trazado Apéndice 1: Planos
	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 secciones 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 cavernas
	A.6.5.	Selección de TBM
TOMO 8	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
	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
TOMO 9	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
	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
		Apéndice 3. Dimensionamiento del revestimiento definitivo de las cavemas Apéndice 4. Planos
TOMO 10	A.7.	<b>ESTACIONES DE PASAJEROS</b>
	A.7.1.	Memoria Descriptiva General por estación
	A.7.2.	Apéndice 1: Planos definición funcional Arquitectura por tipología de estación. Apéndice 1: Planos. Estaciones tipo
TOMO 11	A.7.3.	Excavación y tratamiento de consolidación por tipología Apéndice 1: Planos. Proceso constructivo estaciones
	A.7.4.	Memoria de cálculo de las estructuras permanentes por tipología. Apéndice 1: Dimensionamiento estructural. Estaciones C&C Apéndice 2: Dimensionamiento estructural. Estaciones cavema Apéndice 3: Planos. Estructuras de estación.
TOMO 12	A.7.5.	<b>Accesibilidad del sistema y dimensionamiento de los andenes.</b> Apéndice 1: Cálculos de evacuación Apéndice 2: Niveles de servicio de estaciones tipo Apéndice 3: Planos de rutas de evacuación
	A.7.6.	<b>Instalaciones ferroviarias en estación</b>
	A.7.6.1.	Sistema de alimentación eléctrica
	A.7.6.2.	Sistema de las puertas de andén
	A.7.6.3.	Sistema de control de pasajeros
	A.7.6.4.	Sistema de telecomunicaciones
	A.7.6.5.	Sistema de señalización
A.7.6.6.	Dimensionamiento de torniquetes	
TOMO 13	A.7.7.	<b>Simulaciones del flujo de pasajeros</b> Apéndice 1. Cálculos de Evacuación Apéndice 2. Informes de simulación
	A.7.8.	<b>Instalaciones no ferroviarias o equipamiento electromecánico por tipología de estación</b>
	A.7.8.1.	Instalaciones no ferroviarias.
	A.7.8.2.	Hidrología y drenaje Apéndice 1: Planos
	A.8.	<b>INTEGRACIÓN FÍSICA E INSERCIÓN URBANA</b>
	A.8.	Memoria descriptiva de Integración física e inserción urbana Apéndice 1: Matriz de alteración del entorno urbano
	A.8.1.	<b>Estaciones Línea 2</b> Apéndice 1: Planos de inserción urbana. L-2
A.8.2.	<b>Estaciones Línea 4</b> Apéndice 1: Planos de inserción urbana. L-4	
TOMO 14	A.8.3.	<b>Soluciones de ingeniería</b>
	A.8.4.	Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Línea 2
	A.8.5.	Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Rama Av. Faucett- Av. Gambetta Línea 4
	A.8.6.	Patios talleres (Santa Anita y Bocanegra) Apéndice 1: Planos
	A.9.	<b>PATIOS TALLERES Y POZOS DE VENTILACIÓN Y/O SALIDAS DE EMERGENCIA</b> Memoria descriptiva general Diseño funcional y dimensionamiento de los patios taller Apéndice 1: Equipos Apéndice 2: Planos generales
TOMO 15	A.9.1.	
	A.9.2.	
	A.9.3.	<b>Arquitectura de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o salidas de emergencia</b>
	A.9.3.1.	Arquitectura de los Patios Taller. Apéndice 1: Planos
	A.9.3.2.	Arquitectura de los Pozos de ventilación y salidas de emergencia Apéndice 1: Planos definición geométrica
TOMO 16	A.9.4.	<b>Estructuras de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia</b>
	A.9.4.1.	Estructuras de los Patios Taller. Apéndice 1: Planos de edificios y nave taller
	A.9.4.2.	Estructuras de los Pozos de ventilación y emergencia Apéndice 1: Planos de estructuras y procedimientos constructivos
TOMO 17	A.9.5.	<b>Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes</b>
	A.9.5.1.	Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes. Patios taller
	A.9.5.2.	Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes. Pozos Apéndice 1: Pozos laterales sin presencia de nivel freático Apéndice 2: Pozos cenitales sin presencia de nivel freático Apéndice 3: Pozo cenital tramo túnel TMB en presencia de nivel freático
	A.9.6.	<b>Esquema ferroviario y Diseño de la superestructura de vía férrea, alimentación eléctrica y señalización de los Patios talleres</b>
	A.9.6.1.	Esquema ferroviario y superestructura de vía de los patios talleres

INDICE GENERAL  
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

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



INDICE GENERAL  
DOCUMENTO Nº 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.	Gálibo
	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. Sistema de señalización y comunicación
	D.1.8.	Salidas de emergencia del tren
	D.1.9.	Composición estructural de las cajas
	D.1.10.	Cronograma de suministro del Material Rodante para Primera Etapa A, Primera Etapa B y Segunda Etapa del Proyecto
D.1.11.	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 - RIELO IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES Y TELECOMUNICACIONES DEL SISTEMA.	
I.7	DIAGNÓSTICO COMPUTARIZADO DE LA GEOMETRÍA DE LA VÍA FÉRREA Y CATENARIA.	
I.8	PERSONAL REQUERIDO LISTADO DE EQUIPOS FIJOS Y MÓVILES	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



**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.	Plan de Calidad del Material Rodante	
	J.1.6.	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 neotectónico del Perú Apéndice 2: Curvas de probabilidad de ocurrencia 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
TOMO 34		Apéndice 3. Planos
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	

**CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA**  
**ALFONSO JUAN BASABE GARCIA**  
 REPRESENTANTE LEGAL




004035

<b>A.7.5.</b>	<b>A) DISEÑO DE INGENIERÍA</b>
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"

## **A.7.5. ACCESIBILIDAD DEL SISTEMA Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS ANDENES**


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL






004036

# ÍNDICE

  
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN CASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



<b>0. CONTENIDOS MÍNIMOS.....</b>	<b>4</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>2. FLUJOS DE LAS ESTACIONES TIPO.....</b>	<b>4</b>
<b>3. DIMENSIONAMIENTO FUNCIONAL Y DE SEGURIDAD.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1 DIMENSIONAMIENTO FUNCIONAL DE ESTACIONES .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1.1 Dimensionamiento de los andenes por tipologías de estación.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1.2 Dimensionamiento de las escaleras y los pasillos por tipologías de estación</b>	<b>9</b>
<b>3.1.3 Criterios de Nivel de Servicio.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1.3.1 Pasillos.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1.3.2 Escaleras.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1.3.3 Ancho de andén.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1.3.4 Torniquetes.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1.3.5 Ventanillas y máquinas expendedoras .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1.3.6 Longitud mínima de colas.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 DIMENSIONAMIENTO DE SEGURIDAD.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2.1 Cálculo del tiempo de evacuación .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.1.1 Escenarios de emergencia.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.1.2 Cargas de ocupación .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.1.3 Tiempo de evacuación .....</b>	<b>16</b>
<b>4. ACCESIBILIDAD DE LAS ESTACIONES .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA.....</b>	<b>18</b>
<b>4.2 CONDICIONES PARA LA ACCESIBILIDAD.....</b>	<b>18</b>

**APÉNDICE 1 – CÁLCULOS DE EVACUACIÓN.**

**APÉNDICE 2 – NIVELES DE SERVICIO DE ESTACIONES TIPOS.**

**APÉNDICE 3 – PLANOS DE EVACUACIÓN.**

## A.7.5. Accesibilidad del Sistema



4038

### 0. CONTENIDOS MÍNIMOS

El contenido mínimo se encuentra en las siguientes secciones de este apartado:

- Dimensionamiento de los andenes por tipologías de estación - 3.1.1, 3.1.3.3
- Dimensionamiento de escaleras y pasillos por tipologías de estación – 3.1.2.
- Consideraciones para accesibilidad de usuarios con movilidad reducida – 4.2

### 1. INTRODUCCIÓN

Accesibilidad del sistema incluye los movimientos de los usuarios dentro de las estaciones tanto a diario, como en casos de emergencia. Se describe a continuación el flujo de usuarios de las estaciones tipo, su dimensionamiento funcional y de seguridad, y las provisiones de accesibilidad para personas discapacitadas.

### 2. FLUJOS DE LAS ESTACIONES TIPO

Tanto las estaciones de paso como de combinación, aunque presenten ciertas particularidades en función de la localización en la que se encuentren, tienen un funcionamiento similar basado en la existencia de un área de no pago, a la que se llega a través de dos accesos provenientes de la calle, un área de pago común y un vestíbulo interno, que distribuye a los viajeros entre los dos andenes laterales.

Se desemboca al área de no pago por los laterales a través de escaleras fijas y mecánicas, o elevadores, adaptando dichos brazos a la singularidad de la zona de la ciudad en la que se inserta la estación.

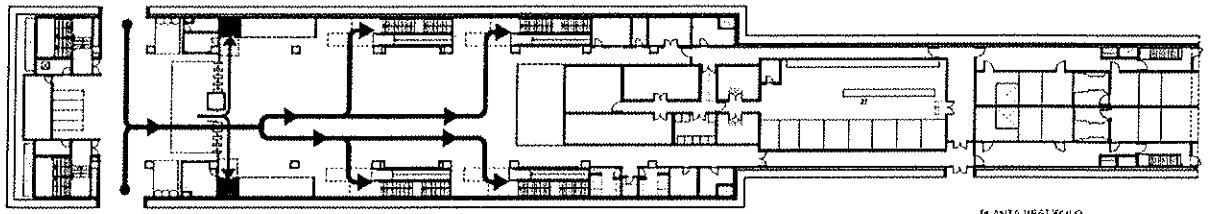
En el área de no pago se sitúan las taquillas y las máquinas expendedoras. Al área de pago, que es un gran vestíbulo de circulación al que desembocan los cañones de acceso a cada uno de los andenes, se accede a través de la línea de torniquetes. Cada cañón se compone de escaleras fijas y mecánicas y su tamaño y número está dimensionado en función de la demanda específica de cada estación. También hay un ascensor que sirve a cada andén desde el vestíbulo. Ese mismo vestíbulo sirve para hacer el cambio de andén.

Las estaciones están adaptadas para facilitar el acceso a discapacitados, desde la calle hasta el acceso al tren, mediante ascensores, escaleras mecánicas y recorridos señalizados para invidentes.

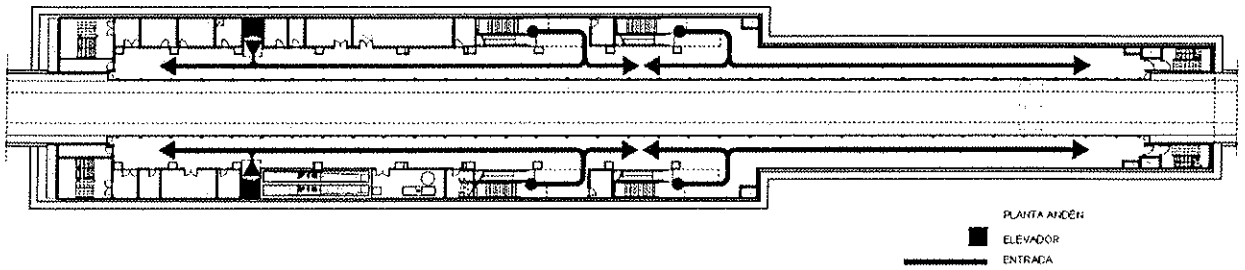
  
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL 

### A.7.5. Accesibilidad del Sistema

004039



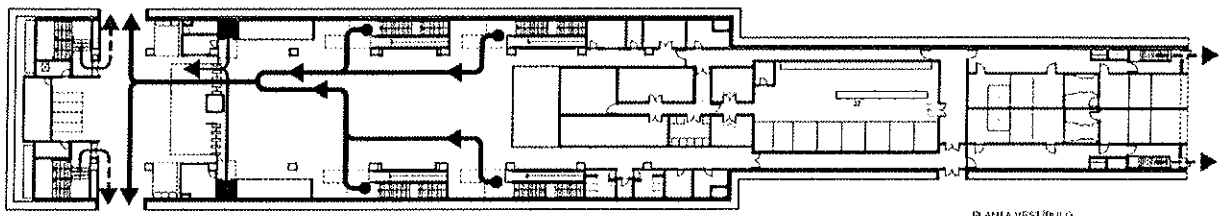
PLANTA VESTIBULO



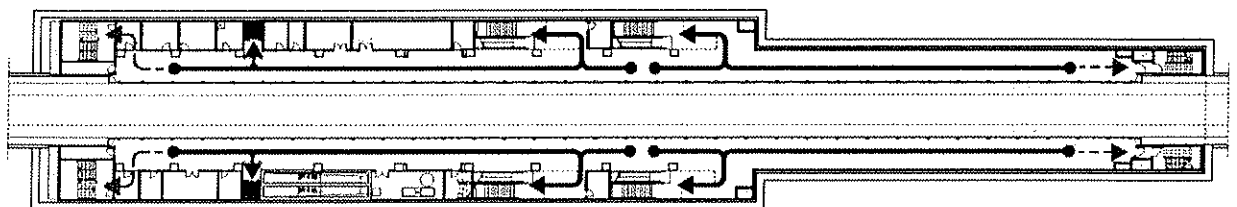
PLANTA ANDÉN  
 ■ ELEVADOR  
 — ENTRADA

Los andenes de la estación tienen una longitud de 135 m, definida por la demanda de la línea que impone el material rodante. Existen puertas de andén que permiten maximizar su espacio útil, así como mejorar la seguridad del sistema de transporte.

Además de las escaleras de uso habitual que dan acceso al vestíbulo, todos los andenes poseen, por motivos de seguridad en caso de incendio, otras escaleras de emergencia que dan acceso o bien directamente al vestíbulo (lugar seguro) o a la calle.



PLANTA VESTIBULO



PLANTA ANDÉN  
 ■ ELEVADOR  
 — SALIDA  
 - - - SALIDA ALTERNATIVA EN CASO DE INCENDIO

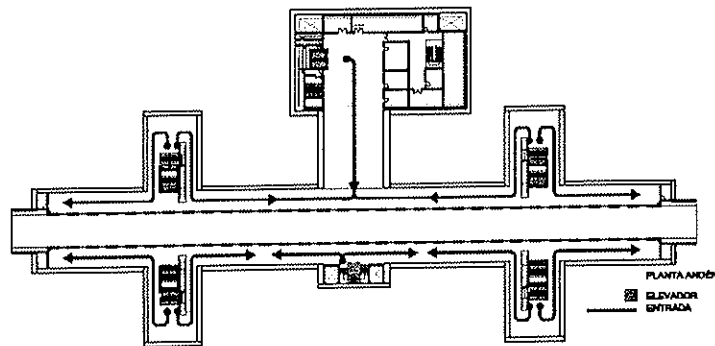
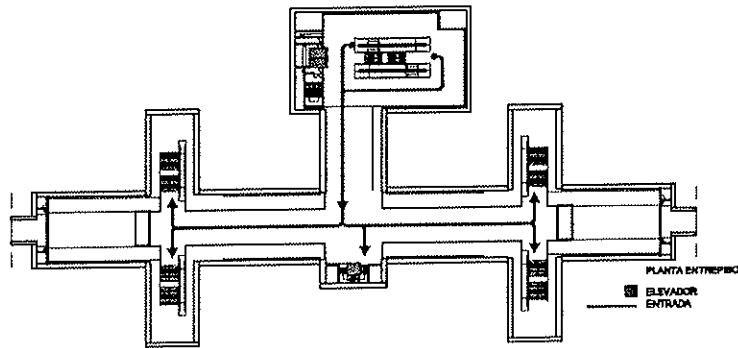
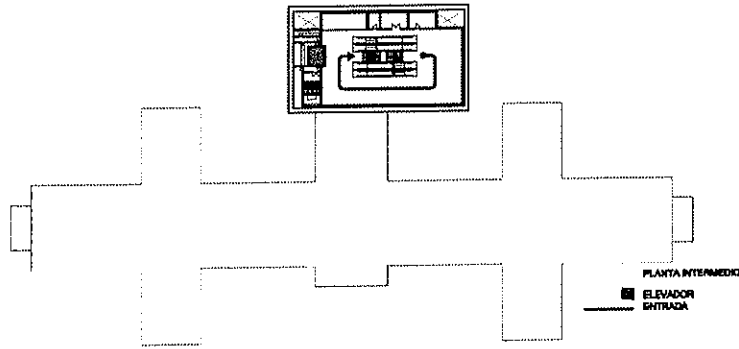
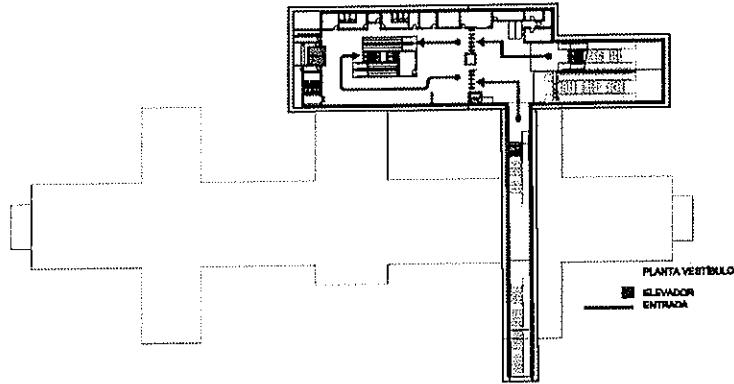
Todas las estaciones comparten flujos similares, que varían dependiendo del número de cañones que haya o, en algunos casos, porque hay entresijos entre andén y vestíbulo. Solo en el caso de la estación en caverna, Javier Prado, hay una diferencia de tipología de flujo.

La estación de Prolongación Javier Prado, cuya planta se encuentra a continuación, difiere de todas las otras estaciones porque el flujo entre la calle y andén discurre a través de una serie de niveles en el pozo lateral, que contiene el vestíbulo y demás servicios de la estación.

### A.7.5. Accesibilidad del Sistema

En este tipo no hay escaleras de evacuación al extremo de los andenes, y se calculan los requerimientos de evacuación con estas características distintas.

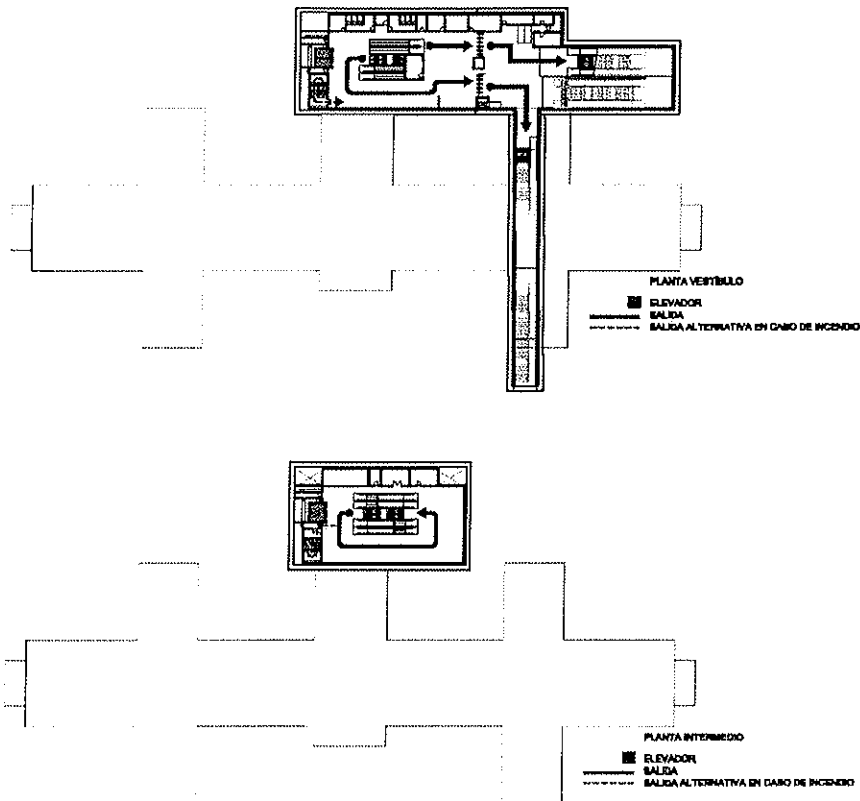
004940

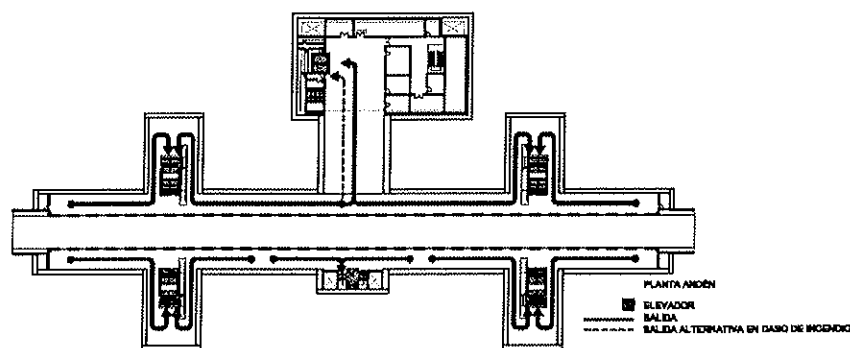
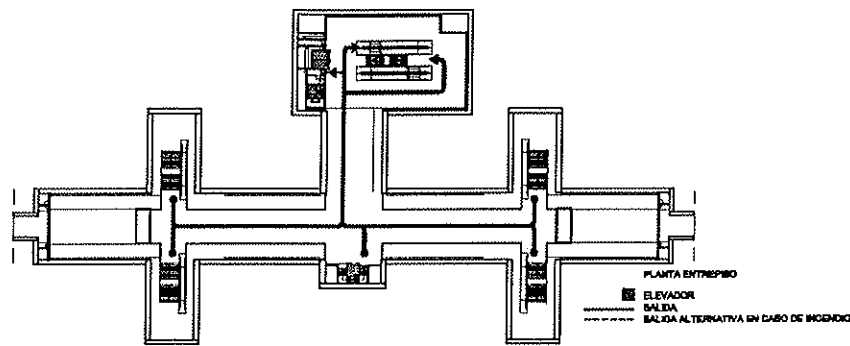


### A.7.5. Accesibilidad del Sistema

004041

Como se indica en el diagrama, la ruta de salida de la estación Prolongación Javier Prado coincide con la de entrada, con la excepción de que hay una salida auxiliar de evacuación que va desde la planta andén hasta el vestíbulo.





**3. DIMENSIONAMIENTO FUNCIONAL Y DE SEGURIDAD**

**3.1 DIMENSIONAMIENTO FUNCIONAL DE ESTACIONES**

Todos los espacios de la estación, sobre todo los espacios públicos, se han dimensionado atendiendo a dos criterios fundamentales: funcionalidad en casos de emergencia, y funcionalidad durante el ejercicio a diario de la estación.

**3.1.1 Dimensionamiento de los andenes por tipologías de estación**

El dimensionamiento de los andenes se ha realizado teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Longitud de andén. Se ha mantenido la longitud de los andenes del proyecto referencial, siendo por tanto todos los andenes de 135 m de longitud para una longitud máxima de tren de 125 m (composición de 7 coches).
- El ancho de andén se ha determinado considerando la densidad de ocupación, tanto en escenario normal como en escenario de emergencia, así como el espacio necesario para la ubicación de las escaleras de subida al vestíbulo. Para el escenario de funcionamiento normal se aceptan los niveles de servicio C y D de acuerdo con el TCRP. En particular, para los andenes se considera una capacidad mínima de 1.5 personas/m<sup>2</sup>, de acuerdo con el Decreto Supremo N°039-MTC-2010. El funcionamiento de emergencia se ha verificado con NFPA 130 2010 Edition. Se describe criterios de

**A.7.5. Accesibilidad del Sistema**

calculación para el escenario normal en la sección A.3.1.3.3 y para el escenario de emergencia en la sección A.3.2.1.

- La altura de andén es el resultado de la diferencia de la distancia de andén a vestíbulo menos el grosor de la losa del vestíbulo y su acabado. En la gran mayoría de los casos, la altura es de 6,45 m mínima. En las estaciones que tienen mayor profundidad la altura de andén es mayor porque la distancia entre andén y vestíbulo es distinta. Esto ocurre en los tipos 1.3 y 1.6, cuya altura de andén es 8,95 m, y de la estación en caverna, que tiene entrepisos, y la altura de su andén es de 4,30 m.

004043

En función de lo anterior, se resume en la tabla a continuación las siguientes dimensiones de andén por tipología de estación:

	ANCHO ANDÉN TIPO	ANCHO ANDÉN MIN LIBRE	ALTURA DE ANDÉN
1.1	4,0	3,2	6,45
1.2	4,0	3,2	6,45
1.2 SER	4,0	3,2	6,45
1.3	4,0	3,2	8,95
1.4	4,0	3,2	6,45
1.4 SER	4,0	3,2	6,45
1.5	4,0	3,2	6,45
1.5 SER	4,0	3,2	6,45
1.6 SER	4,0	3,2	8,95
1.7	4,0	3,2	6,45
1.7 SER	4,0	3,2	6,45
1.8	4,0	3,2	6,45
1.8 SER	4,0	3,2	6,45
2.1 SER	7,0	7,0	6,45
2.2	5,0	5,0	6,45
3.1 SER	4,0	3,2	6,45
3.2 SER	5,15	3,6	6,45
3.3 SER	4,0	2,45	6,45
3.4 SER	4,5	4,5	4,32

**3.1.2 Dimensionamiento de las escaleras y los pasillos por tipologías de estación**

Se dimensiona de todos los elementos en las estaciones, además de los andenes, para asegurar el funcionamiento óptimo para el uso diario en la demanda más exigente, con los datos de demanda proporcionado en el Estudio de Factibilidad. Elementos en consideración incluye escaleras y escaleras mecánicas, pasillos, equipamiento como los torniquetes, máquinas expendedoras, y ventanillas. Las estaciones presentadas están diseñadas para conseguir un adecuado nivel de confortabilidad en conformidad con los requerimientos del



### A.7.5. Accesibilidad del Sistema

Estudio de Factibilidad. Todas las estaciones cumplen el Nivel de Servicio admisible en el EF, y la gran mayoría cumplen por encima del límite establecido porque llegan el nivel A. 004044

Se encuentra tablas que presentan todos los resultados de los cálculos de Nivel de Servicio de las estaciones tipo en el Apéndice 2 de este apartado.

Pero, en resumen se presenta una tabla a continuación con los resultados principales para el dimensionamiento de escaleras, pasillos, torniquetes, máquinas expendedoras, y ventanillas por tipología.

Los datos presentados para los pasillos son principalmente en las estaciones de intercambio, donde la confluencia de gente es mayor y el ancho de pasillo crítico.

TIPO	ESTACIÓN	AÑO DIMENSIONANTE	CAPACIDAD ANDÉN Zona peatonal promedio M <sup>2</sup> /persona y (NdS)	CAPACIDAD AREA NO PAGA M <sup>2</sup> /persona y (NdS)	ESCALERAS ANDÉN-VEST NdS	ESCALERAS VEST-CALLE NdS	PASILLOS	TORNIQUETES	MÁQUINAS EXPENDEADORAS	VENTANILLAS
1.1	12_PLAZA BOLOGNESI	2047	17.1 (A)	10.3 (A)	A	A	-	3	2	2
1.2	09_LA ALBORADA	2047	6.9 (A)	7.7 (A)	A	A	-	5	2	2
1.3	06_OSCAR BENAVIDES	2047	53.27 (A)	66.8 (A)	A	A	-	3	1	1
1.4	14_PLAZA MANCO CAPAC	2047	7.27 (A)	6.1 (A)	A	A	-	5	2	3
1.5	08_ELIO	2047	4.04 (A)	5.0 (A)	A	A	-	8	3	3
1.6S	20_EVITAMIENTO	2047	5.15 (A)	8.4 (A)	A	A	-	5	3	4
1.7S	21_ÓVALO STA. ANITA	2047	21 (A)	2.2 (C)	A	B	-	13	8	9
1.8	01_CANTA CALLAO	2047	1.87 (A)	4.9 (A)	A	A	-	9	8	2
2.1	16_28 DE JULIO	2047	0.81 (C)	1.4 (D)	B	A	D <sup>1</sup>	8 <sup>3</sup>	5	5
2.2S	13_ESTACIÓN CENTRAL	2047	0.69 (D)	12.9 (A)	C	A	D <sup>2</sup>	6 <sup>3</sup>	1	2
3.1S	24_MUNICIPALIDAD ATE	2047	6.26 (A)	6.1 (A)	A	A	-	9	8	2

## A.7.5. Accesibilidad del Sistema

3.2S	5_CARMEN DE LA LEGUA L2	2047	2.03 (A)	9.34 (A)	A	A	-	12	8	2	004945
3.3S	8_CARMEN DE LA LEGUA L4	2047	0.95 (A)	10.10 (A)	A	A	-	9	8	2	
3.4S	26_PROLONG. JAVIER PRADO	2030	4.73 (A)	3.14 (A)	A	A	-	12	7	2	

<sup>1</sup>El pasillo de la estación que se calcula es el paso de interconexión con la L1.  
<sup>2</sup>El pasillo de la estación que se calcula es el paso de interconexión con el futuro L3.  
<sup>3</sup>Impantación progresiva en función de la demanda.

### 3.1.3 Criterios de Nivel de Servicio

Se dimensiona según los criterios de Nivel de Servicio:

#### 3.1.3.1 Pasillos

En el caso del diseño presentado, las estaciones están organizadas alrededor de un vestíbulo espacioso, ancho y alto, evitando recorridos poco visibles o trayectos laberínticos como pueden ser pasillos. Los cálculos de pasillos en las estaciones presentadas son principalmente en las de intercambio, donde la confluencia de gente es mayor y el ancho de pasillo crítico.

Los recorridos horizontales se dimensionan según las capacidades de la tabla que se adjunta (extraído de los requerimientos definidos en el Estudio de Factibilidad con referencia a TCRP REPORT 100 – Transit Capacity and Quality of Service – Manual, 2nd Edition, 2003) y que provienen de la demanda máxima que se deduce de las demandas de la estación para el año crítico de 2047 y va en función del ancho de dichos pasillos.

Nivel de Servicio	Espacio para Peatones m <sup>2</sup> /pax	Acelerar (m/min)	Flujo de pasajeros (pax/m/min)
A	≥ 3,3	79	0-23
B	2.3-3.3	76	23-33
C	1.4-2.3	73	33-49
D	0.9-1.4	69	49-66
E	0.5-0.9	46	66-82
F	< 0.5	< 46	Variable

#### 3.1.3.2 Escaleras

Cuando se calcula el ancho de las escaleras pedestres, se hace en combinación con el tráfico que puede soportar las escaleras mecánicas, usando las capacidades como se requiere en el EF. En todos los casos, las estaciones cumplen el Nivel de Servicio por encima del límite establecido.

### A.7.5. Accesibilidad del Sistema

Las conexiones verticales están dimensionadas según las capacidades que se muestran en la tabla siguiente (extraído de los requerimientos definidos en el Estudio de Factibilidad con referencia a TCRP REPORT 100 – Transit Capacity and Quality of Service – Manual (1996 Edition, 2003) para escaleras peatonales.

Nivel de Servicio	Espacio para Peatones m <sup>2</sup> /pax	Fujos de pasajeros (pax/m/min)
A	≥ 1.9	≤ 16
B	1.4-1.9	16-23
C	0.9-1.4	23-33
D	0.7-0.9	33-43
E	0.4-0.7	43-56
F	≤ 0.4	Variable

La capacidad de flujo de las escaleras mecánicas se considera como 100 pax/min/m ancho. Para organizar de mejor forma los flujos y optimizar la instalación de equipos mecánicos la dirección de las escaleras mecánicas son reversibles para poder gestionar los flujos en las horas punta.

#### 3.1.3.3 Ancho de andén

Se dimensionarán según la fórmula siguiente y en constancia con el Estudio de Factibilidad:

$$\text{Ancho andén} = \left( \frac{\text{carga max de andén} \times 0,35 \times 0,8\text{m}^2}{\text{Largura andén} \times 0,25} + 1 \right)$$

Dónde:

- Carga máxima de andén es el total de pasajeros que suben y bajan en los minutos pico entre un tren y otro.
- 0.35 es el 35 % del total de los pasajeros.
- 0.8, es la capacidad máxima que se considera, 0.8 m<sup>2</sup>/pax.
- 0.25, es el 25 % del largo del andén.
- 1 = 0.5 + 0.5, por los bordes de andén.

El ancho mínimo de andén sin obstáculos es de 3.20 m.

#### Capacidad total de las áreas

Para comprobar la capacidad total de las áreas de la estación se excluyen de la superficie a contabilizar las siguientes áreas:

- Efecto de borde de 30 cm cerca de todos los muros y elementos verticales.
- Área debajo de las escaleras fijas menor de 2.50m.

### A.7.5. Accesibilidad del Sistema

- Área debajo de las escaleras mecánicas menor de 2.50m.
- Área de todas las escaleras y ascensores.
- Pilares.

004047

Según marca el Decreto Supremo n°039-2010-MTC se respetará una superficie peatonal promedia de como mínimo 0.67 m<sup>2</sup>/pax.

#### 3.1.3.4 Torniquetes

Se dimensionan según la fórmula siguiente y en constancia con el Estudio de Factibilidad:

$$\text{redondear} \left\{ \frac{5 \text{ min. flujo de entrada}}{30 \times 5} \right\} + \text{redondear} \left\{ \frac{\text{total carga bajan}}{30 \times 2} \right\} + X$$

Dónde:

- La primera parte es para el flujo de entrada.
- La segunda parte es para el flujo de salida.
- La tercera parte es el número de puertas de servicio.
- X= 1, si el total son 10 torniquetes o menos.
- X= 2, si el total son más de 10 torniquetes.
- La fórmula supone que tanto el flujo de entrada como de salida es de 30 pax/min.

Se consideran un mínimo de 3 torniquetes.

#### 3.1.3.5 Ventanillas y máquinas expendedoras

En acorde con el Estudio de Factibilidad, se asume que sólo el 38% de los pasajeros de entrada adquieren un boleto, de esos, el 69% lo hace en las máquinas expendedoras y el 31% en ventanilla.

Se calcula el número de ventanillas según la fórmula del Estudio de Factibilidad:

$$\frac{\text{boletos vendidos en ventanillas en la hora pico} \times 95\% \times 38 \text{ (tiempo en segs. de venta de cada boleto)}}{20 \text{ (no. de periodos de 3 minutos en 1 hora)} \times 180 \text{ (no. de segs. en 3 minutos)}}$$

Se calcula el número de máquinas expendedoras según la fórmula del EF:

$$\frac{\text{boletos vendidos en expendedoras en la hora pico} \times 95\% \times 15 \text{ (tiempo en segs. de venta de cada boleto)}}{20 \text{ (no. de periodos de 3 minutos en 1 hora)} \times 180 \text{ (no. de segs. en 3 minutos)}}$$

Estos cálculos permiten que los espacios sean adecuados para albergar la demanda que está prevista.

#### 3.1.3.6 Longitud mínima de colas

Además, en todo el proyecto se guardan siempre las distancias mínimas requeridas para las colas de personas que se forman en las escaleras mecánicas, ascensores, boleterías, máquinas expendedoras, etc. Las dimensiones mínimas de cola son:

## A.7.5. Accesibilidad del Sistema

Torniquetes hasta escalera mecánica	8.0 – 12.0 m
Torniquetes	6.00 m
De escalera mecánica a escalera mecánica	8.0 – 12.0 m
Escalera mecánica	6.00 m
De escalera a torniquetes	6.0 – 10.0 m
Escalera fija	4.00 m
Elevador	2.50 m
Boletería	4.00 m
Expendedoras	4.00 m

004048

Las estaciones de intercambio pretenden seguir, en la medida de lo posible, el uso espacial definido en las estaciones de paso aunque teniendo en cuenta las particularidades que el intercambio lleva insertas.

### 3.2 DIMENSIONAMIENTO DE SEGURIDAD

Para la gestión de los escenarios de emergencia se utiliza la NFPA 130 - Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail System, reconocida a nivel internacional.

Los criterios de análisis para evaluar las capacidades de evacuación de las estaciones son los siguientes:

- Todas las estaciones disponen, por lo menos, de dos salidas, alternativas y diferentes.
- El tiempo de evacuación desde el lugar más alejado del andén hasta lugar seguro debe ser inferior o igual a 6 minutos.
- Debe haber suficientes pasos de salida para evacuar desde los andenes toda la carga de ocupación de la estación en 4 minutos o menos.
- En el caso que nos ocupa, la zona segura es la zona de vestíbulo, una vez evacuado el andén. Esto es debido a la presencia de puertas de andén y el diseño de la ventilación de estación.
- La sección crítica equivale, en el caso de los andenes, al ancho libre del tramo menos la reducción de cada lado de la pared y de las puertas de andén. En el caso de las escaleras, la sección crítica equivale al ancho sin contar pasamanos.
- La capacidad por paso de las salidas de los andenes, pasillos y rampas hasta un 4% es de 81.9 pax/mm•min y la velocidad de marcha es de 37.7 metros/minuto.
- La capacidad por paso de las salidas de las escaleras fijas, escaleras mecánicas, pasillos, rellanos y rampas con una pendiente superior al 4% es de 55 pax/; las velocidades de marcha son de 12.1 metros/minuto de subida y 14.6 metros/minuto de bajada.

Elementos	Capacidad de paso	Velocidad de recorrido
Pasillos	81.9 pax/mm•minuto	37.7 metros/minuto
Escaleras	55 pax/mm•minuto	12.1 metros/minuto subida 14.6 metros/minuto de bajada

## A.7.5. Accesibilidad del Sistema

- Las cargas de ocupación de los andenes y de los trenes se especifica en los siguientes dos capítulos de forma más exhaustiva.
- En cuanto a las escaleras mecánicas las normas establecen que se tiene que considerar que en cada estación haya una escalera mecánica no utilizable, en previsión del no funcionamiento o mantenimiento de una de ellas.

004049

Se incluye los cálculos de evacuación en el Apéndice 1 de este apartado.

### 3.2.1 Cálculo del tiempo de evacuación

El cálculo del tiempo de evacuación de las estaciones se estudia bajo un determinado escenario de emergencia que determina la carga de ocupación.

#### 3.2.1.1 *Escenarios de emergencia*

La emergencia se produce en un tren de un andén cualquiera en un día medio del año horizonte 2047 durante el ¼ de hora punta. El tren tiene todas las puertas abiertas al igual que las correspondientes puertas de andén.

#### 3.2.1.2 *Cargas de ocupación*

La carga de ocupación de la estación objeto del estudio es la suma de todos los pasajeros que se encuentran en el andén y en el tren que se ha averiado.

### Ocupación de los andenes y Ocupación de los trenes

La carga de ocupación del andén es la suma de viajeros que han accedido al andén durante los 15 minutos de máxima afluencia en una estación. Los datos de demanda utilizados son los referentes al año 2047 con sus frecuencias de paso y carga máxima de ocupación de tren asociadas.

LINEA 2				
AÑO	CARGA MAX (pax)	CAPACIDAD TREN (pax)	FRECUENCIA (min)	FRECUENCIA (sec)
2018	15.410	1.200	3,00	180
2020	27.257	1.200	2,50	150
2030	47.883	1.200	1,50	90
2038	54.010	1.200	1,33	80
2039	54.829	1.400	1,40	84
2047	61.844	1.400	1,33	80

Tabla 7. Línea 2 - Frecuencia operacional de trenes de 1200 (2018-2038) y 1400 pasajeros (2039- 2047)

LINEA 4				
AÑO	CARGA MAX (pax)	CAPACIDAD TREN (pax)	FRECUENCIA (min)	FRECUENCIA (sec)
2018	0	0	0	0
2020	5.029	1200	6,00	360
2030	14.178	1200	5,00	300
2047	17.823	1200	4,00	240

Tabla 8. Línea 4 - Frecuencia operacional de trenes de 1200 (2020-2047)

El tiempo de acumulación en andén, según NFPA, corresponde al máximo entre dejar pasar un tren (dos veces la frecuencia) y 5 minutos (tiempo que recomienda la NFPA adoptar en el caso de sistemas con frecuencias pequeñas).

### A.7.5. Accesibilidad del Sistema

La carga de ocupación utilizada para el cálculo del tiempo de evacuación, por tipología de estación, se resume en:

004050

Estaciones con 2 cajas de escaleras por andén:

- Escaleras fijas de 1,80m + 1 Escalera mecánica: 1510 pax
- Escaleras fijas de 2,40m + 1 Escalera mecánica: 1800 pax
- Escaleras fijas de 3,00m + 1 Escalera mecánica: 1928 pax

Estaciones con 3 cajas de escaleras por andén:

- Escaleras fijas de 1,20m + 1 Escalera mecánica: 1505 pax
- Escaleras fijas de 1,80m + 1 Escalera mecánica: 1770 pax
- Escaleras fijas de 2,40m + 1 Escalera mecánica: 2295 pax

Estaciones con 4 cajas de escaleras por andén:

- Escaleras fijas de 3,60 + 2 Escaleras mecánicas: 5290 pax

Las cargas de ocupación anteriores corresponden al escenario 2047. Debido a la elevada frecuencia de paso de trenes, y siguiendo las recomendaciones de la NFPA, se ha considerado un tiempo de acumulación de usuarios en el andén (tiempo de alteración del servicio) de 5 minutos, por lo que en todos los casos el escenario más desfavorable es el del año 2047. Adicionalmente se considera un factor punta de 1,5 para las estaciones de paso y un factor más reducido de 1,1 para los intercambiadores de Estación Central y 28 de Julio. En el caso de estos dos intercambiadores se considera que la entrada en servicio de la Línea 6, no prevista en el estudio de demanda, redistribuirá los viajes entre las otras líneas.

#### 3.2.1.3 Tiempo de evacuación

A continuación se explica la metodología utilizada para calcular el tiempo de evacuación del andén hasta zona segura.

Tiempo de evacuación:

Para calcular el tiempo de evacuación del andén se considera el símil hidráulico: corresponde al tiempo de traspasar el cuello de botella con menos capacidad, lo cual condiciona la salida de pasajeros del andén, con las siguientes consideraciones:

- Es la suma de los tiempos de traspasar el cuello de botella de todos los pasajeros que se encuentran en el andén (carga de ocupación del andén y del tren)
- Así, para un elemento dado de una ruta de evacuación, los datos de la norma nos permiten calcular:
  - o Tiempo de evacuación por capacidad de un tramo.
  - o Tiempo de evacuación por velocidad de un tramo.

El hecho de que el tiempo de evacuación por capacidad sea superior al de velocidad, se interpreta como la generación de una cola. Cuando la carga de ocupación supera el número de personas que puede pasar por minuto a través de una sección (capacidad de un tramo) significa que los pasajeros no pueden circular a la velocidad estándar establecida por la norma, de manera que tienen que detenerse formando colas.

### A.7.5. Accesibilidad del Sistema

Los datos de partida son un número de usuarios por andén y un número de pasajeros de un tren situado en un andén. Para asignar las cargas se asume una distribución uniforme de los pasajeros en el espacio. 004051

Como primer paso en el cálculo del tiempo de evacuación se define el gráfico de cálculo. De este modo se analiza la configuración de la estación y sobre los planos se estudia la ruta de evacuación. En la ruta se diferencian los pasillos y las escaleras ya que son diferentes elementos de los cuales la norma establece la velocidad y la capacidad de evacuación.

Así, la formulación para el cálculo del tiempo de evacuación de los pasajeros a un sitio seguro se ha caracterizado, para cada tramo, por una cuadrícula de dos columnas y tres filas, que contiene los siguientes valores:

Tiempo de evacuación por capacidad del tramo	Tiempo de evacuación por velocidad de un tramo
Tiempo acumulado si el tramo no es crítico	Tiempo acumulado si el tramo es crítico
Tiempo de evacuación del último evacuado	Tiempo de evacuación del primer evacuado

Los datos de la primera fila son los datos de partida del cálculo (determinados en el paso anterior):

- Tiempo por capacidad del tramo (calculado en el apartado anterior)
- Tiempo por velocidad del tramo (calculado en el apartado anterior)

En la segunda fila hay dos datos intermedios de cálculo:

- Tiempo acumulado si el tramo no es crítico: Tiempo de evacuación del último evacuado del tramo anterior + Tiempo de evacuación por velocidad del tramo.
- Tiempo acumulado si el tramo es crítico: Tiempo de evacuación del primer evacuado del tramo anterior + Tiempo de evacuación por capacidad del tramo.

En la tercera fila aparecen los resultados finales del cálculo hasta ese tramo:

- Tiempo de evacuación del último evacuado = máx. (Tiempo acumulado 1, Tiempo acumulado 2)
- Tiempo de evacuación del primer evacuado = Tiempo de evacuación del primer evacuado del tramo anterior + Tiempo de evacuación por velocidad del tramo.

La metodología anterior parte de la premisa de que para cada ruta considerada, sólo hay una sección crítica (la más desfavorable).

Como tiempo de evacuación hasta zona segura se toma el tiempo de la última persona en llegar a la zona en cuestión.



## A.7.5. Accesibilidad del Sistema

En el Apéndice 3 de este apartado se incluye los planos de evacuación de estaciones tipo, y en el Apéndice 1, los cálculos de evacuación por estación.

004052

### 4. ACCESIBILIDAD DE LAS ESTACIONES

Como se indicó antes, los pasajeros se sienten más seguros si se mueven en lugares conocidos. Esta condición es imprescindible para las personas de movilidad reducida y otras personas con discapacidad, tanto visual como auditiva.

#### 4.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA

En la redacción del diseño, se ha tenido en cuenta el cumplimiento de la normativa relacionada con accesibilidad, principalmente la Norma A.120 Accesibilidad para Personas con Discapacidad del Ministerio de Vivienda de Perú que es de aplicación para todas las edificaciones donde se presten servicios a la atención al público.

De acuerdo con la Norma A.120, como edificio de uso público es accesible en todos sus niveles para personas con discapacidad. Específicamente, como edificación de transporte, hay una ruta accesible desde el ingreso a la estación hasta las áreas de embarque, y las áreas de venta de pasajes, los puntos de control de seguridad, y las áreas de espera de pasajeros serán accesibles en acorde con la normativa.

#### 4.2 CONDICIONES PARA LA ACCESIBILIDAD

En el área de acceso se cumple con lo siguiente:

- El ingreso a la edificación es accesible desde la acera correspondiente.
- Los pisos son fijos y serán uniformes, con material antideslizante.
- Los cambios de nivel de entre 6 mm y 13 mm se salvarán con una pendiente no mayor a 1:2 y los superiores de 13 mm se resolverán mediante rampa.
- Los pasadizos de ancho menor a 1.50 m contarán con espacios de giro cada 25 m, de 1.50 x 1.50 m.
- En el caso de las estaciones, todos los accesos son accesibles, con un ascensor desde la calle al vestíbulo. Como tal, se entiende que los ascensores pueden ser usados por el público en general.

En las circulaciones, los pasadizos de ancho menor a 1.50 m. deberán contar con espacios de giro de una silla de ruedas de 1.50 m. x 1.50 m. cada 25 m. En pasadizos con longitudes menores debe existir un espacio de giro. En las circulaciones públicas de estas estaciones, no hay pasadizos de ancho menor de 1.50 m.

Las dimensiones y características de puertas se cumplen con el ancho mínimo de una puerta de una hoja que será de 90 cm, y entre dos puertas consecutivas se guardará 1.20 m.

Las condiciones de rampas en el recorrido público siguen los requerimientos de la normativa:

- El ancho libre mínimo es de 90 cm entre los muros que la limitan, y tienen los siguientes rangos de pendientes máximas:
  - o altura  $\leq$  25 cm, pendiente 12%.
  - o  $26 \leq$  altura  $\leq$  75 cm, pendiente 10%.
  - o  $0.76 \leq$  altura  $\leq$  1.20 m, pendiente 8%.

### A.7.5. Accesibilidad del Sistema

- $1.21 \leq \text{altura} \leq 1.80$  m, pendiente 6%.
  - $1.81 \leq \text{altura} \leq 2$  m, pendiente 4%.
  - altura  $> 2$  m, pendiente 2%.
- Los descansillos y las zonas horizontales de llegada serán de 1.20 m.

004053

Los ascensores cumplirán con todos los requerimientos de la normativa. En términos de cumplimiento de dimensión interior, todas los ascensores son al menos 1.50 m de ancho y 1.40 m de profundidad.

El mobiliario de las zonas de atención se habilitará para las personas con discapacidad, asegurando que los objetos que deba alcanzar frontalmente una persona en silla de ruedas tiene la altura correcta como está definido en la normativa. En las zonas de espera en andén, se dispondrá de un espacio para persona en silla de ruedas a razón de 1 por los primeros 50 asientos, y el 1% del número total a partir de 51.

Como el edificio demanda servicios higiénicos públicos, se cumplen los requisitos del Artículo 15 para el lavatorio, inodoro, y urinario, en un aseo específico para las personas con discapacidad.

Para la señalización, se cumplirá todo lo requerido en acorde con la normativa, además de tomar referencia la norma UNI 11168 "Accesibilidad de las personas al sistema de transporte rápido masivo - Parte I: Criterios de diseño para el metro" que prescribe con más detalle requerimientos para hacer accesible las estaciones de metro. Se incluirán rutas táctiles en el suelo, y se prestará especial atención a la colocación de las rutas en zonas con poco tráfico de personas, evitando poner obstáculos o demasiados lugares para la toma de decisiones.

<b>A.7.5.</b> Nº DOCUMENTO	<b>A) DISEÑO DE INGENIERÍA</b> TIPO DE DOCUMENTO
-------------------------------	---

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

## **A.7.5. ACCESIBILIDAD DEL SISTEMA Y DIMENSIONAMIENTO DE ANDENES APÉNDICE 1. CÁLCULOS DE EVACUACIÓN**

1. Hipótesis de partida Según NFPA

Demanda máxima de 2047

Frecuencias de línea de 2047

LINEA 2				
AÑO	CARGA MÁX (pax)	CAPACIDAD TREN (pax)	FRECUENCIA (min)	FRECUENCIA (pax)
2018	15.410	1.200	3,00	180
2020	27.257	1.200	2,50	150
2030	47.653	1.200	1,50	80
2038	54.010	1.200	1,33	80
2039	54.829	1.400	1,40	84
2047	61.844	1.400	1,33	80

Tabla 7. Línea 2 - Frecuencia operacional de trenes de 1200 (2018-2038) y 1400 pasajeros (2039-2047)

LINEA 4				
AÑO	CARGA MÁX (pax)	CAPACIDAD TREN (pax)	FRECUENCIA (min)	FRECUENCIA (pax)
2018	0	0	0	0
2020	5.029	1200	6,00	360
2030	14.178	1200	5,00	300
2047	17.823	1200	4,00	240

Tabla 8. Línea 4 - Frecuencia operacional de trenes de 1200 (2020-2047)

Tiempo de acumulación en el andén: año 2047

Capacidad del tren según año 2047:

- L2 1400 pax
- L4 1200 pax

Tiempo de acumulación en el andén: Recomendación NFPA máximo entre dos veces la frecuencia de la línea (dejamos pasar un tren) y 5 minutos.

LINEA 2	
Tiempo acumulación* (min)	
2018	5
2020	5
2030	5
2038	5
2039	5
2047	5

LINEA 4	
Tiempo acumulación* (min)	
2018	0
2020	12
2030	10
2047	8



2. Demanda según NFPA

	Puerto Callao	Buenos Aires	Juan Pablo II	Insurgentes	Carmen de la Legua L2	Benavides	San Marcos	Elio	Alborada	Tingo María
Carga de Ocupación del Tren (pax)	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
Frecuencia (minutos)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Peak minute traffic	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
Carga máxima en hora punta	3.161	1.556	5.802	1.800	13.162	246	2.913	1.911	865	1.495
Carga máxima en hora punta* (F=1,5)	4.742	2.334	8.703	2.700	19.743	369	4.370	2.867	1.298	2.243
Carga máxima en el minuto de hora punta*	80	39	146	45	330	7	73	48	22	38
Carga de ocupación en andén más cargado	1.800	1.595	2.130	1.625	3.050	1.435	1.765	1.640	1.510	1.590

	P. Murillo	Pl. Bolognesi	Estación Central	Manco Capac	Cangallo	Nicolás Aylón	Circunvalación	Nicolás Arriola	Evlamiento
Carga de Ocupación del Tren (pax)	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
Frecuencia (minutos)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Peak minute traffic	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
Carga máxima en hora punta	2.949	826	31.549	1.652	928	42.410	712	2.566	1.579
Carga máxima en hora punta* (F=1,5)	4.424	1.239	34.704	2.478	1.392	46.651	1.068	3.849	2.369
Carga máxima en el minuto de hora punta*	74	21	579	42	24	778	18	65	40
Carga de ocupación en andén más cargado	1.770	1.505	4.295	1.610	1.520	5.290	1.490	1.725	1.600

F.S. = 1,1

F.S. = 1,1

	Óvalo	Colectora	La Cultura	Sra. Anita	Vista Alegre	Javier Prado	Ate
Carga de Ocupación del Tren (pax)	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
Frecuencia (minutos)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Peak minute traffic	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
Carga máxima en hora punta	7.145	2.713	3.182	828	1.522	5.224	3.357
Carga máxima en hora punta* (F=1,5)	10.718	4.070	4.773	1.242	2.283	7.836	5.036
Carga máxima en el minuto de hora punta*	179	68	80	21	39	131	84
Carga de ocupación en andén más cargado	2.295	1.740	1.800	1.505	1.595	2.055	1.820

	Gambeta	Canta Callao	Socanegra	Aeropuerto	El Olivar	Quitca	Morales Duarez	Carmen de la Legua L4
Carga de Ocupación del Tren (pax)	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Frecuencia (minutos)	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Peak minute traffic	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
Carga máxima en hora punta	3.640	3.581	882	2.431	1.406	808	2.351	8.958
Carga máxima en hora punta* (F=1,5)	5.460	5.372	1.323	3.647	2.109	1.212	3.527	13.437
Carga máxima en el minuto de hora punta*	91	90	23	61	36	21	59	224
Carga de ocupación en andén más cargado	1.928	1.920	1.384	1.688	1.488	1.368	1.672	2.992



*[Handwritten signature]*

**CARGA DE OCUPACIÓN ESTACIÓN TIPO 2 cañones 1,80**

**EVACUACIÓN DE ANDÉN**

**OCUPACIÓN EN ANDÉN MÁS CARGADO**

- Carga de Ocupación del Tren
- Frecuencia
- Peak minute traffic
- Carga máxima en hora punta
- Carga máxima en el minuto de hora punta\* (F=1,5)
- Carga máxima en el minuto de hora punta\*
- Carga de ocupación en andén más cargado

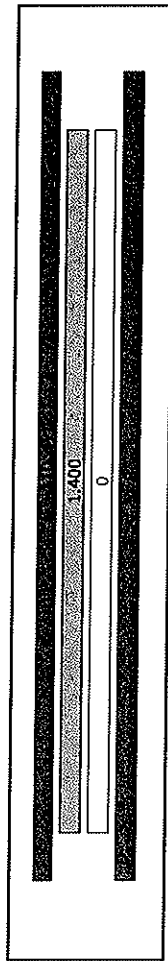


**OCUPACIÓN EN ANDÉN MENOS CARGADO**

- Carga de Ocupación del Tren
- Frecuencia
- Peak minute traffic
- Carga máxima en hora punta
- Carga máxima en el minuto de hora punta\* (F=1,5)
- Carga máxima en el minuto de hora punta\*
- Carga de ocupación en andén más cargado



**DIAGRAMA DE CARGA**



Andén A 110 pax  
 Tren A 1400 pax  
 Tren B 0 pax  
 Andén B 0 pax

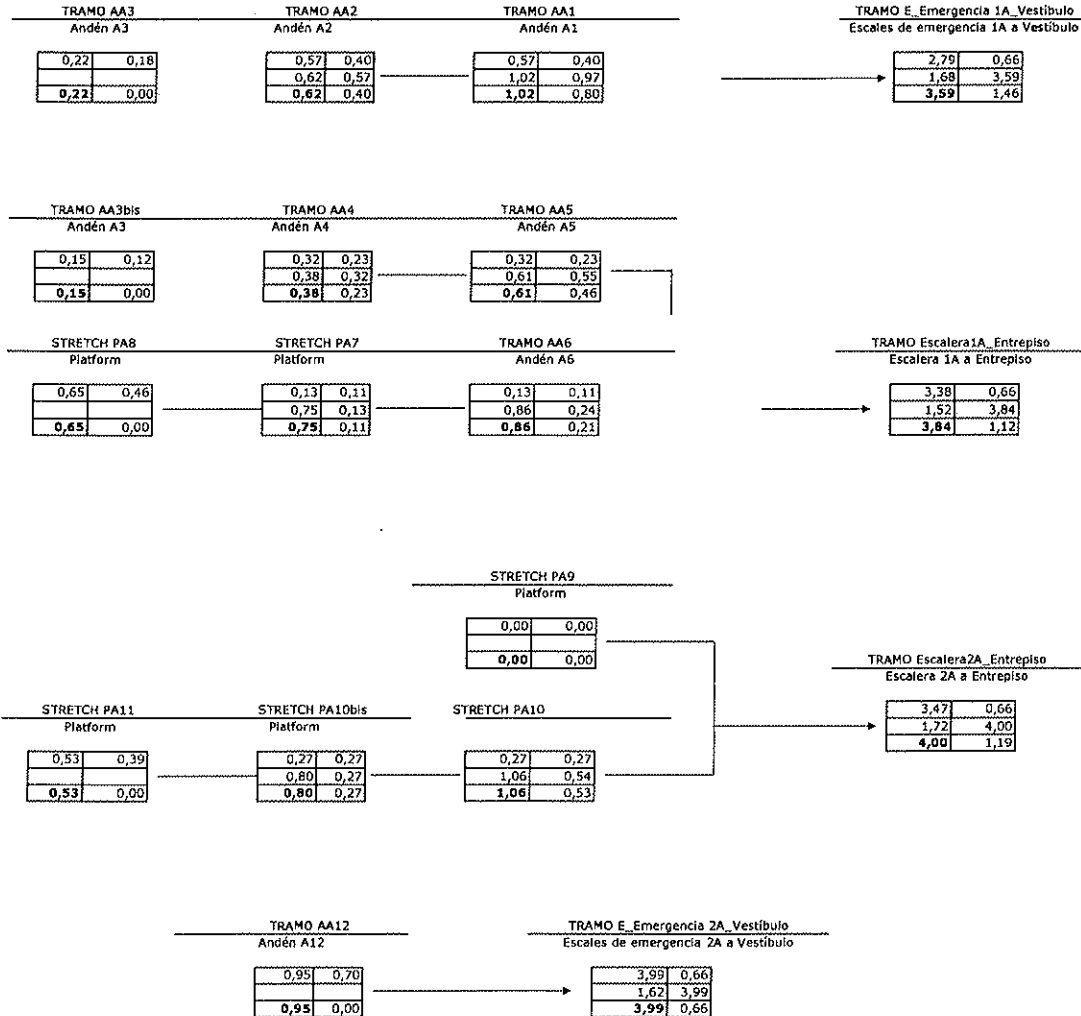
**GRÁFICO DE CARGA:**

Andén A	Longitud:	Ancho:	Área:	Carga Total:	1.510 pax
AA1	3,2 m	48,16 m <sup>2</sup>	Carga AA1	121 pax	
AA2	3,2 m	40,16 m <sup>2</sup>	Carga AA2	121 pax	
AA3	7,9 m	52,14 m <sup>2</sup>	Carga AA3	131 pax	
AA3bis	7,9 m	36,34 m <sup>2</sup>	Carga AA3bis	91 pax	
AA4	3,2 m	27,52 m <sup>2</sup>	Carga AA4	69 pax	
AA5	3,2 m	27,52 m <sup>2</sup>	Carga AA5	69 pax	
AA6	7,9 m	31,60 m <sup>2</sup>	Carga AA6	79 pax	
AA7	7,9 m	31,60 m <sup>2</sup>	Carga AA7	79 pax	
AA8	3,2 m	55,04 m <sup>2</sup>	Carga AA8	138 pax	
AA9	3,2 m	0,00 m <sup>2</sup>	Carga AA9	0 pax	
AA10	7,9 m	39,50 m <sup>2</sup>	Carga AA10	99 pax	
AA10bis	7,9 m	39,50 m <sup>2</sup>	Carga AA10bis	99 pax	
AA11	4 m	59,20 m <sup>2</sup>	Carga AA11	148 pax	
AA12	4 m	106,00 m <sup>2</sup>	Carga AA12	266 pax	
<b>TOTAL</b>	<b>135,00 m</b>	<b>602,28 m<sup>2</sup></b>		<b>1.510 pax</b>	



**ESTACIÓN TIPO 2 cañones 1,80**  
**TIEMPO DE EVACUACIÓN**

**ANDÉN A**



**LEYENDA:**

Tiempo de evacuación por capacidad de un tramo	Tiempo de evacuación por velocidad de un tramo
Tiempo acumulado 1	Tiempo acumulado 2
Tiempo de evacuación del último evacuado	Tiempo de evacuación del primer evacuado

Tiempo de evacuación por capacidad de un tramo: Carga del tramo/capacidad sección crítica

Tiempo de evacuación por velocidad de un tramo: Longitud del tramo/Velocidad de evacuación del tramo

Tiempo acumulado 1: tiempo de evacuación del último evacuado del tramo anterior más tiempo de evacuación por

Tiempo acumulado 2: tiempo de evacuación del primer evacuado más tiempo de evacuación por capacidad del tramo

**TIEMPO DE EVACUACIÓN DE ANDÉN** 4 4,00 min



**CARGA DE OCUPACIÓN ESTACIÓN TIPO 2 cañones 2,40m**

**EVACUACIÓN DE ANDÉN**

**OCUPACIÓN EN ANDÉN MÁS CARGADO**

- Carga de Ocupación del Tren
- Frecuencia
- Peak minute traffic
- Carga máxima en hora punta
- Carga máxima en hora punta\* (F=1,5)
- Carga máxima en el minuto de hora punta\*
- Carga de ocupación en andén más cargado

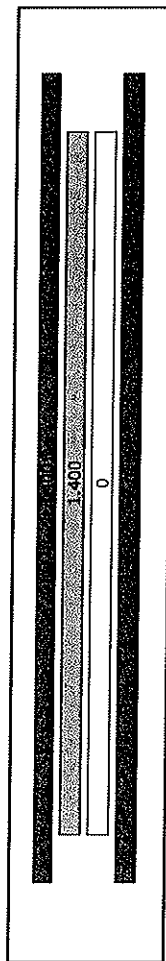
1.400 pax  
 5,0 min  
 0,017  
 3.182  
 4.773  
 80  
 1.880

**OCUPACIÓN EN ANDÉN MENOS CARGADO**

- Carga de Ocupación del Tren
- Frecuencia
- Peak minute traffic
- Carga máxima en hora punta
- Carga máxima en hora punta\* (F=1,5)
- Carga máxima en el minuto de hora punta\*
- Carga de ocupación en andén más cargado

pax  
 min

**DIAGRAMA DE CARGA**



Andén A  
 Tren A  
 Tren B  
 Andén B  
 400 pax  
 1.400 pax  
 0 pax  
 0 pax

**GRÁFICO DE CARGA:**

Andén A	Longitud:	Ancho:	Area:	Carga Total:	1.800 pax
AA1	15,05 m	3,2 m	48,16 m <sup>2</sup>	Carga AA1	140 pax
AA2	15,05 m	3,2 m	48,16 m <sup>2</sup>	Carga AA2	140 pax
AA3	15,40 m	8,5 m	45,90 m <sup>2</sup>	Carga AA3	133 pax
Abbis	5,80 m	8,5 m	49,30 m <sup>2</sup>	Carga AA3bis	143 pax
AA4	8,50 m	3,2 m	27,52 m <sup>2</sup>	Carga AA4	80 pax
AA5	4,00 m	3,2 m	12,80 m <sup>2</sup>	Carga AA5	80 pax
AA6	4,00 m	8,5 m	34,00 m <sup>2</sup>	Carga AA6	99 pax
AA7	4,00 m	8,5 m	34,00 m <sup>2</sup>	Carga AA7	99 pax
AA8	17,20 m	3,2 m	55,04 m <sup>2</sup>	Carga AA8	160 pax
AA9	0,00 m	3,2 m	0,00 m <sup>2</sup>	Carga AA9	0 pax
AA10	15,00 m	8,5 m	42,50 m <sup>2</sup>	Carga AA10	123 pax
AA10bis	18,50 m	8,5 m	42,50 m <sup>2</sup>	Carga AA10bis	123 pax
AA11	18,50 m	4 m	74,00 m <sup>2</sup>	Carga AA11	215 pax
AA12	22,80 m	4 m	91,20 m <sup>2</sup>	Carga AA12	265 pax
<b>TOTAL</b>	<b>135,00 m</b>		<b>619,80 m<sup>2</sup></b>		<b>1.800 pax</b>

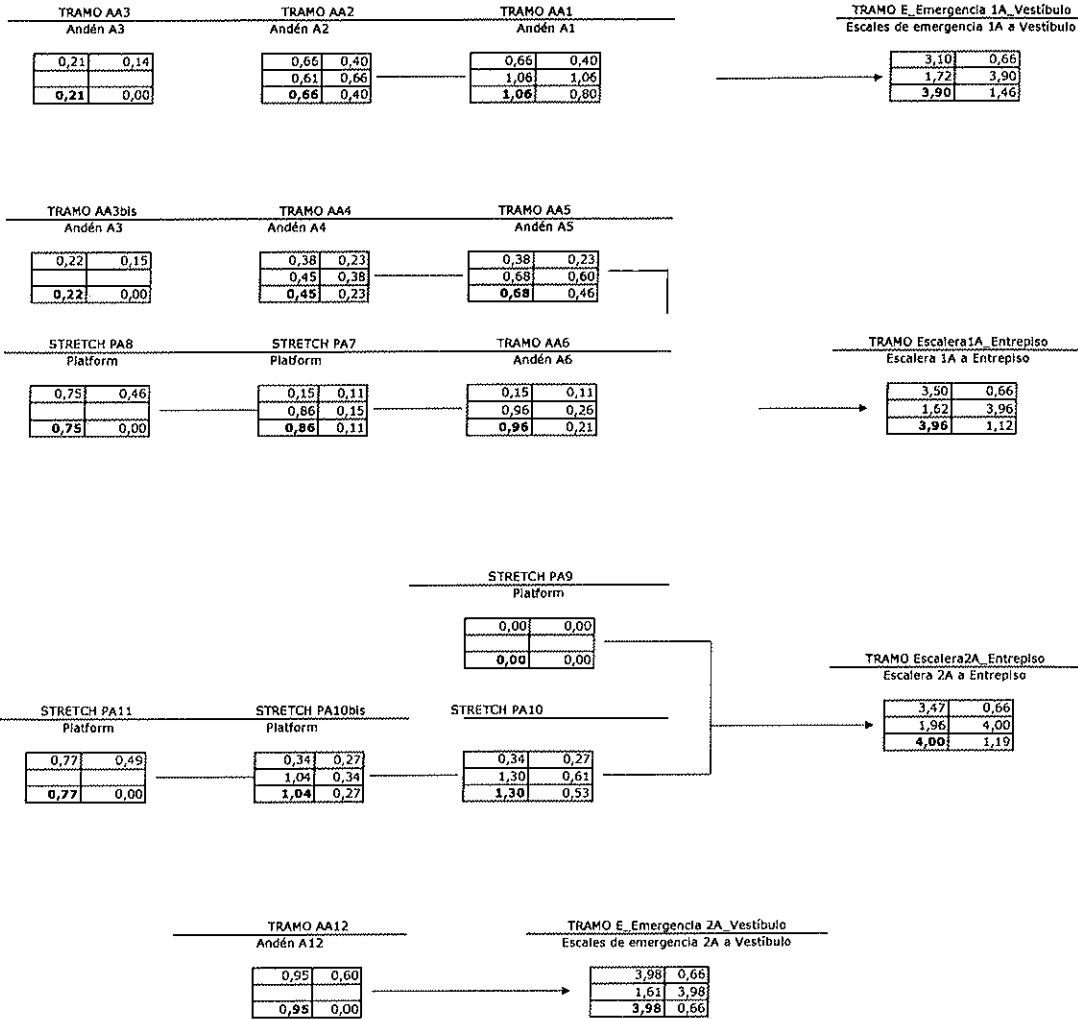


*(Firma manuscrita)*



**ESTACIÓN TIPO 2 cañones 2,40m**  
**TIEMPO DE EVACUACIÓN**

**ANDÉN A**



**LEYENDA:**

Tiempo de evacuación por capacidad de un tramo	Tiempo de evacuación por velocidad de un tramo
Tiempo acumulado 1	Tiempo acumulado 2
Tiempo de evacuación del último evacuado	Tiempo de evacuación del primer evacuado

- Tiempo de evacuación por capacidad de un tramo: Carga del tramo/capacidad sección crítica
- Tiempo de evacuación por velocidad de un tramo: Longitud del tramo/Velocidad de evacuación del tramo
- Tiempo acumulado 1: tiempo de evacuación del último evacuado del tramo anterior más tiempo de evacuación por capacidad del tramo
- Tiempo acumulado 2: tiempo de evacuación del primer evacuado más tiempo de evacuación por capacidad del tramo

**TIEMPO DE EVACUACIÓN DE ANDÉN**      4,00 min



**CARGA DE OCUPACIÓN ESTACIÓN TIPO 2 cañones 3m**

**EVACUACIÓN DE ANDÉN**

**OCUPACIÓN EN ANDÉN MÁS CARGADO**

Carga de Ocupación del Tren  
 Frecuencia  
 Carga máxima en hora punta  
 Carga máxima en hora punta\* (F=1,5)  
 Carga máxima en el minuto de hora punta\*  
 Carga de ocupación en andén más cargado

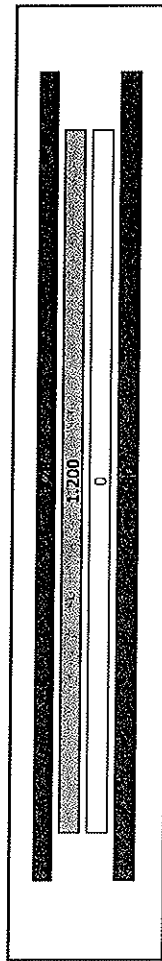
1.200 pax  
 9,0 min  
 0,017  
 3.640  
 5.460  
 91  
 1.928

**OCUPACIÓN EN ANDÉN MENOS CARGADO**

Carga de Ocupación del Tren  
 Frecuencia  
 Peak minute traffic  
 Carga máxima en hora punta  
 Carga máxima en hora punta\* (F=1,5)  
 Carga de ocupación en andén más cargado

0 pax  
 5,0 min  
 0,017  
 616  
 924  
 16  
 80

**DIAGRAMA DE CARGA**



Andén A 728 pax  
 Tren A 1.200 pax  
 Tren B 0 pax  
 Andén B 80 pax

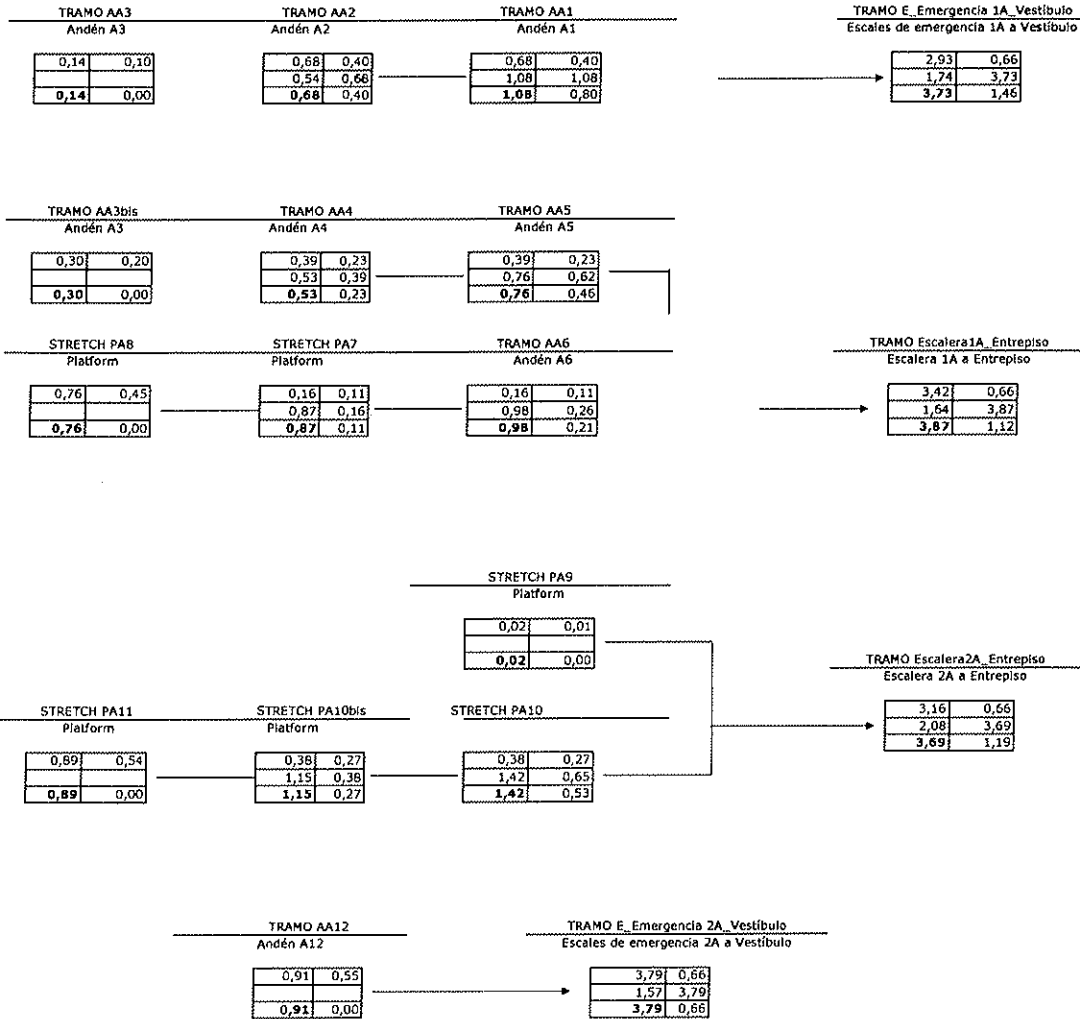
**GRÁFICO DE CARGA:**

Andén A	Longitud:	Ancho:	Área:	Carga Total:
AA1	135,00 m	3,2 m	48,16 m <sup>2</sup>	1.928 pax
AA2		3,2 m	48,16 m <sup>2</sup>	146 pax
AA3		9,1 m	32,76 m <sup>2</sup>	146 pax
Abbis		9,1 m	69,16 m <sup>2</sup>	99 pax
AA4		3,2 m	27,52 m <sup>2</sup>	209 pax
AA5		3,2 m	27,52 m <sup>2</sup>	83 pax
AA6		9,1 m	36,40 m <sup>2</sup>	83 pax
AA7		9,1 m	36,40 m <sup>2</sup>	110 pax
AA8		3,2 m	52,76 m <sup>2</sup>	110 pax
AA9		3,2 m	1,28 m <sup>2</sup>	163 pax
AA10		9,1 m	45,50 m <sup>2</sup>	4 pax
AA10bis		9,1 m	45,50 m <sup>2</sup>	138 pax
AA11		4 m	81,80 m <sup>2</sup>	138 pax
AA12		4 m	83,40 m <sup>2</sup>	247 pax
<b>TOTAL</b>	<b>135,00 m</b>		<b>637,32 m<sup>2</sup></b>	<b>1.928 pax</b>



**ESTACIÓN TIPO 2 cañones 3m**  
**TIEMPO DE EVACUACIÓN**

**ANDÉN A**



**LEYENDA:**

Tiempo de evacuación por capacidad de un tramo	Tiempo de evacuación por velocidad de un tramo
Tiempo acumulado 1	Tiempo acumulado 2
Tiempo de evacuación del último evacuado	Tiempo de evacuación del primer evacuado

Tiempo de evacuación por capacidad de un tramo: Carga del tramo/capacidad sección crítica

Tiempo de evacuación por velocidad de un tramo: Longitud del tramo/Velocidad de evacuación del tramo

Tiempo acumulado 1: tiempo de evacuación del último evacuado del tramo anterior más tiempo de evacuación por capacidad de un tramo

Tiempo acumulado 2: tiempo de evacuación del primer evacuado más tiempo de evacuación por capacidad del tramo

<b>TIEMPO DE EVACUACIÓN DE ANDÉN</b>	<b>3,87 min</b>
--------------------------------------	-----------------



**CARGA DE OCUPACIÓN ESTACIÓN 3 cañones 1,20m (Bolognesi)**

**EVACUACIÓN DE ANDÉN**

**OCUPACIÓN EN ANDÉN MÁS CARGADO**

Carga de Ocupación del Tren	1.400 pax
Frecuencia	5,0 min
Peak minute traffic	0,017
Carga máxima en hora punta	826
Carga máxima en el minuto de hora punta* (F=1,5)	1.239
Carga de ocupación en andén más cargado	21
	1.505

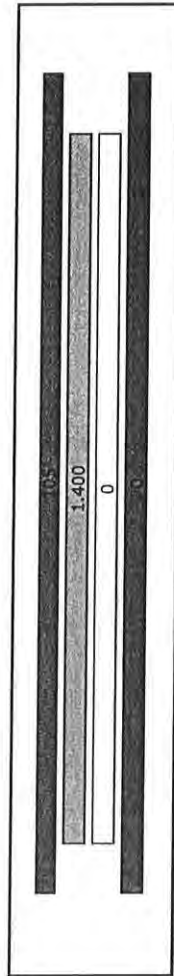
Frecuencia línea: 1,5 minutos. Frecuencia cálculo NFFA: máximo (dejamos pasar dos trenes, 5 minutos)

**OCUPACIÓN EN ANDÉN MENOS CARGADO**

Carga de Ocupación del Tren	0 pax
Frecuencia	5,0 min
Peak minute traffic	0
Carga máxima en hora punta	0
Carga máxima en el minuto de hora punta* (F=1,5)	0
Carga de ocupación en andén más cargado	0

Frecuencia línea: 1,5 minutos. Frecuencia cálculo NFFA: máximo (dejamos pasar dos trenes, 5 minutos)

**DIAGRAMA DE CARGA**



**GRÁFICO DE CARGA:**

Andén A	Longitud:	Ancho:	Area:	Carga Total:	1.505 pax
AA1	16,80 m	3,2 m	53,76 m <sup>2</sup>	Carga AA1	137 pax
AA2	0,00 m	3,2 m	0,00 m <sup>2</sup>	Carga AA2	0 pax
AA3	6,50 m	8,2 m	53,30 m <sup>2</sup>	Carga AA3	136 pax
AA4	13,00 m	3,2 m	41,60 m <sup>2</sup>	Carga AA4	106 pax
AA5	30,00 m	3,2 m	96,00 m <sup>2</sup>	Carga AA5	245 pax
AA6	8,70 m	8,2 m	71,34 m <sup>2</sup>	Carga AA6	182 pax
AA7	1,00 m	3,2 m	3,20 m <sup>2</sup>	Carga AA7	8 pax
AA8	8,00 m	3,2 m	25,60 m <sup>2</sup>	Carga AA8	65 pax
AA9	10,00 m	8,2 m	82,00 m <sup>2</sup>	Carga AA9	209 pax
AA10	15,50 m	4 m	62,00 m <sup>2</sup>	Carga AA10	158 pax
AA11	25,50 m	4 m	102,00 m <sup>2</sup>	Carga AA11	260 pax
<b>TOTAL</b>	<b>135,00 m</b>		<b>590,80 m<sup>2</sup></b>		<b>1.505 pax</b>

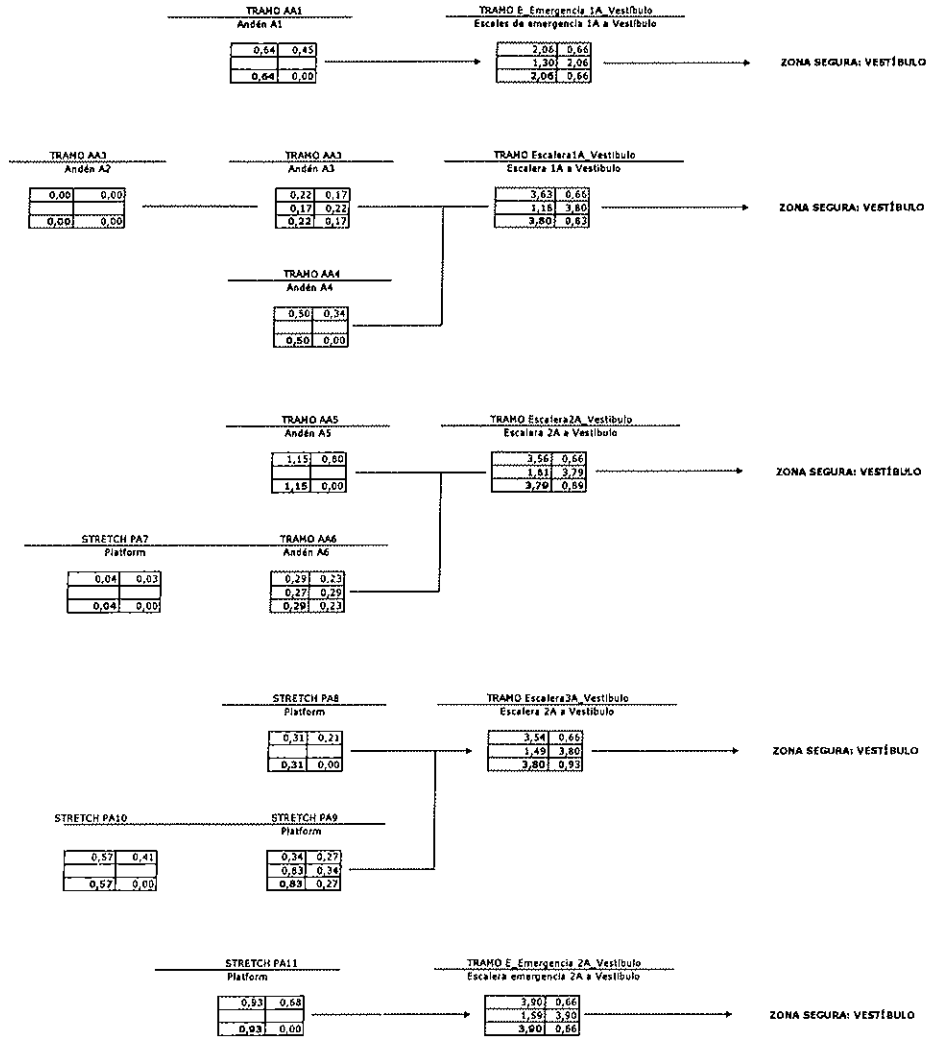
**GRÁFICO DE CARGA:**

Andén B	Longitud:	Ancho:	Area:	Carga Total:	0 pax
AB1	8,40 m	3,5 m	29,40 m <sup>2</sup>	Carga AB1	0 pax
AB2	8,40 m	3,5 m	29,40 m <sup>2</sup>	Carga AB2	0 pax
AB3	6,50 m	8,5 m	55,25 m <sup>2</sup>	Carga AB3	0 pax
AB4	21,50 m	3,5 m	75,25 m <sup>2</sup>	Carga AB4	0 pax
AB5	21,50 m	3,5 m	75,25 m <sup>2</sup>	Carga AB5	0 pax
AB6	8,70 m	8,5 m	73,95 m <sup>2</sup>	Carga AB6	0 pax
AB7	4,50 m	3,5 m	15,75 m <sup>2</sup>	Carga AB7	0 pax
AB8	4,50 m	3,5 m	15,75 m <sup>2</sup>	Carga AB8	0 pax
AB9	10,00 m	8,5 m	85,00 m <sup>2</sup>	Carga AB9	0 pax
AB10	20,50 m	4 m	82,00 m <sup>2</sup>	Carga AB10	0 pax
AB11	20,50 m	4 m	82,00 m <sup>2</sup>	Carga AB11	0 pax
<b>TOTAL</b>	<b>135,00 m</b>		<b>619,00 m<sup>2</sup></b>		<b>0 pax</b>



**ESTACIÓN 3 cañones 1,20m**  
**TIEMPO DE EVACUACIÓN**

**ANDÉN A**



**LEYENDA:**

Tempo de evacuación por capacidad de un tramo	Tempo de evacuación por velocidad de un tramo	Tempo de evacuación por capacidad de un tramo: Carga del tramo/capacidad sección crítica
Tempo acumulado 1	Tempo acumulado 2	Tempo de evacuación por velocidad de un tramo: Longitud del tramo/Velocidad de evacuación del tramo
Tempo de evacuación del último evacuado	Tempo de evacuación del primer evacuado	Tempo acumulado 1: tiempo de evacuación del último evacuado del tramo anterior más tiempo de evacuación por velocidad
		Tempo acumulado 2: tiempo de evacuación del primer evacuado más tiempo de evacuación por capacidad del tramo

**TIEMPO DE EVACUACIÓN DE ANDÉN** 3,00 min



**CARGA DE OCUPACIÓN ESTACIÓN 3 cañones 1,80m**

**EVACUACIÓN DE ANDÉN**

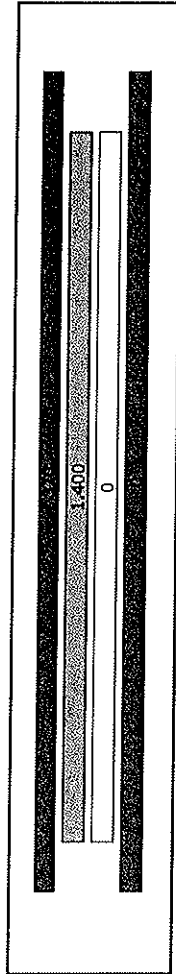
**OCUPACIÓN EN ANDÉN MÁS CARGADO**

Carga de Ocupación del Tren	1.400 pax
Frecuencia	5,0 min
Peak minute traffic	0,0133
Carga máxima en hora punta	2.949
Carga máxima en hora punta* (F=1,5)	4.424
Carga máxima en el minuto de hora punta*	74
Carga de ocupación en andén más cargado	1.770

**OCUPACIÓN EN ANDÉN MENOS CARGADO**

Carga de Ocupación del Tren	370 pax
Frecuencia	5,0 min
Peak minute traffic	0,0133
Carga máxima en hora punta	0
Carga máxima en hora punta* (F=1,5)	0
Carga máxima en el minuto de hora punta*	0
Carga de ocupación en andén más cargado	0

**DIAGRAMA DE CARGA**



**GRÁFICO DE CARGA:**

Andén A		Andén B	
Longitud:	135,00 m	Longitud:	135,00 m
AA1	3,2 m	AA1	3,5 m
AA2	3,2 m	AA2	3,5 m
AA3	8,2 m	AA3	8,5 m
AA4	3,2 m	AA4	3,5 m
AA5	3,2 m	AA5	3,5 m
AA6	8,2 m	AA6	8,5 m
AA7	3,2 m	AA7	3,5 m
AA8	3,2 m	AA8	3,5 m
AA9	8,2 m	AA9	8,5 m
AA10	4 m	AA10	4 m
AA11	4 m	AA11	4 m
<b>TOTAL</b>	<b>590,80 m<sup>2</sup></b>	<b>TOTAL</b>	<b>619,00 m<sup>2</sup></b>
<b>Carga Total:</b>	<b>1.770 pax</b>	<b>Carga Total:</b>	<b>0 pax</b>

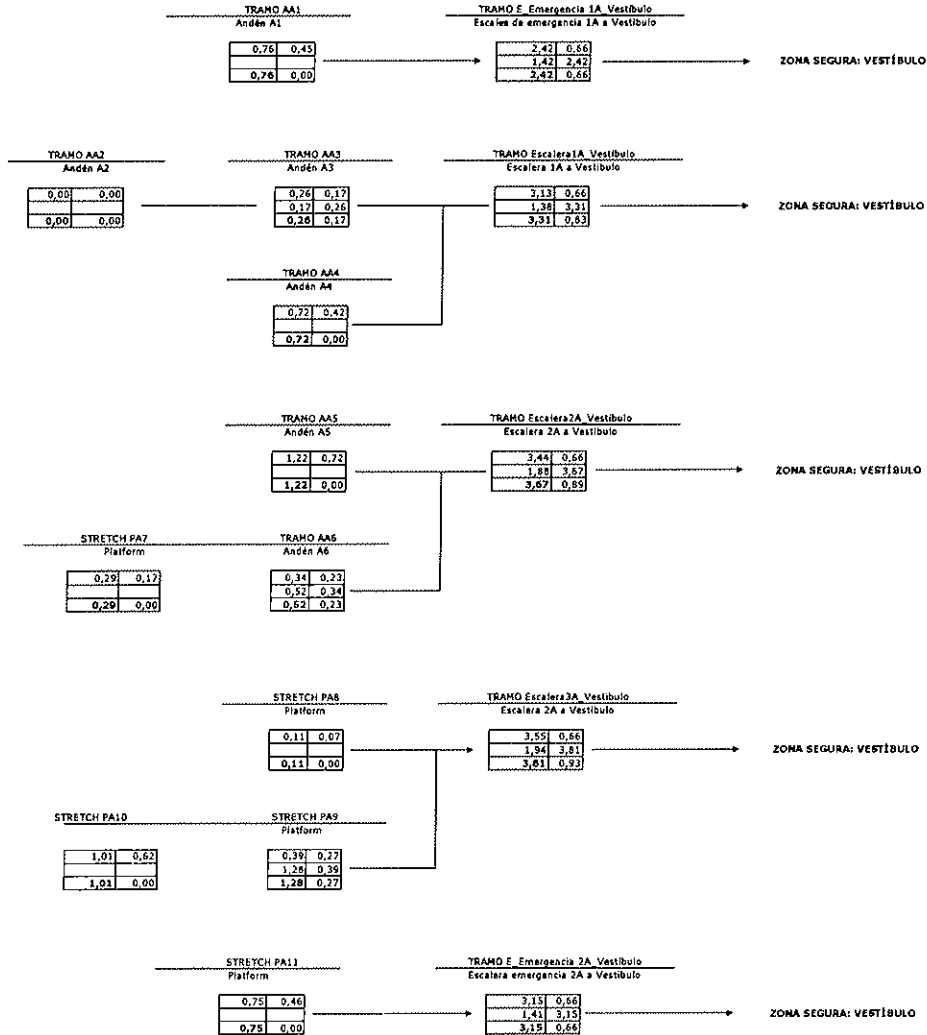
**GRÁFICO DE CARGA:**

Andén A		Andén B	
Longitud:	135,00 m	Longitud:	135,00 m
AB1	3,5 m	AB1	3,5 m
AB2	3,5 m	AB2	3,5 m
AB3	8,5 m	AB3	8,5 m
AB4	3,5 m	AB4	3,5 m
AB5	3,5 m	AB5	3,5 m
AB6	8,5 m	AB6	8,5 m
AB7	3,5 m	AB7	3,5 m
AB8	3,5 m	AB8	3,5 m
AB9	8,5 m	AB9	8,5 m
AB10	4 m	AB10	4 m
AB11	4 m	AB11	4 m
<b>TOTAL</b>	<b>619,00 m<sup>2</sup></b>	<b>TOTAL</b>	<b>619,00 m<sup>2</sup></b>
<b>Carga Total:</b>	<b>0 pax</b>	<b>Carga Total:</b>	<b>0 pax</b>



**ESTACIÓN 3 coches 1,80m**  
**TIEMPO DE EVACUACIÓN**

**ANDÉN A**



**LEYENDA:**

Tiempo de evacuación por capacidad de un tramo	Tiempo de evacuación por velocidad de un tramo
Tiempo acumulado 1	Tiempo acumulado 2
Tiempo de evacuación del último evacuado	Tiempo de evacuación del primer evacuado

- Tiempo de evacuación por capacidad de un tramo: Carga del tramo/capacidad sección crítica
- Tiempo de evacuación por velocidad de un tramo: Longitud del tramo/velocidad de evacuación del tramo
- Tiempo acumulado 1: tiempo de evacuación del último evacuado del tramo anterior más tiempo de evacuación por velocidad
- Tiempo acumulado 2: tiempo de evacuación del primer evacuado más tiempo de evacuación por capacidad del tramo

<b>TIEMPO DE EVACUACIÓN DE ANDÉN</b>	<b>4</b>	<b>3,81</b>	<b>min</b>
--------------------------------------	----------	-------------	------------



**CARGA DE OCUPACIÓN ESTACIÓN 3 cañones 2,40m**

**EVACUACIÓN DE ANDÉN**

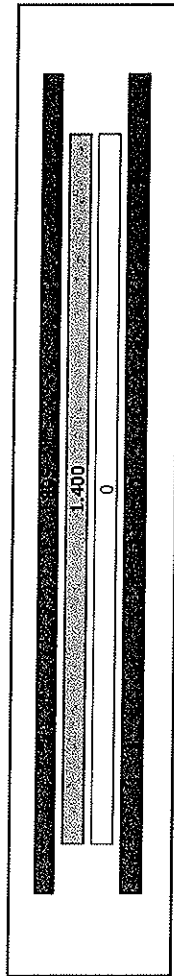
**OCUPACIÓN EN ANDÉN MÁS CARGADO**

Carga de Ocupación del Tren	1400 pax
Frecuencia	150 min
Peak minute traffic	0.0037
Carga máxima en hora punta	7.145
Carga máxima en el minuto de hora punta*	10.718
Carga de ocupación en andén más cargado	179
	<b>2.295</b>

**OCUPACIÓN EN ANDÉN MENOS CARGADO**

Carga de Ocupación del Tren	895 pax
Frecuencia	150 min
Peak minute traffic	0.0037
Carga máxima en hora punta	7.145
Carga máxima en el minuto de hora punta*	10.718
Carga de ocupación en andén más cargado	179
	<b>2.295</b>

**DIAGRAMA DE CARGA**



**GRÁFICO DE CARGA:**

Andén A		Andén B	
Longitud:	134,50 m	Longitud:	135,00 m
AA1	210 pax	AB1	0 pax
AA2	0 pax	AB2	0 pax
AA3	208 pax	AB3	0 pax
AA4	200 pax	AB4	0 pax
AA5	337 pax	AB5	0 pax
AA6	278 pax	AB6	0 pax
AA7	94 pax	AB7	0 pax
AA8	19 pax	AB8	0 pax
AA9	320 pax	AB9	0 pax
AA10	366 pax	AB10	0 pax
AA11	265 pax	AB11	0 pax
<b>TOTAL</b>	<b>2.295 pax</b>	<b>TOTAL</b>	<b>0 pax</b>

**GRÁFICO DE CARGA:**

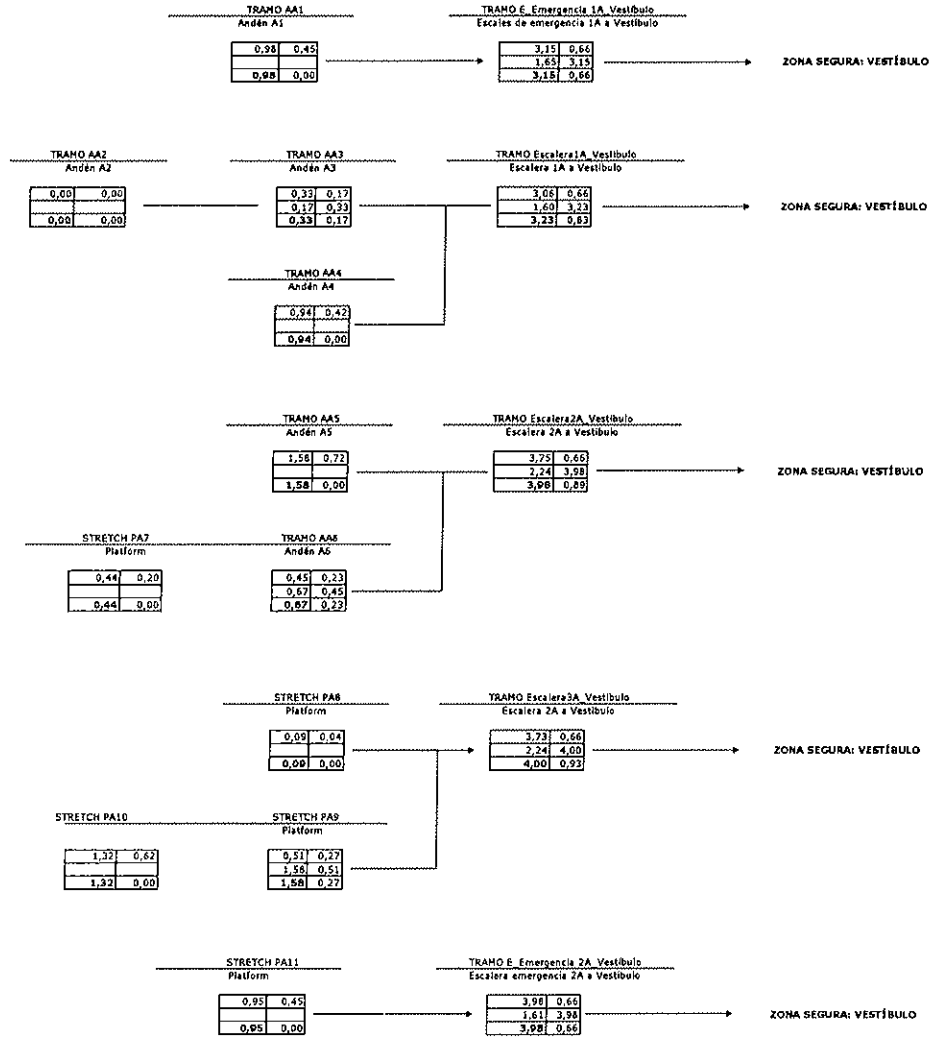
Andén A		Andén B	
Longitud:	134,50 m	Longitud:	135,00 m
AA1	53,76 m <sup>2</sup>	AB1	29,40 m <sup>2</sup>
AA2	0,00 m <sup>2</sup>	AB2	29,40 m <sup>2</sup>
AA3	53,30 m <sup>2</sup>	AB3	55,25 m <sup>2</sup>
AA4	51,20 m <sup>2</sup>	AB4	75,25 m <sup>2</sup>
AA5	86,40 m <sup>2</sup>	AB5	75,25 m <sup>2</sup>
AA6	71,34 m <sup>2</sup>	AB6	73,95 m <sup>2</sup>
AA7	24,00 m <sup>2</sup>	AB7	15,75 m <sup>2</sup>
AA8	4,80 m <sup>2</sup>	AB8	15,75 m <sup>2</sup>
AA9	82,00 m <sup>2</sup>	AB9	85,00 m <sup>2</sup>
AA10	94,00 m <sup>2</sup>	AB10	82,00 m <sup>2</sup>
AA11	68,00 m <sup>2</sup>	AB11	82,00 m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>586,80 m<sup>2</sup></b>	<b>TOTAL</b>	<b>619,00 m<sup>2</sup></b>





**ESTACIÓN 3 salones 2,40m**  
**TIEMPO DE EVACUACIÓN**

**ANDÉN A**



**LEVENDA:**

Tempo de evacuación por capacidad de un tramo	Tempo de evacuación por velocidad de un tramo	Tempo de evacuación por capacidad de un tramo: Carga del tramo/capacidad sección crítica
Tempo acumulado 1	Tempo acumulado 2	Tempo de evacuación por velocidad de un tramo: Longitud del tramo/velocidad de evacuación del tramo
Tempo de evacuación del último evacuado	Tempo de evacuación del primer evacuado	Tempo acumulado 1: tiempo de evacuación del último evacuado del tramo anterior más tiempo de evacuación por velocidad
		Tempo acumulado 2: tiempo de evacuación del primer evacuado más tiempo de evacuación por capacidad del tramo

**TIEMPO DE EVACUACIÓN DE ANDÉN** 4 4,00 min



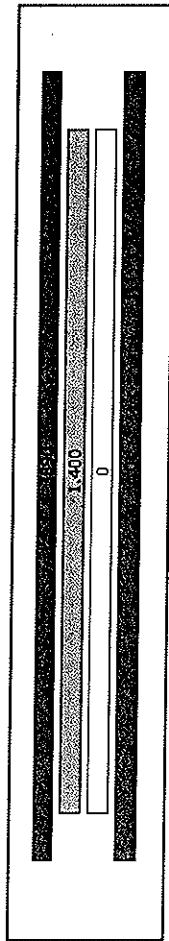
**CARGA DE OCUPACIÓN ESTACIÓN TIPO 4 cañones 3,60m**

**EVACUACIÓN DE ANDÉN**

**OCUPACIÓN EN ANDÉN MÁS CARGADO**

Carga de Ocupación del Tren: 1409 pax  
 Frecuencia: 3,0 min  
 Frecuencia líneas: 1,5 minutos. Frecuencia cálculo NFPA: máximo (dejamos pasar dos trenes, 5 minutos)  
 Peak minute traffic: 3037  
 Carga máxima en hora punta: 42.410  
 Carga máxima en el minuto de hora punta\* (F=1,1): 46.651  
 Carga de ocupación en andén más cargado: 778  
 5.290

**DIAGRAMA DE CARGA**



Andén A: 3890 pax  
 Tren A: 1400 pax  
 Tren B: 0 pax  
 Andén B: 0 pax

**GRÁFICO DE CARGA:**

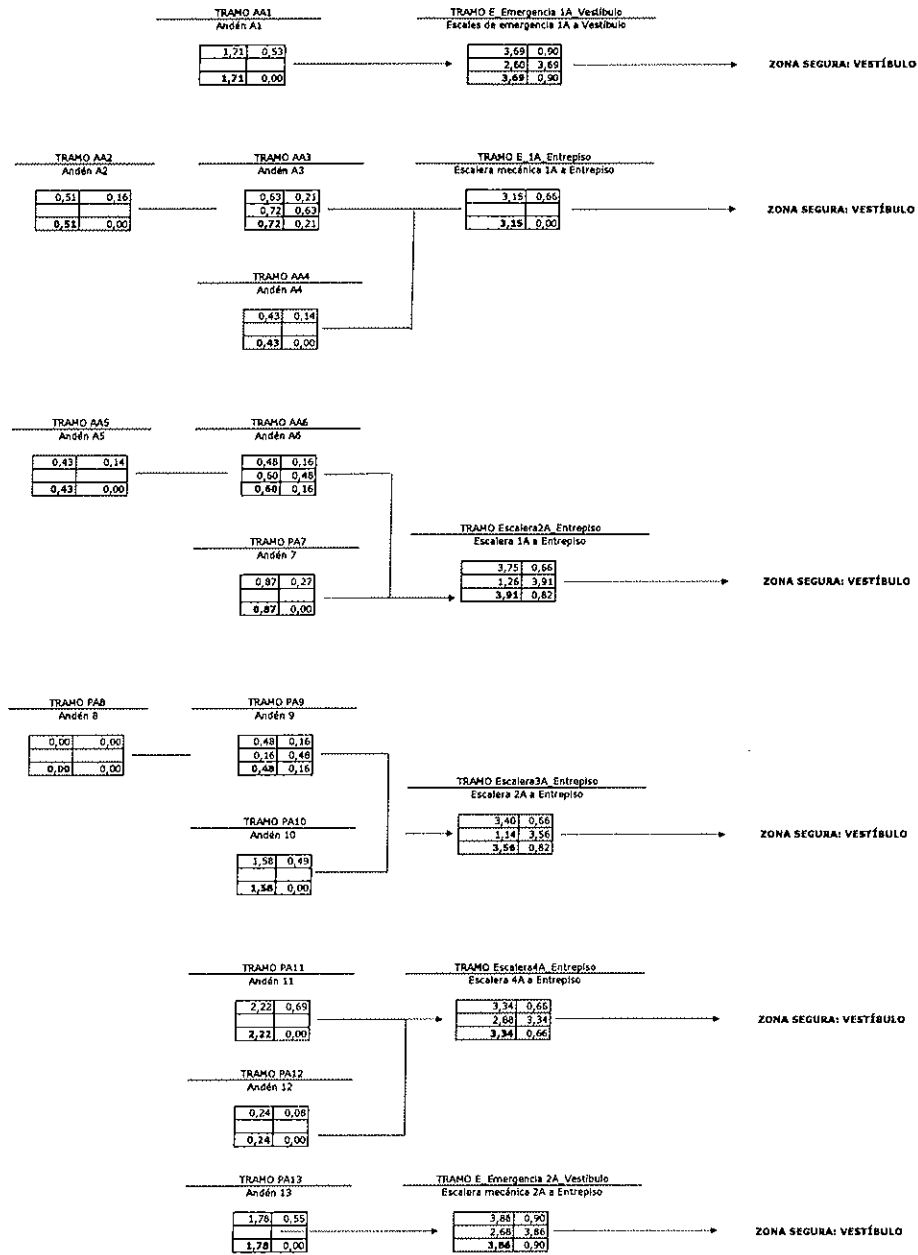
Andén A	Longitud:	Ancho:	Area:	Carga Total:
AA1	135,00 m	5 m	100,00 m2	5.290 pax
AA2	135,00 m	5 m	30,00 m2	615 pax
AA3	135,00 m	13 m	104,00 m2	184 pax
AA4	135,00 m	5 m	25,50 m2	639 pax
AA5	135,00 m	5 m	25,50 m2	157 pax
AA6	135,00 m	13 m	79,30 m2	157 pax
AA7	135,00 m	5 m	51,00 m2	487 pax
AA8	135,00 m	5 m	0,00 m2	313 pax
AA9	135,00 m	13 m	79,30 m2	0 pax
AA10	135,00 m	5 m	92,50 m2	487 pax
AA11	135,00 m	5 m	130,00 m2	569 pax
AA12	135,00 m	13 m	39,00 m2	799 pax
AA13	135,00 m	5 m	104,50 m2	240 pax
<b>TOTAL</b>	<b>135,00 m</b>		<b>860,60 m2</b>	<b>5.290 pax</b>



*(Firma manuscrita)*

ESTACIÓN TIPO 4 cañones 3,60m  
TIEMPO DE EVACUACIÓN

ANDÉN A



LEYENDA:

Tempo de evacuación por capacidad de un tramo	Tempo de evacuación por velocidad de un tramo
Tempo acumulado 1	Tempo acumulado 2
Tempo de evacuación del último	Tempo de evacuación del primer evacuado

- Tempo de evacuación por capacidad de un tramo: Carga del tramo/capacidad sección crítica
- Tempo de evacuación por velocidad de un tramo: Longitud del tramo/velocidad de evacuación del tramo
- Tempo acumulado 1: Tempo de evacuación del último evacuado del tramo anterior más tempo de evacuación por velocidad del tramo
- Tempo acumulado 2: Tempo de evacuación del primer evacuado más tempo de evacuación por capacidad del tramo

TIEMPO DE EVACUACIÓN DE ANDÉN	3,91 min
-------------------------------	----------



A.7.5. Nº DOCUMENTO	A) DISEÑO DE INGENIERÍA TIPO DE DOCUMENTO
------------------------	--

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

## A.7.5. ACCESIBILIDAD DEL SISTEMA Y DIMENSIONAMIENTO DE ANDENES APÉNDICE 2. NIVELES DE SERVICIO DE ESTACIONES TIPOS

## TIPO 1.1 - ESTACIÓN 12\_PLAZA BOLOGNESI

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 1 (HPM)	33.5
Área andén (m <sup>2</sup> )	572.99
Zona peatonal promedio (> 0,67 m <sup>2</sup> /pax)	17.1
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2047
Usuarios área no paga (minuto pico)	41
Superficie área no paga (m <sup>2</sup> )	425,47
Capacidad área no paga (> 1 m <sup>2</sup> /pax)	10,3
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	6
Ancho escalera fija en proyecto (m)	7,20
Usuarios área paga (minuto pico)	42
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	37
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	5
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	3
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°) <small>*en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio</small>	2
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	230
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	345
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	3
Ancho escalera fija en proyecto (m)	4,80
Usuarios área no paga (minuto pico)	42

Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	37
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	5
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	1
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°) <small>*en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio</small>	1
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
<b>NIVEL DE SERVICIO</b>	<b>A</b>

Torniquetes	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	121
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	9
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	1
Torniquetes en salida	1
Torniquete adicional	1
<b>NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES</b>	<b>3</b>

Máquinas expendedoras y ventanilla	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	1442
Número de usuarios que necesitan boleto	548
Número de usuarios que usan la ventanilla	170
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	379
<b>NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEDORAS</b>	<b>2</b>
<b>NÚMERO VENTANILLAS</b>	<b>2</b>



## TIPO 1.2 - ESTACIÓN 06\_EL QUILCA

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 1 (HPT)	1003
Área andén (m <sup>2</sup> )	532.52
Zona peatonal promedio (> 0,67 m <sup>2</sup> /pax)	7.96
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2047
Usuarios área no paga (minuto pico)	27
Superficie área no paga (m <sup>2</sup> )	383.59
Capacidad área no paga (> 1 m <sup>2</sup> /pax)	14.20
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	2
Ancho escalera fija en proyecto (m)	3.60
Usuarios área paga (minuto pico)	27
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	14
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	13
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	1
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°)	0
<small>*en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio</small>	
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	0
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	13
Usuarios a través de las escaleras fijas	14
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	0.25
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	1.80
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	7.20
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	3
Ancho escalera fija en proyecto (m)	5.80
Usuarios área no paga (minuto pico)	27



Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	14
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	13
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	1
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	0
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	0
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	13
Usuarios a través de las escaleras fijas	14
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	0.25
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	5.40
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	21.60
<b>NIVEL DE SERVICIO</b>	<b>A</b>

#### Torniquetes

Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	67
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	54
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	4
Torniquetes en salida	4
Torniquete adicional	1
<b>NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES</b>	<b>9</b>

#### Máquinas expendedoras y ventanilla

Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	808
Número de usuarios que necesitan boleto	307
Número de usuarios que usan la ventanilla	188
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	119
<b>NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEDORAS</b>	<b>8</b>
<b>NÚMERO VENTANILLAS</b>	<b>2</b>





## TIPO 1.2 SER - ESTACIÓN 09\_LA ALBORADA

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 1 (HPM)	80.9
Área andén (m <sup>2</sup> )	558.89
Zona peatonal promedio (> 0,67 m <sup>2</sup> /pax)	6.9
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2047
Usuarios área no paga (minuto pico)	81
Superficie área no paga (m <sup>2</sup> )	627.14
Capacidad área no paga (> 1 m <sup>2</sup> /pax)	7.7
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	4
Ancho escalera fija en proyecto (m)	7,20
Usuarios área paga (minuto pico)	81
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	14
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	67
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	2
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°)	1
<small>*en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio</small>	
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	230
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	3
Ancho escalera fija en proyecto (m)	5.6
Usuarios área no paga (minuto pico)	81

Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	14
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	67
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	1
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	1
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
<b>NIVEL DE SERVICIO</b>	<b>A</b>

#### Torniquetes

Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	47
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	134
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	1
Torniquetes en salida	3
Torniquete adicional	1
<b>NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES</b>	<b>5</b>

#### Máquinas expendedoras y ventanilla

Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	963
Número de usuarios que necesitan boleto	366
Número de usuarios que usan la ventanilla	114
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	253
<b>NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEDORAS</b>	<b>2</b>
<b>NÚMERO VENTANILLAS</b>	<b>2</b>

## TIPO 1.3 - ESTACIÓN 06\_ÓSCAR BENAVIDES

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 1 (HPM)	10.4
Área andén (m <sup>2</sup> )	554.05
Zona peatonal promedio (> 0,67 m <sup>2</sup> /pax)	53.27
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2047
Usuarios área no paga (minuto pico)	10
Superficie área no paga (m <sup>2</sup> )	668.3
Capacidad área no paga (> 1 m <sup>2</sup> /pax)	66.8
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	3
Ancho escalera fija en proyecto (m)	5.4
Usuarios área paga (minuto pico)	10
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	7
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	3
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	1
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°)	1
<small>*en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio</small>	
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	3
Ancho escalera fija en proyecto (m)	5.2
Usuarios área no paga (minuto pico)	10

Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	7
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	3
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	1
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	1
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
NIVEL DE SERVICIO	A

## Torniquetes

Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	32
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	6
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	1
Torniquetes en salida	1
Torniquete adicional	1
NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES	3

## Máquinas expendedoras y ventanilla

Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	254
Número de usuarios que necesitan boleto	97
Número de usuarios que usan la ventanilla	31
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	67
NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEDORAS	1
NÚMERO VENTANILLAS	1



*[Handwritten signature]*

## TIPO 1.4 - ESTACIÓN 14\_PLAZA MANCO CAPAC

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 1 (HPM)	81.7
Área andén (m <sup>2</sup> )	594.74
Zona peatonal promedio (> 0,67 m <sup>2</sup> /pax)	7.27
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2030
Usuarios área no paga (minuto pico)	90
Superficie área no paga (m <sup>2</sup> )	556.19
Capacidad área no paga (> 1 m <sup>2</sup> /pax)	6.1
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2030
Número escaleras mecánicas en proyecto	6
Ancho escalera fija en proyecto (m)	10.8
Usuarios área paga (minuto pico)	90
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	47
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	43
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	3
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°)	2
<small>*en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio</small>	
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	230
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	345
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2030
Número escaleras mecánicas en proyecto	3
Ancho escalera fija en proyecto (m)	5.6
Usuarios área no paga (minuto pico)	90



*A*

Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	47
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	43
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	1
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	1
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
<b>NIVEL DE SERVICIO</b>	<b>A</b>

Torniquetes	
Año dimensionante	2030
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	155
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	86
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	2
Torniquetes en salida	2
Torniquete adicional	1
<b>NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES</b>	<b>5</b>

Máquinas expendedoras y ventanilla	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	1866
Número de usuarios que necesitan boleto	710
Número de usuarios que usan la ventanilla	221
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	490
<b>NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEADORAS</b>	<b>2</b>
<b>NÚMERO VENTANILLAS</b>	<b>3</b>

## TIPO 1.4 SER - ESTACIÓN 07\_SAN MARCOS

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 1 (HPM)	221.3
Área andén (m <sup>2</sup> )	593.89
Zona peatonal promedio (> 0,67 m <sup>2</sup> /pax)	2.68
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2047
Usuarios área no paga (minuto pico)	204
Superficie área no paga (m <sup>2</sup> )	586.55
Capacidad área no paga (> 1 m <sup>2</sup> /pax)	2.8
NIVEL DE SERVICIO	B

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	6
Ancho escalera fija en proyecto (m)	10.8
Usuarios área paga (minuto pico)	130
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	79
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	51
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	3
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°)	2
<small>*en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio</small>	
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	230
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	345
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	4
Ancho escalera fija en proyecto (m)	5.2
Usuarios área no paga (minuto pico)	130

Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	79
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	51
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	2
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	1
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	230
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
<b>NIVEL DE SERVICIO</b>	<b>A</b>

Torniquetes	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	111
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	341
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	1
Torniquetes en salida	8
Torniquete adicional	1
<b>NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES</b>	<b>10</b>

Máquinas expendedoras y ventanilla	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	3131
Número de usuarios que necesitan boleto	1190
Número de usuarios que usan la ventanilla	369
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	822
<b>NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEDORAS</b>	<b>4</b>
<b>NÚMERO VENTANILLAS</b>	<b>4</b>



## TIPO 1.5 - ESTACIÓN 08\_ELIO

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 1 (HPM)	143.5
Área andén (m <sup>2</sup> )	581.09
Zona peatonal promedio (> 0,67 m <sup>2</sup> /pax)	4.04
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2047
Usuarios área no paga (minuto pico)	162
Superficie área no paga (m <sup>2</sup> )	820.62
Capacidad área no paga (> 1 m <sup>2</sup> /pax)	5
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	4
Ancho escalera fija en proyecto (m)	9.6
Usuarios área paga (minuto pico)	163
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	51
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	112
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	2
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°)	1
<small>*en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio</small>	
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	230
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	3
Ancho escalera fija en proyecto (m)	5.2
Usuarios área no paga (minuto pico)	163

Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	51
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	112
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	1
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	1
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
<b>NIVEL DE SERVICIO</b>	<b>A</b>

Torniquetes	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	167
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	223
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	2
Torniquetes en salida	5
Torniquete adicional	1
<b>NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES</b>	<b>8</b>

Máquinas expendedoras y ventanilla	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	2027
Número de usuarios que necesitan boleto	771
Número de usuarios que usan la ventanilla	240
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	532
<b>NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEADORAS</b>	<b>3</b>
<b>NÚMERO VENTANILLAS</b>	<b>3</b>

## TIPO 1.5 SER - ESTACIÓN 18\_CIRCUNVALACIÓN

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 1 (HPM)	100.3
Área andén (m2)	572.65
Zona peatonal promedio (> 0,67 m <sup>2</sup> /pax)	5.7
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2047
Usuarios área no paga (minuto pico)	136
Superficie área no paga (m <sup>2</sup> )	622.28
Capacidad área no paga (> 1 m <sup>2</sup> /pax)	4.5
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	4
Ancho escalera fija en proyecto (m)	9.6
Usuarios área paga (minuto pico)	136
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	89
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	47
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	2
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°)	1
<small>*en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio</small>	
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	230
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	3
Ancho escalera fija en proyecto (m)	4,80
Usuarios área no paga (minuto pico)	136



A

Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	89
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	47
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	1
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	1
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
NIVEL DE SERVICIO	A

Torniquetes	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	296
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	94
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	2
Torniquetes en salida	2
Torniquete adicional	1
NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES	5

Máquinas expendedoras y ventanilla	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	3549
Número de usuarios que necesitan boleto	1349
Número de usuarios que usan la ventanilla	419
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	931
NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEDORAS	4
NÚMERO VENTANILLAS	5



*A*

## TIPO 1.6 SER - ESTACIÓN 20\_EVITAMIENTO

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 1 (HPM)	110.3
Área andén (m <sup>2</sup> )	568.86
Zona peatonal promedio (> 0,67 m <sup>2</sup> /pax)	5.15
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2047
Usuarios área no paga (minuto pico)	95
Superficie área no paga (m <sup>2</sup> )	804.83
Capacidad área no paga (> 1 m <sup>2</sup> /pax)	8.4
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	4
Ancho escalera fija en proyecto (m)	9.60
Usuarios área paga (minuto pico)	96
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	66
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	30
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	2
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°)	1
<small>*en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio</small>	
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	230
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	3
Ancho escalera fija en proyecto (m)	5.2
Usuarios área no paga (minuto pico)	96



*[Handwritten signature]*

Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	66
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	30
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	1
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	1
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
<b>NIVEL DE SERVICIO</b>	<b>A</b>

#### Torniquetes

Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	219
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	59
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	2
Torniquetes en salida	2
Torniquete adicional	1
<b>NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES</b>	<b>5</b>

#### Máquinas expendedoras y ventanilla

Año dimensionante	2030
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	2724
Número de usuarios que necesitan boleto	1036
Número de usuarios que usan la ventanilla	322
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	715
<b>NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEADORAS</b>	<b>3</b>
<b>NÚMERO VENTANILLAS</b>	<b>4</b>

## TIPO 1.7 SER - ESTACIÓN 21\_ÓVALO SANTA ANITA

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 1 (HPM)	290
Área andén (m <sup>2</sup> )	609.17
Zona peatonal promedio (> 0,67 m <sup>2</sup> /pax)	21
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2047
Usuarios área no paga (minuto pico)	356
Superficie área no paga (m <sup>2</sup> )	797.11
Capacidad área no paga (> 1 m <sup>2</sup> /pax)	2.2
NIVEL DE SERVICIO	C

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	6
Ancho escalera fija en proyecto (m)	14.4
Usuarios área paga (minuto pico)	355
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	171
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	184
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	3
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°)	2
<small>*en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio</small>	
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	230
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	345
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	3
Ancho escalera fija en proyecto (m)	5.6
Usuarios área no paga (minuto pico)	355

Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	171
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	184
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	1
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	1
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios a través de las escaleras fijas	125
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	22.32
<b>NIVEL DE SERVICIO</b>	<b>B</b>

Torniquetes	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	600
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	368
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	4
Torniquetes en salida	8
Torniquete adicional	1
<b>NÚMERO TOTAL DE TORNQUETES</b>	<b>13</b>

Máquinas expendedoras y ventanilla	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	7189
Número de usuarios que necesitan boleto	2732
Número de usuarios que usan la ventanilla	847
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	1886
<b>NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEDORAS</b>	<b>8</b>
<b>NÚMERO VENTANILLAS</b>	<b>9</b>





## TIPO 1.8 - ESTACIÓN 02\_CANTA CALLAO

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 1 (HPM)	4277
Área andén (m <sup>2</sup> )	532.52
Zona peatonal promedio (> 0,67 m <sup>2</sup> /pax)	1.87
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2047
Usuarios área no paga (minuto pico)	84
Superficie área no paga (m <sup>2</sup> )	411.88
Capacidad área no paga (> 1 m <sup>2</sup> /pax)	4.90
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	2
Ancho escalera fija en proyecto (m)	6.00
Usuarios área paga (minuto pico)	84
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	12
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	72
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	1
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°)	0
<small>*en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio</small>	
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	0
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	72
Usuarios a través de las escaleras fijas	12
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	0.22
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	6.00
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	27.27
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	3
Ancho escalera fija en proyecto (m)	5.50
Usuarios área no paga (minuto pico)	84

Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	12
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	72
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	2
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	0
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	0
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	72
Usuarios a través de las escaleras fijas	12
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	0.22
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	4.80
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	21.82
NIVEL DE SERVICIO	A

#### Torniquetes

Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	298
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	285
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	4
Torniquetes en salida	4
Torniquete adicional	1
NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES	9

#### Máquinas expendedoras y ventanilla

Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	3581
Número de usuarios que necesitan boleto	1361
Número de usuarios que usan la ventanilla	188
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	1173
NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEDORAS	8
NÚMERO VENTANILLAS	2



## TIPO 1.8 SER - ESTACIÓN 01\_GAMBETTA

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 2 (HPM)	3640
Área andén (m <sup>2</sup> )	533.42
Zona peatonal promedio (> 0,67 m <sup>2</sup> /pax)	2.20
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2047
Usuarios área no paga (minuto pico)	447
Superficie área no paga (m <sup>2</sup> )	434.86
Capacidad área no paga (> 1 m <sup>2</sup> /pax)	0.97
NIVEL DE SERVICIO	B

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	2
Ancho escalera fija en proyecto (m)	6.00
Usuarios área paga (minuto pico)	112
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	51
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	61
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	1
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°) <small>*en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio</small>	0
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	0
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	61
Usuarios a través de las escaleras fijas	51
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	0.92
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	6.00
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	6.52
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	3
Ancho escalera fija en proyecto (m)	5.40
Usuarios área no paga (minuto pico)	112



Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	51
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	61
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	2
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	0
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	0
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	61
Usuarios a través de las escaleras fijas	51
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	0.92
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	4.80
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	5.22
<b>NIVEL DE SERVICIO</b>	<b>A</b>

Torniquetes	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	256
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	242
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	4
Torniquetes en salida	4
Torniquete adicional	1
<b>NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES</b>	<b>9</b>

Máquinas expendedoras y ventanilla	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	3640
Número de usuarios que necesitan boleto	1383
Número de usuarios que usan la ventanilla	188
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	1195
<b>NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEDORAS</b>	<b>8</b>
<b>NÚMERO VENTANILLAS</b>	<b>2</b>



## TIPO 2.1 SER - ESTACIÓN 13\_ESTACIÓN CENTRAL

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 1 (HPM)	2192
Área andén (m <sup>2</sup> )	1525.95
Zona peatonal promedio (> 0,67 m <sup>2</sup> /pax)	0.69
NIVEL DE SERVICIO	D

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2047
Usuarios área no paga (minuto pico)	107
Superficie área no paga (m <sup>2</sup> )	1390.86
Capacidad área no paga (> 1 m <sup>2</sup> /pax)	12.9
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Pasillo Interconexión con L3	
Usuarios, capacidad de los pasillos (pax/min)	1434
Dimensión del pasillo (m)	22
Flujo de pasajeros ( pax/m/min)	65.2
NIVEL DE SERVICIO	D

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	16
Ancho escalera fija en proyecto (m)	28.8
Usuarios área paga (minuto pico)	2259
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	431
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	1828
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	8
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°)	7
<small>*en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio</small>	
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	805
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	920
Usuarios a través de las escaleras fijas	908
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	32
NIVEL DE SERVICIO	C

Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	3
Ancho escalera fija en proyecto (m)	4,40
Usuarios área no paga (minuto pico)	107
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	22
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	85
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	1
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°) <small>*en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio</small>	1
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
NIVEL DE SERVICIO	A

Torniquetes	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	74
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	170
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	1
Torniquetes en salida	4
Torniquete adicional	1
NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES	6

Máquinas expendedoras y ventanilla	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	877
Número de usuarios que necesitan boleto	334
Número de usuarios que usan la ventanilla	104
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	231
NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEADORAS	1
NÚMERO VENTANILLAS	2



## TIPO 2.2 - ESTACIÓN 16\_28 DE JULIO

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 1 (HPM)	1534
Área andén (m <sup>2</sup> )	1244.73
Zona peatonal promedio (> 0,67 m <sup>2</sup> /pax)	0.81
NIVEL DE SERVICIO	C

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2047
Usuarios área no paga (minuto pico)	1795.5
Superficie área no paga (m <sup>2</sup> )	2436.54
Capacidad área no paga (> 1 m <sup>2</sup> /pax)	1.4
NIVEL DE SERVICIO	D

Nivel de Servicio – Pasillo Interconexión con L1	
Usuarios, capacidad de los pasillos (pax/min)	534
Dimensión del pasillo (m)	8.86
Flujo de pasajeros ( pax/m/min)	60.3
NIVEL DE SERVICIO	D

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	16
Ancho escalera fija en proyecto (m)	28.8
Usuarios área paga (minuto pico)	1796
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	1279
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	517
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	8
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°)	7
<small>*en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio</small>	
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	805
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	920
Usuarios a través de las escaleras fijas	474
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	17
NIVEL DE SERVICIO	B



Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	4
Ancho escalera fija en proyecto (m)	4,40
Usuarios área no paga (minuto pico)	196
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	104
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	92
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	2
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°) <small>*en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio</small>	1
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	104
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	92
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
NIVEL DE SERVICIO	A

Torniquetes	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	346
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	184
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	3
Torniquetes en salida	4
Torniquete adicional	1
NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES	8

Máquinas expendedoras y ventanilla	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	4141
Número de usuarios que necesitan boleto	1574
Número de usuarios que usan la ventanilla	488
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	1087
NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEDORAS	5
NÚMERO VENTANILLAS	5





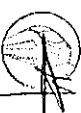
## TIPO 3.1 SER - ESTACIÓN 27\_MUNICIPALIDAD DE ATE

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 2 (HPT)	3916
Área andén (m <sup>2</sup> )	543.50
Zona peatonal promedio (> 0,67 m <sup>2</sup> /pax)	6.26
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2047
Usuarios área no paga (minuto pico)	121
Superficie área no paga (m <sup>2</sup> )	738.35
Capacidad área no paga (> 1 m <sup>2</sup> /pax)	6.10
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	2
Ancho escalera fija en proyecto (m)	6.00
Usuarios área paga (minuto pico)	121
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	56
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	65
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	1
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°) <small>*en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio</small>	0
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	0
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	65
Usuarios a través de las escaleras fijas	56
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	1.01
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	6.00
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	5.94
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	4
Ancho escalera fija en proyecto (m)	8.40
Usuarios área no paga (minuto pico)	121



Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	56
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	65
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	2
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°)	0
*en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	0
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	65
Usuarios a través de las escaleras fijas	56
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	1.01
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	7.20
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	7.13
NIVEL DE SERVICIO	A

Torniquetes	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	280
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	87
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	4
Torniquetes en salida	4
Torniquete adicional	1
NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES	9

Máquinas expendedoras y ventanilla	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	3357
Número de usuarios que necesitan boleto	1276
Número de usuarios que usan la ventanilla	188
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	1088
NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEADORAS	8
NÚMERO VENTANILLAS	2



*(Handwritten signature)*

## TIPO 3.2 SER - ESTACIÓN 05\_CARMEN DE LA LEGUA\_L2

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 1 (HPT)	14780
Área andén (m <sup>2</sup> )	666.46
Zona peatonal promedio (> 0,67 m <sup>2</sup> /pax)	2.03
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2047
Usuarios área no paga (minuto pico)	279
Superficie área no paga (m <sup>2</sup> )	2605.88
Capacidad área no paga (> 1 m <sup>2</sup> /pax)	9.34
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	3
Ancho escalera fija en proyecto (m)	9.00
Usuarios área paga (minuto pico)	278
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	32
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	246
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	2
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°)	0
<small>*en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio</small>	
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	0
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	150
Usuarios a través de las escaleras fijas	128
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	2.31
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	9.00
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	3.90
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	5
Ancho escalera fija en proyecto (m)	8.40
Usuarios área no paga (minuto pico)	278

Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	32
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	246
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	2
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	1
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	32
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	150
Usuarios a través de las escaleras fijas	96
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	1.73
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	7.80
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	4.51
NIVEL DE SERVICIO	A

Torniquetes	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	1097
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	328
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	6
Torniquetes en salida	5
Torniquete adicional	1
NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES	12

Máquinas expendedoras y ventanilla	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	13162
Número de usuarios que necesitan boleto	5002
Número de usuarios que usan la ventanilla	188
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	4814
NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEDORAS	8
NÚMERO VENTANILLAS	2



## TIPO 3.3 SER - ESTACIÓN 08\_CARMEN DE LA LEGUA\_L4

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 2 (HPM)	15491
Área andén (m <sup>2</sup> )	564.36
Zona peatonal promedio (> 0,67 m <sup>2</sup> /pax)	0.95
NIVEL DE SERVICIO	B

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2047
Usuarios área no paga (minuto pico)	258
Superficie área no paga (m <sup>2</sup> )	2605.88
Capacidad área no paga (> 1 m <sup>2</sup> /pax)	10.10
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	3
Ancho escalera fija en proyecto (m)	9.00
Usuarios área paga (minuto pico)	275
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	149
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	126
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	2
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°)	0
<small>*en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio</small>	
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	0
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	126
Usuarios a través de las escaleras fijas	149
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	2.68
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	9.00
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	3.36
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	5
Ancho escalera fija en proyecto (m)	8.40
Usuarios área no paga (minuto pico)	275



Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (mín pico)	149
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (mín pico)	126
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	2
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	1
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	75
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	126
Usuarios a través de las escaleras fijas	74
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	1.33
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	7.80
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	5.86
<b>NIVEL DE SERVICIO</b>	<b>A</b>

Torniquetes	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	747
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	503
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	4
Torniquetes en salida	4
Torniquete adicional	1
<b>NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES</b>	<b>9</b>

Máquinas expendedoras y ventanilla	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	8958
Número de usuarios que necesitan boleto	3404
Número de usuarios que usan la ventanilla	188
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	3216
<b>NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEDORAS</b>	<b>8</b>
<b>NÚMERO VENTANILLAS</b>	<b>2</b>



## TIPO 3.4 SER - ESTACIÓN 26\_PROLONGACIÓN JAVIER PRADO

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 1 (HPM)	5800
Área andén (m <sup>2</sup> )	607.50
Zona peatonal promedio (> 0,67 m <sup>2</sup> /pax)	4.73
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2030
Usuarios área no paga (minuto pico)	97
Superficie área no paga (m <sup>2</sup> )	305.22
Capacidad área no paga (> 1 m <sup>2</sup> /pax)	3.14
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2030
Número escaleras mecánicas en proyecto	2
Ancho escalera fija en proyecto (m)	8.40
Usuarios área paga (minuto pico)	169
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	97
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	72
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	1
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°)	0
<small>*en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio</small>	
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	0
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	72
Usuarios a través de las escaleras fijas	97
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	1.75
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	8.40
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	4.80
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2030
Número escaleras mecánicas en proyecto	3
Ancho escalera fija en proyecto (m)	5.20
Usuarios área no paga (minuto pico)	169



Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	97
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	72
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	1
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	0
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	0
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	72
Usuarios a través de las escaleras fijas	97
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	1.75
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	4.80
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	2.74
<b>NIVEL DE SERVICIO</b>	<b>A</b>

Torniquetes	
Año dimensionante	2030
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	483
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	95
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	6
Torniquetes en salida	5
Torniquete adicional	1
<b>NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES</b>	<b>12</b>

Máquinas expendedoras y ventanilla	
Año dimensionante	2030
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	5800
Número de usuarios que necesitan boleto	2204
Número de usuarios que usan la ventanilla	188
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	2016
<b>NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEDORAS</b>	<b>7</b>
<b>NÚMERO VENTANILLAS</b>	<b>2</b>





**A.7.5. Accesibilidad del Sistema**



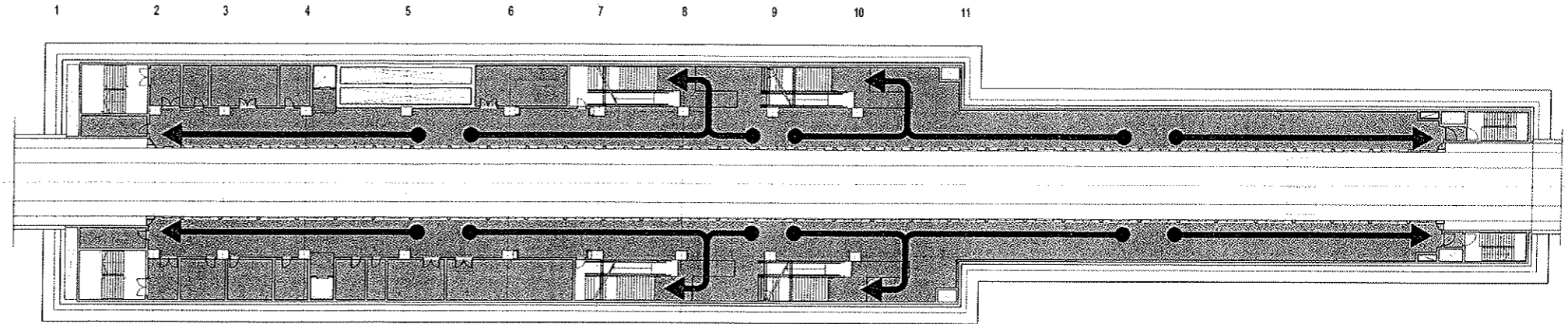
A.7.5.  Nº DOCUMENTO	A) DISEÑO DE INGENIERÍA  TIPO DE DOCUMENTO
----------------------------	--

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

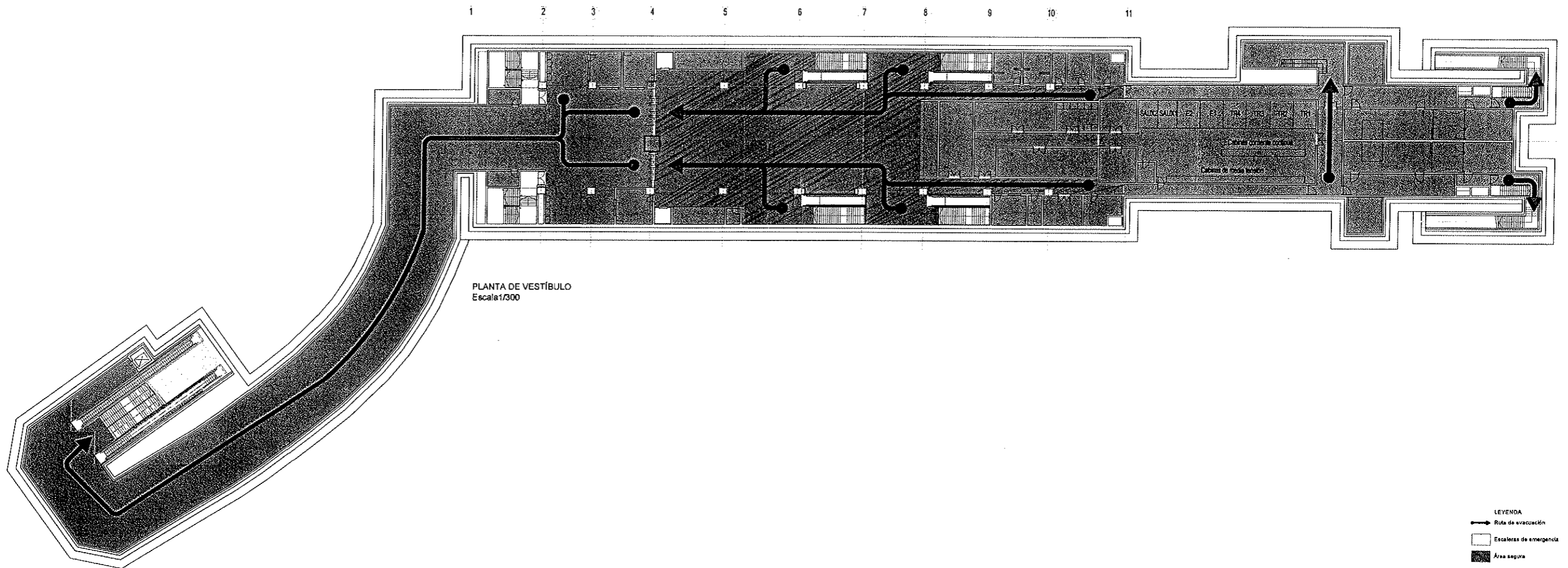
**A.7.5. ACCESIBILIDAD DEL SISTEMA Y  
DIMENSIONAMIENTO DE LOS ANDENES  
APÉNDICE 3. PLANOS RUTAS DE  
EVACUACION**

### A.7.5 Accesibilidad del Sistema

CODIGO	ÍNDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
PLOC-EST-FUN-EV-01	Recorrido de evacuación. Estación tipo con dos cajas de escaleras	1/300	1
PLOC-EST-FUN-EV-02	Recorrido de evacuación. Estación tipo con tres cajas de escaleras	1/250	1
PLOC-EST-FUN-EV-03	Recorrido de evacuación. Estación Carmen de la Legua L2	1/500	1
PLOC-EST-FUN-EV-04	Recorrido de evacuación. Estación Carmen de la Legua L4	1/500	1
PLOC-EST-FUN-EV-05	Recorrido de evacuación. Estación Central	1/250	2
PLOC-EST-FUN-EV-06	Recorrido de evacuación. Estación 28 de Julio	1/250	3
PLOC-EST-FUN-EV-07	Recorrido de evacuación. Estación Javier Prado	1/500	1



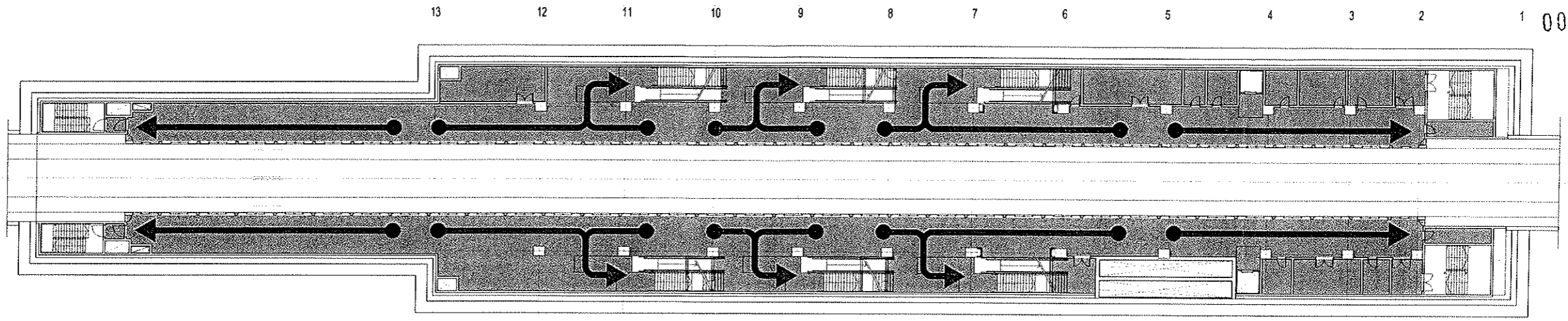
PLANTA DE ANDÉN  
Escala 1/300



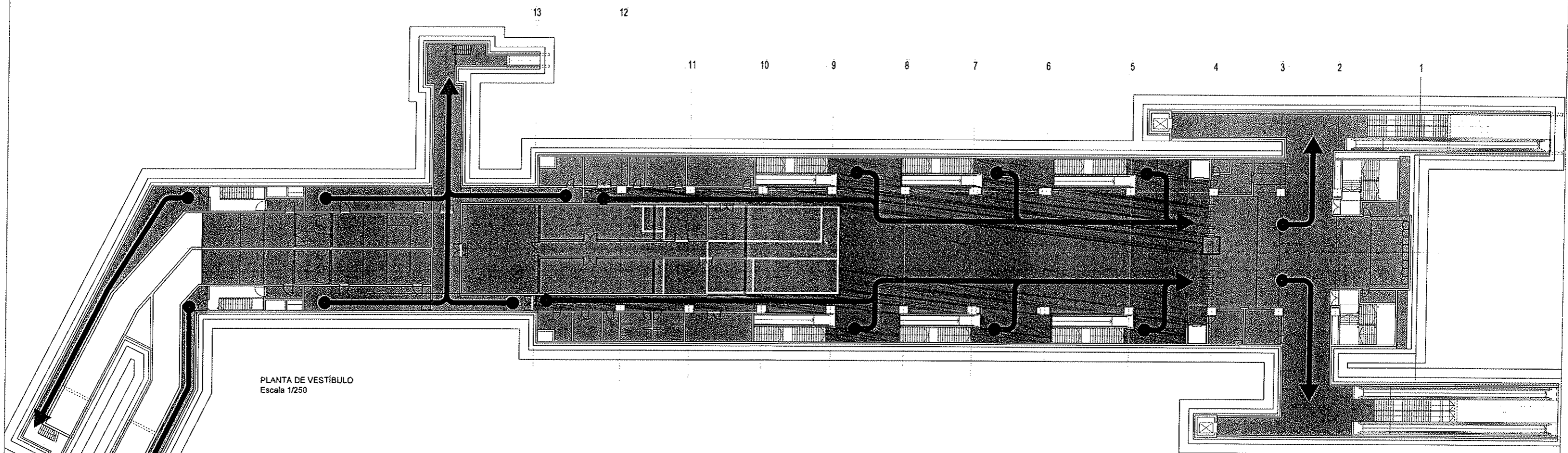
PLANTA DE VESTÍBULO  
Escala 1/300

- LEYENDA
- Ruta de evacuación
  - Escaleras de emergencia
  - Área segura

d:\proyectos\02\0112\0404-ploc-est-fun-ev-01-p001.dwg - 15/01/2014 - 09:33



PLANTA DE ANDÉN  
Escala 1/250



PLANTA DE VESTÍBULO  
Escala 1/250

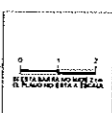
- LEYENDA
- Ruta de evacuación
  - Escaleras de emergencia
  - Área segura

c:\pwworkspace\2015\04\04-ploc-est-fun-ev-02-p001.dwg - 14/01/2014 - 11:27

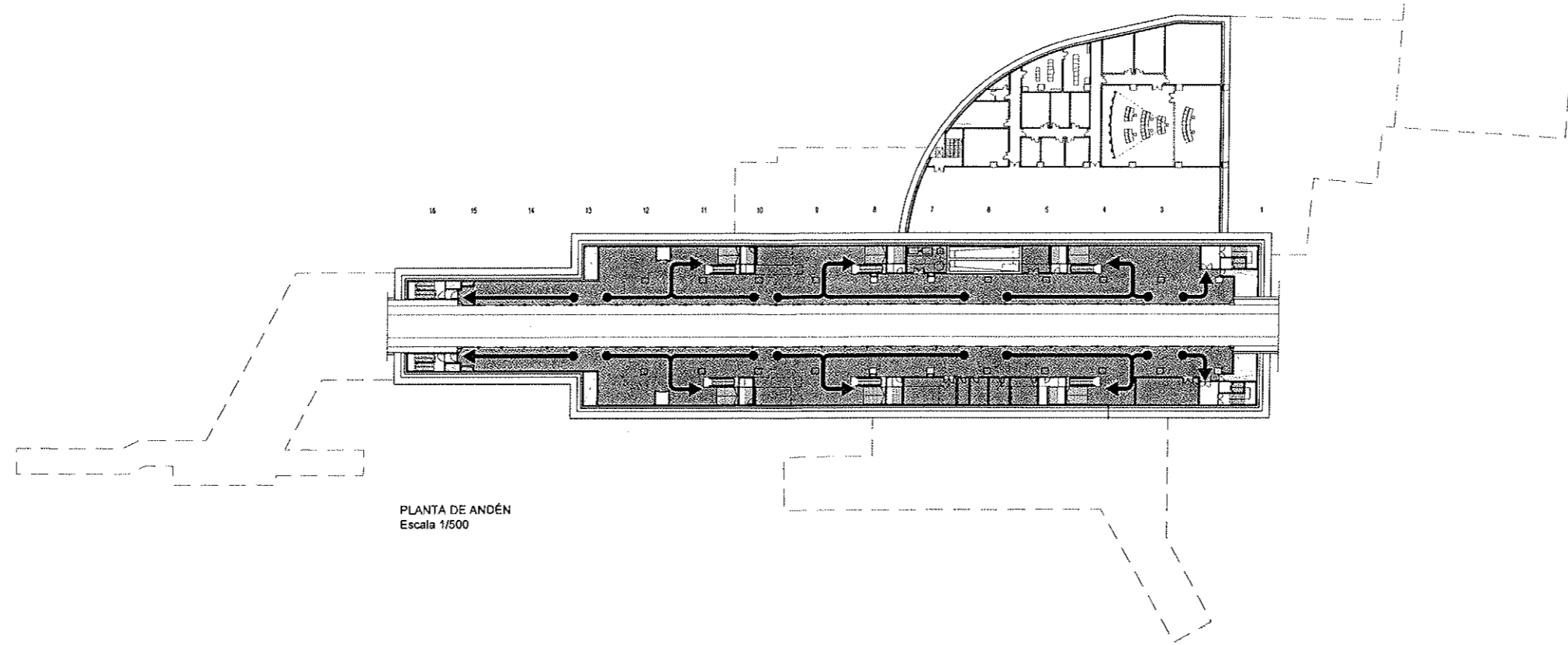


CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

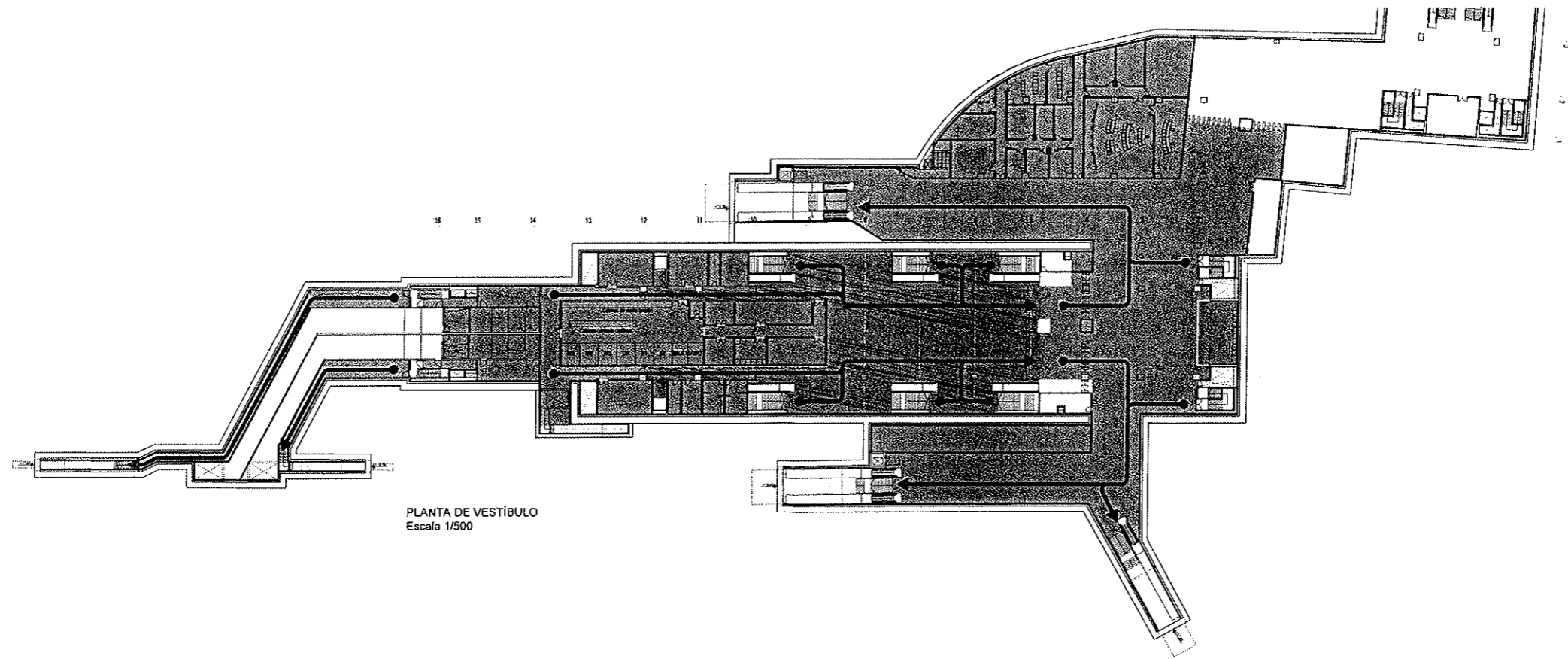
ESCALA (A): 1/250  
ESCALA (B): 1/500  
FECHA: FEBRERO 2014



RECORRIDO CON TORNO AL METRO DE LIMA  
ESTACIÓN TIPO CON TRES CARRAS DE ESCALERAS  
ESTACIÓN BUENOS AIRES BASABE GARCIA  
PLANO N° 0404-PLOC-EST-FUN-EV-02  
01 de 01 1



PLANTA DE ANDÉN  
Escala 1/500

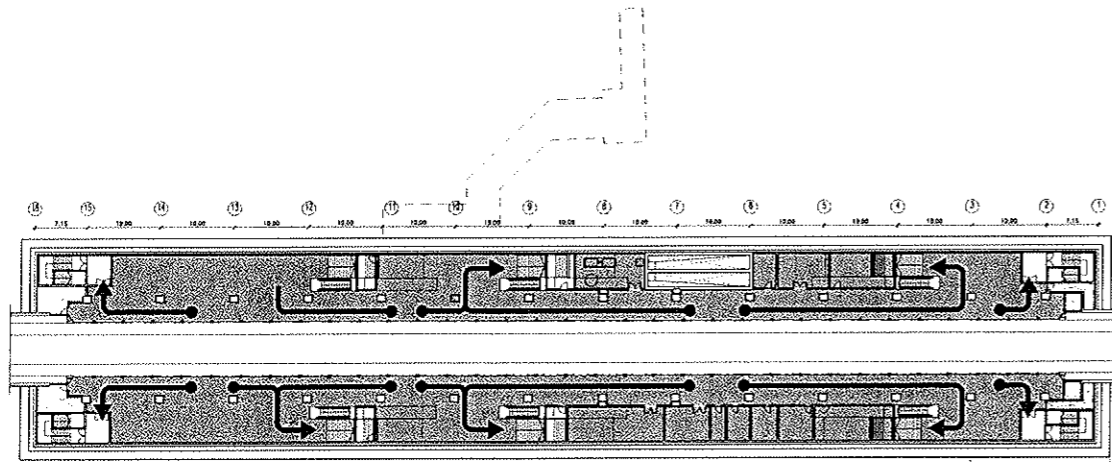


PLANTA DE VESTÍBULO  
Escala 1/500

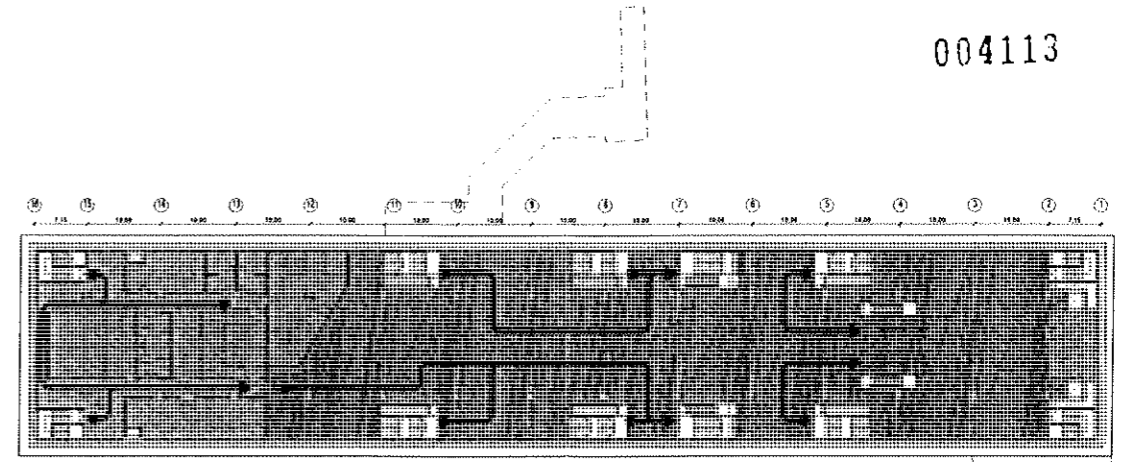
- LEYENDA
- Ruta de evacuación
  - Escaleras de emergencia
  - Área segura

d:\p\trabajo\0273634\0404-ploc-est-fun-ev-03-p001.dwg - 07/02/2014 - 11:44

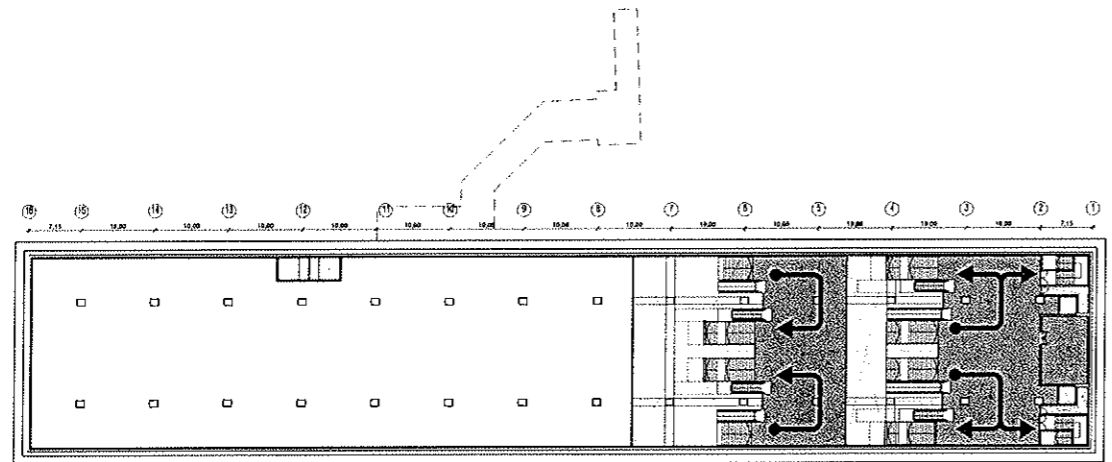
004113



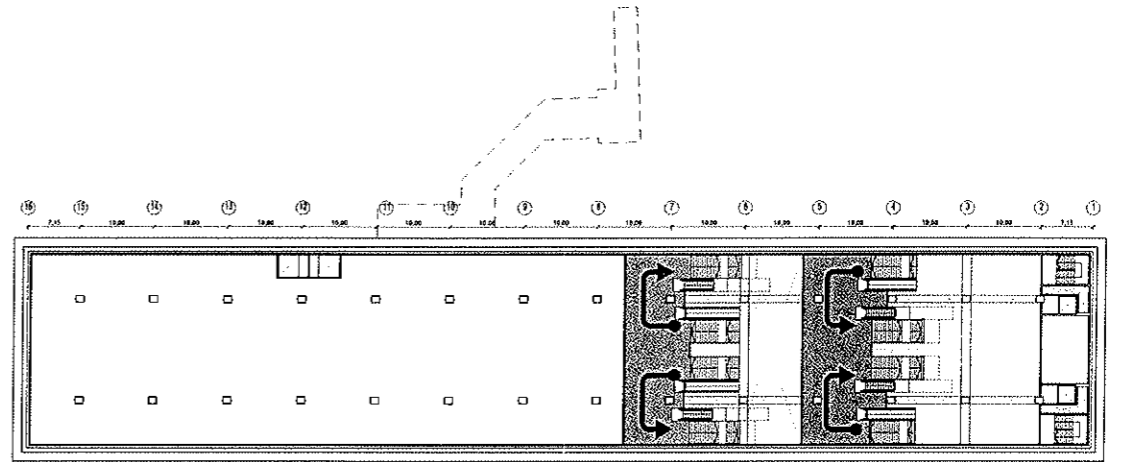
NIVEL ANDÉN



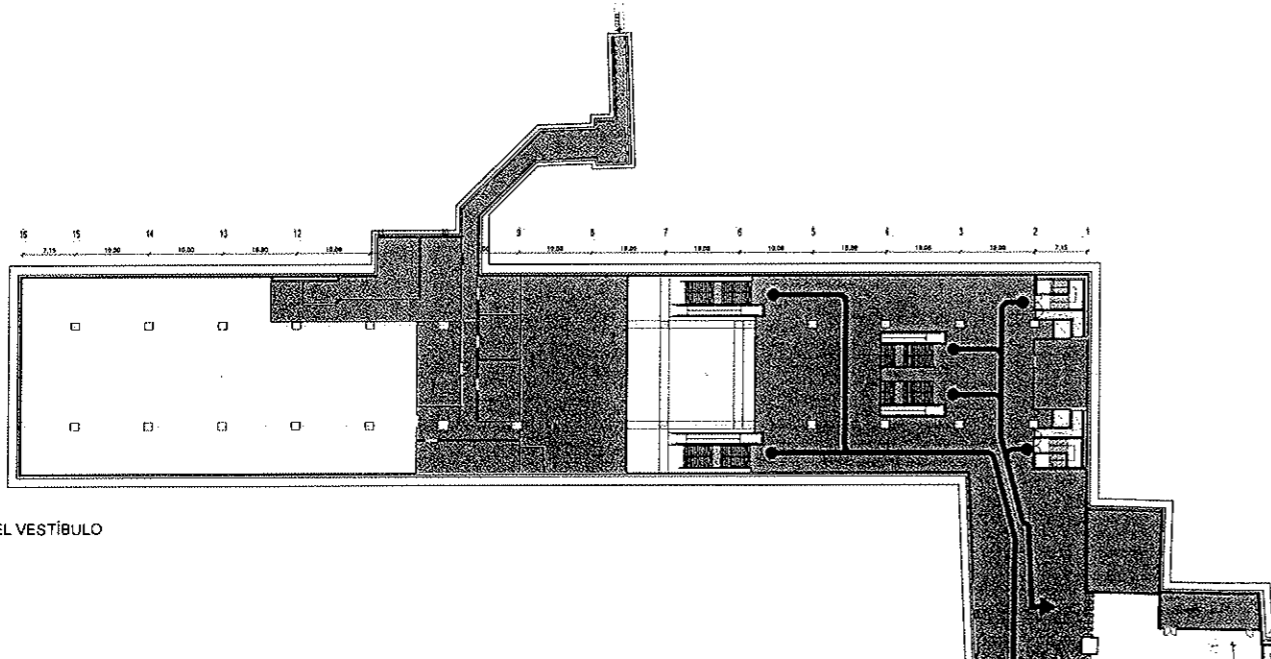
NIVEL ENTREPANTA



NIVEL INTERMEDIO INFERIOR



NIVEL INTERMEDIO SUPERIOR



NIVEL VESTÍBULO

- LEYENDA
- Ruta de evacuación
  - Escaleras de emergencia
  - Área segura

D:\proyectos\0273645\0404-PLOC-EST-FUN-EV-04-P001.dwg - 07/02/2014 - 12:33



CONSULTORES



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

ESCALA (A1) 1/500  
 ESCALA (A3) 1/1000  
 FECHA FEBRERO 2014



RECORRIDO DE EVACUACIÓN  
 ESTACIÓN CARMEN DE LA LEGUÍA  
 PLANO N° 0404-PLOC-EST-FUN-EV-04

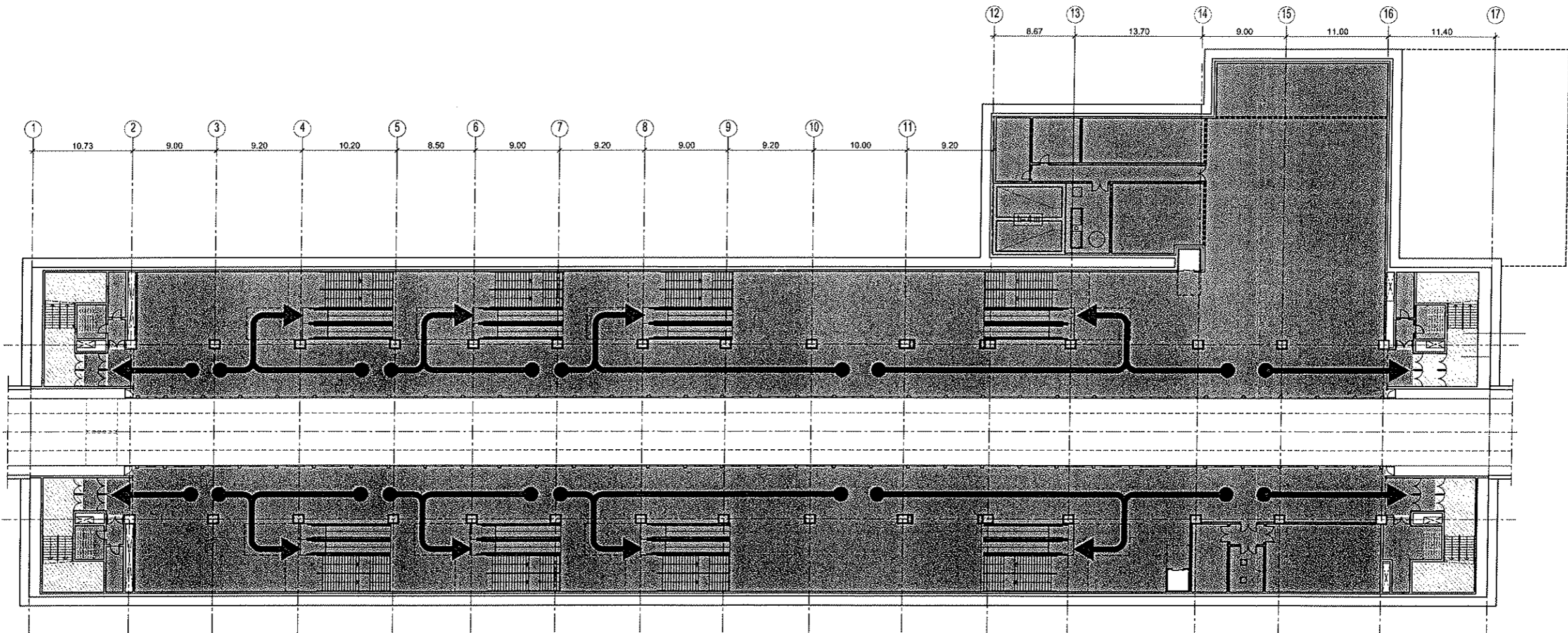
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 JUAN BASABE GARCÍA  
 REPRESENTANTE LEGAL






HOJA 01 de 01 REVISIÓN 2

D:\proyectos\0273645\0404-PLOC-EST-FUN-EV-04-P001.dwg

004114

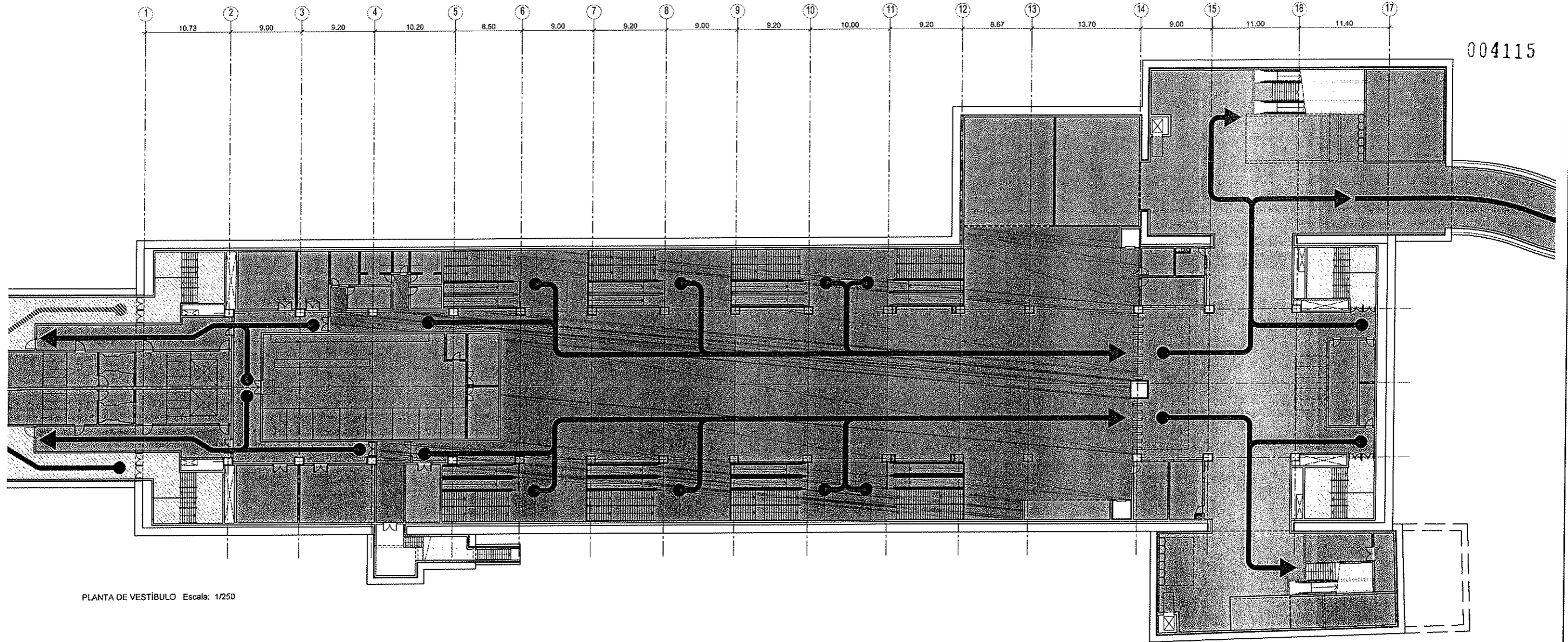


PLANTA DE ANDÉN Escala: 1/250

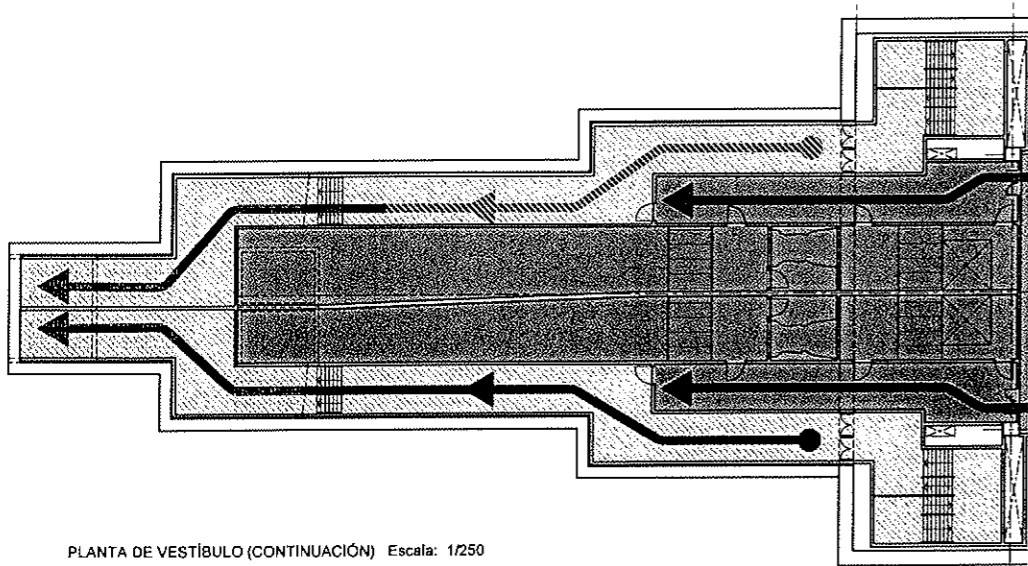
- LEYENDA
-  RUTA DE EVACUACIÓN
  -  ESCALERAS DE EMERGENCIA
  -  ÁREA SEGURA

\\s01\proyectos\urbanismo\urbanismo\02 trabajos en realización\00 proyectos\metro lima\08 trabajos\200 dg documentación grafica\0404-ploc-est-fun-ev-05-p001-p002.dwg - 04/02/2014 - 17:50

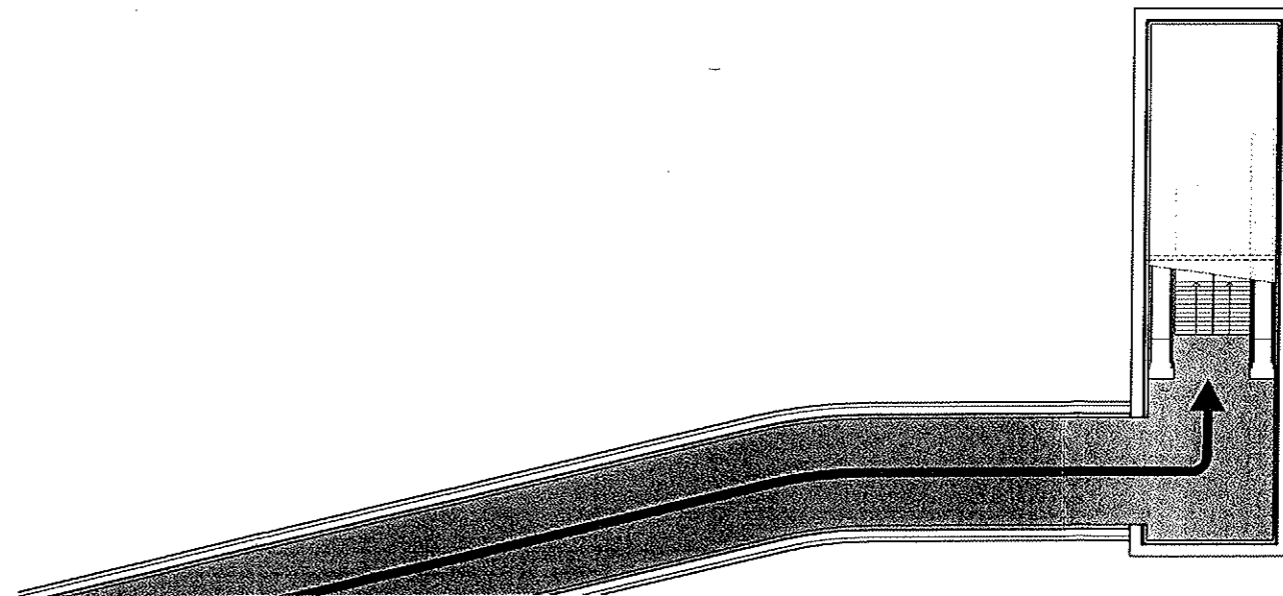
004115






PLANTA DE VESTÍBULO Escala: 1/250



PLANTA DE VESTÍBULO (CONTINUACIÓN) Escala: 1/250

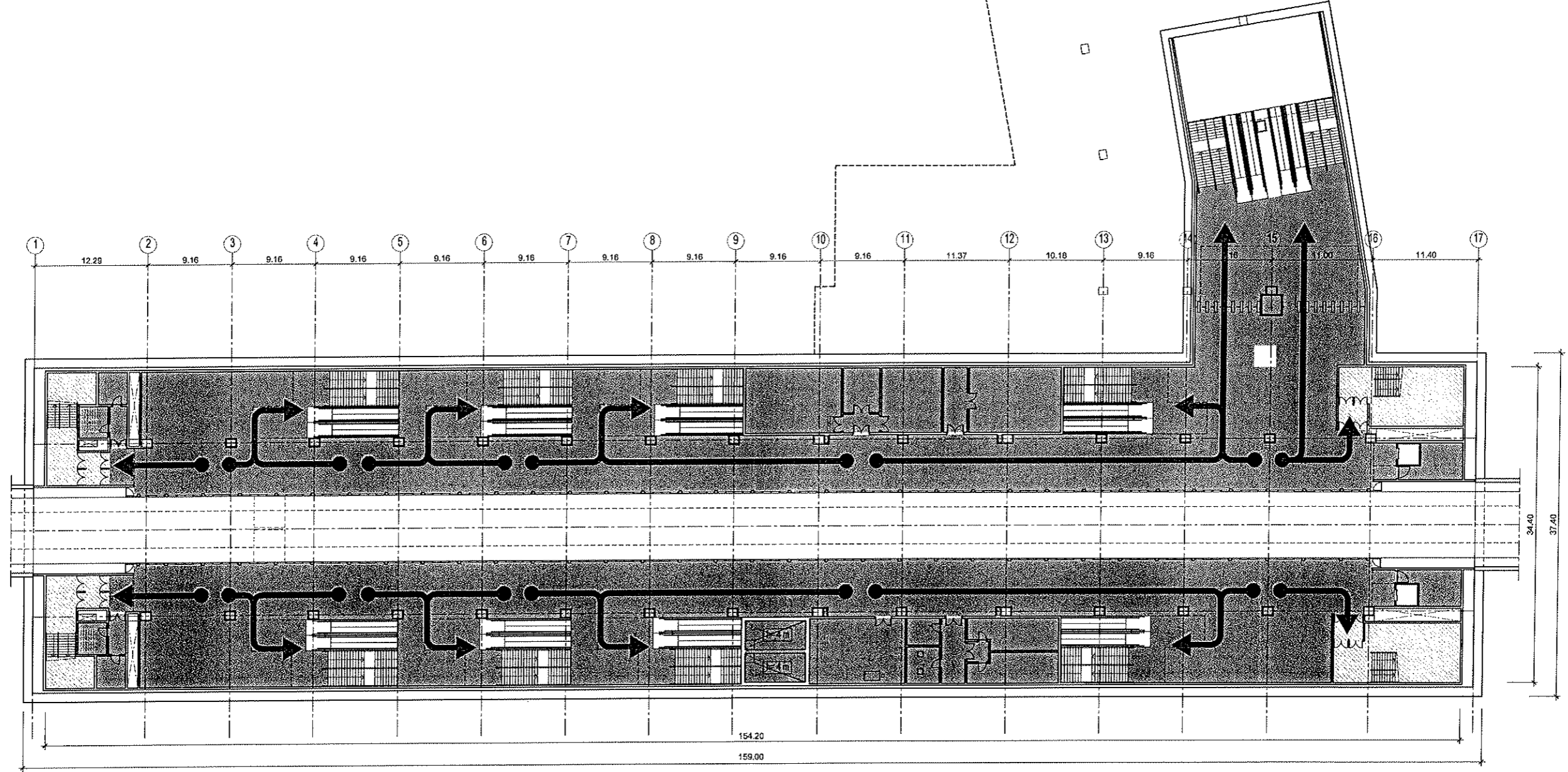





LEYENDA

-  RUTA DE EVACUACIÓN
-  ESCALERAS DE EMERGENCIA
-  ÁREA SEGURA

V:\diciembre\14\25\_arquitectura y urbanismo\02\_trabaja en realizacion\00\_proyectos\metro lima\08\_trabajo\200\_0g\_documentacion grafica\04\_ploc-est-fun-ev-05-p001-p002.dwg - 04/02/2014 - 17:50

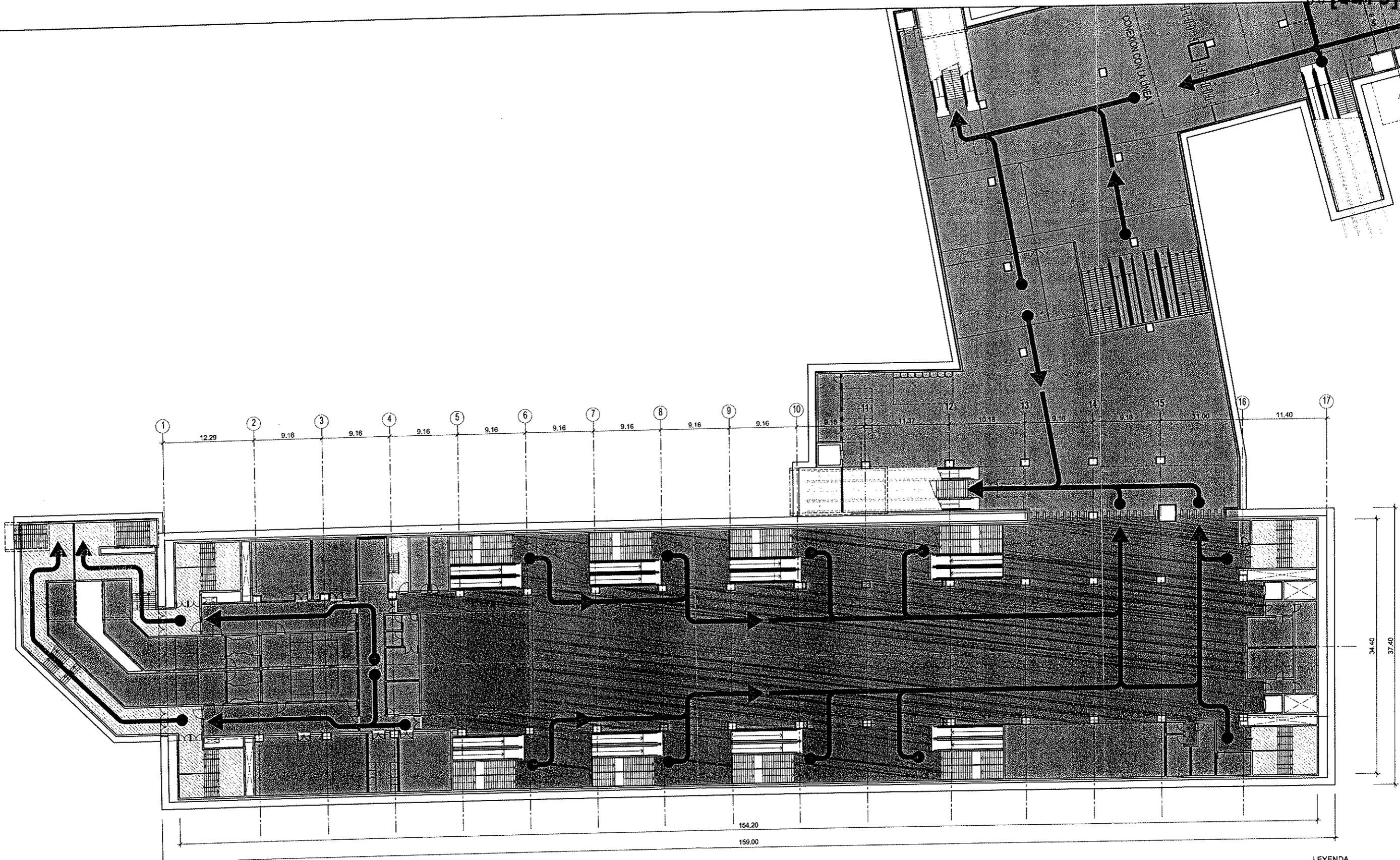




- LEYENDA
-  RUTA DE EVACUACIÓN
  -  ESCALERAS DE EMERGENCIA
  -  ÁREA SEGURA

V:\diferencia\11125\_arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\00 proyectos\metro lima\08 trabajo\200 dp documentacion grafica\0404-ploc-est-fun-ev-06-p001-p003.dwg 04/02/2014 - 17:44

I:\diseño\jua\025 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en maifestacion\00 proyectos\metro lima\08 trabajos\200 csg documentacion grafica\0404-ploc-est-fun-ev-06-p001-p003.dwg - 04/02/2014 - 17:44



**LEYENDA**

- RUTA DE EVACUACIÓN
- ESCALERAS DE EMERGENCIA
- ÁREA SEGURA

**ProlInversión**  
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO  
NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

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

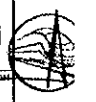
ESCALA (A3):	1/250	
ESCALA (A4):	1/500	
FECHA:	FEBRERO 2014	

RECORRIDO DE EVACUACIÓN VESTIBULO ESTACIÓN ANGLICANOS NUEVO METRO DE LIMA

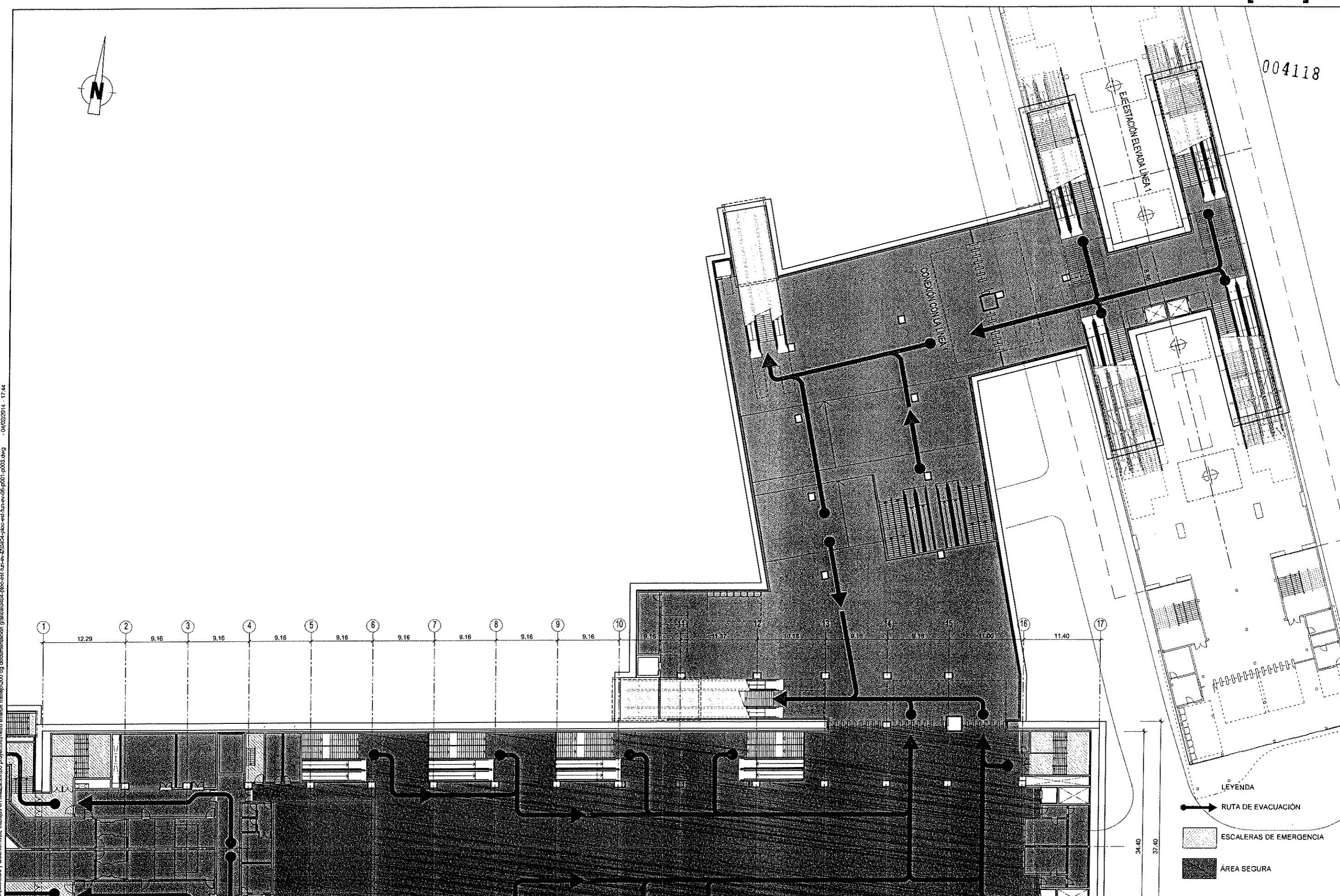
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO N° 0404-PLOC-EST-FUN-EV-06 02 de 03 02




0404-PLOC-EST-FUN-EV-06-P001-P003.dwg



004118



1 12.29 2 9.16 3 9.16 4 9.16 5 9.16 6 9.16 7 9.16 8 9.16 9 9.16 10 9.16 11 11.37 12 10.43 13 9.16 14 9.16 15 1.01 16 11.40 17

- LEYENDA
-  RUTA DE EVACUACIÓN
  -  ESCALERAS DE EMERGENCIA
  -  ÁREA SEGURA

I:\informacion\05\_arquitectura y urbanismo\02\_trabaja en realizacion\00\_proyecto\metro lima\08\_trabajo\200\_dwg\_documentacion\grafica\04\04-ploc-est-fun-ev-06-p001-p003.dwg - 04/02/2014 - 17:44



**ProlInversión**  
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú



CONSORCIO  
NUEVO METRO DE LIMA

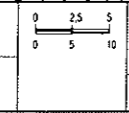
CONSULTORES





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

ESCALA (A1): 1/250  
ESCALA (A3): 1/500  
FECHA: FEBRERO 2014

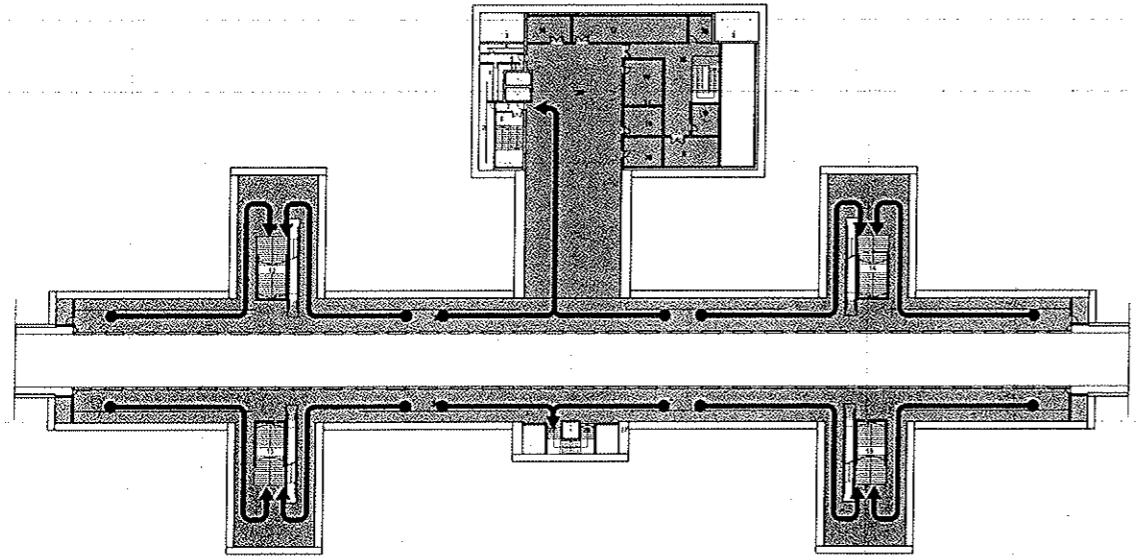


RECORRIDO DE EVACUACIÓN NUEVO METRO DE LIMA  
ESTACIÓN 200 DE CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
REPRESENTANTE LEGAL: JUAN BASABE GARCIA

PLANO Nº 0404-PLOC-EST-FUN-EV-06  
03 de 03 02

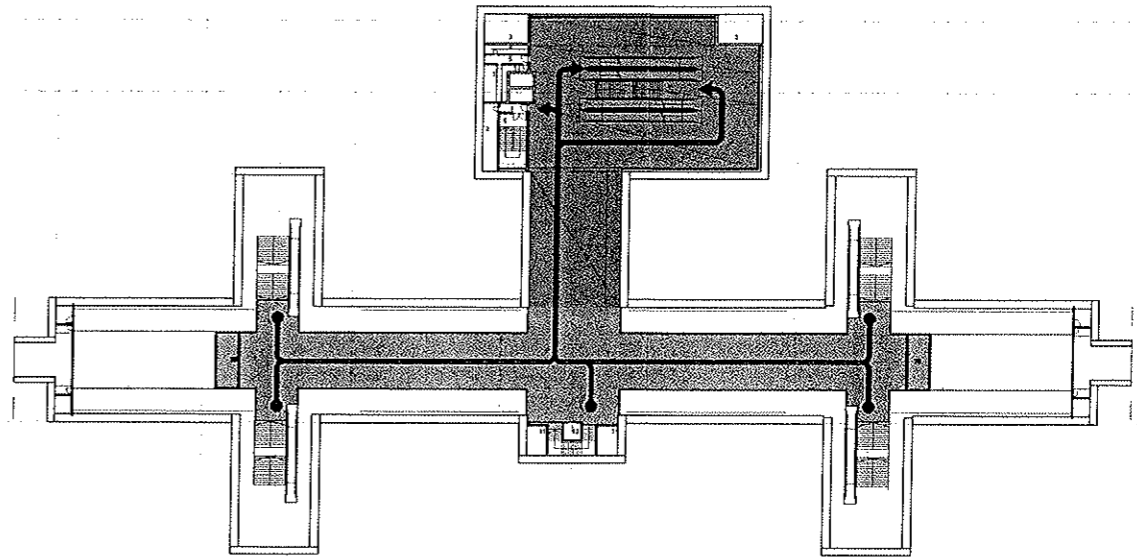


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17



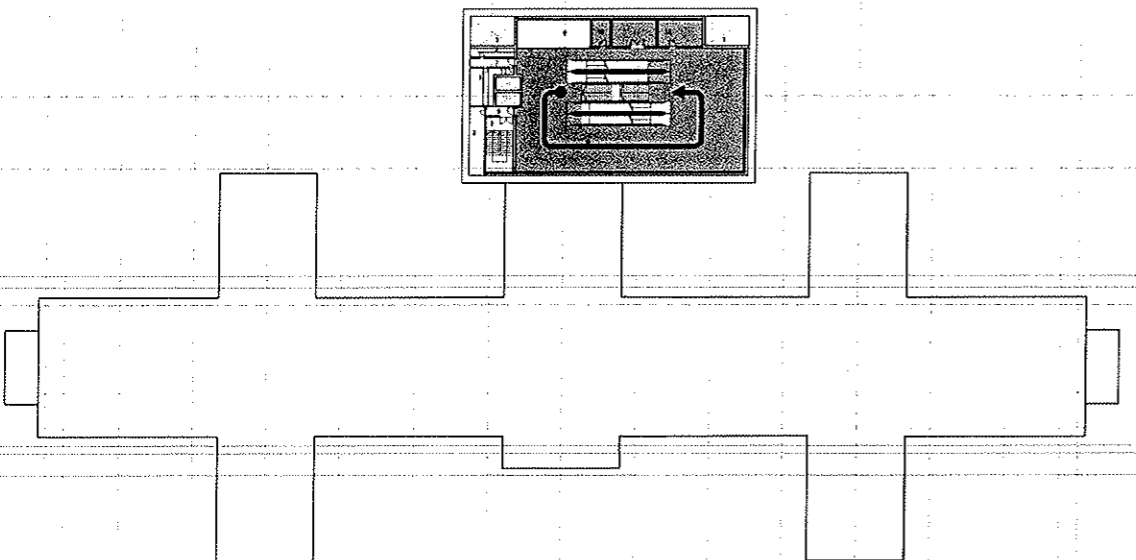
NIVEL ANDÉN  
Escala 1/500

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17



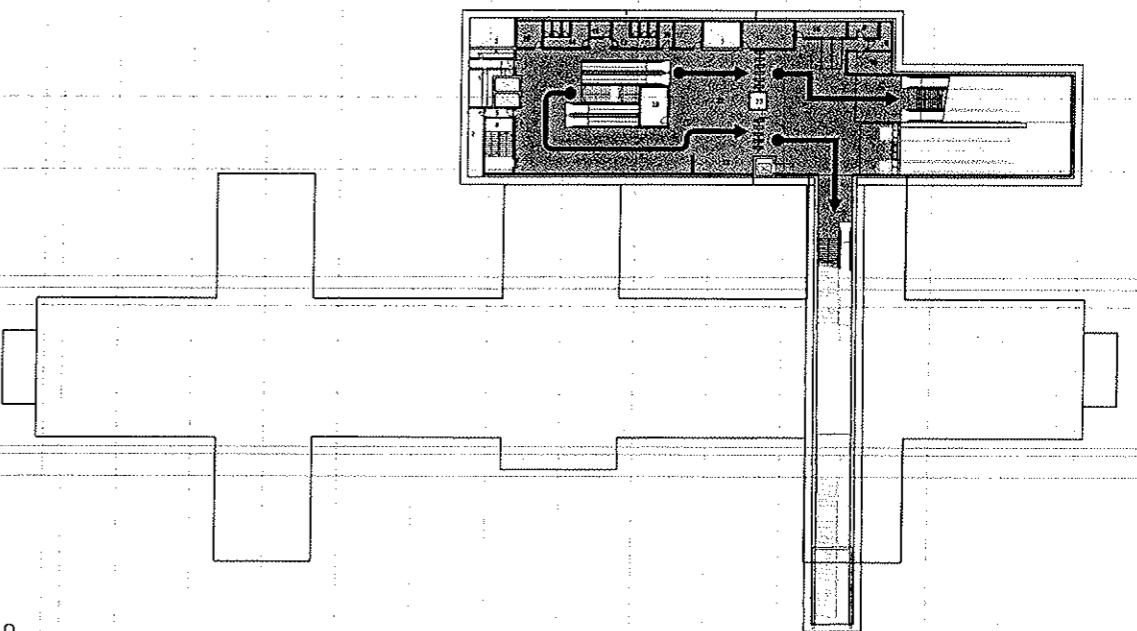
NIVEL ENTREPLANTA  
Escala 1/500

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17



NIVEL INTERMEDIO  
Escala 1/500

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17



NIVEL VESTÍBULO  
Escala 1/500

- LEYENDA
- Ruta de evacuación
  - Escaleras de emergencia
  - Área segura

d:\trabajo\022707\13\0404-ploc-est-fun-ev-07-p001.dwg - 15/01/2014 - 13:14





A.7.6.1.

**A.7.6.1. Sistema de Alimentación Eléctrica.**

004120

<b>A.7.6.1</b> Nº DOCUMENTO	<b>A) MEMORIA DESCRIPTIVA DEL DISEÑO DE INGENIERÍA</b> TIPO DE DOCUMENTO
--------------------------------	---

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

**A.7.6.1. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA.**

**A.7.6.1. Sistema de Alimentación Eléctrica.**

Índice

004121

<b>1. SISTEMA DE TRACCIÓN ELÉCTRICA - SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RECTIFICADORAS Y ALIMENTACIÓN DE ESTACIONES (CE)</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 SUBESTACIONES ELECTRICAS RECTIFICADORAS</b> .....	<b>1</b>
1.1.1 Cantidad y Ubicación de Subestaciones - Simulaciones .....	1
1.1.2 Alimentación de los equipos de mando y control .....	1
1.1.3 Puesta a tierra .....	2
1.1.4 Funciones y requisitos generales.....	2
1.1.5 Potencia de Media Tensión (20 kV).....	3
1.1.6 Potencia de Tracción (1500 V).....	3
1.1.7 Equipamientos .....	3
1.1.7.1 Interruptores de Media Tensión.....	3
1.1.7.2 Transformador de Tracción .....	4
1.1.7.3 Transformador para los Sistemas Auxiliares .....	5
1.1.7.4 Rectificador.....	5
1.1.7.5 Interruptor de Tracción .....	6
1.1.7.6 Cables de alimentación 20 kV.....	6
1.1.7.7 Cables de 1500 V .....	7
1.1.7.8 Cables de 750 V .....	7
1.1.7.9 Servicios Auxiliares de las SER .....	7
1.1.8 Circuito de retorno .....	8
<b>1.2 ALIMENTACIÓN DE ESTACIONES (CE)</b> .....	<b>11</b>
1.2.1 Alimentación y Sistemas de Distribución .....	11
1.2.2 Cargas demanda eléctrica.....	11
1.2.3 Equipamientos .....	12
1.2.3.1 Interruptores de media tension .....	12
1.2.3.2 Cables de Alimentación 20 Kv .....	13
1.2.3.3 Dimensionamiento de los cables .....	13
1.2.3.4 Transformadores .....	13
1.2.3.5 Servicios Auxiliares de las CE.....	14
1.2.3.6 Dimensionamiento de la potencia electrica.....	15
<b>1.3 Normas y documentos de referencia</b> .....	<b>17</b>
<b>1.4 Términos, acrónimos y abreviaturas</b> .....	<b>19</b>



## **A.7.6.1. Sistema de Alimentación Eléctrica.**

### **1. SISTEMA DE TRACCIÓN ELÉCTRICA - SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RECTIFICADORAS Y ALIMENTACIÓN DE ESTACIONES (CE)**

004122

#### **1.1 SUBESTACIONES ELECTRICAS RECTIFICADORAS**

La red eléctrica de media tensión 20 KV para las SER, es un alimentación en anillo abierto.

Las subestaciones rectificadoras (SER) proporcionaran la energía eléctrica para la tracción. Ellas recibirán de las subestaciones eléctricas de alta tensión (SEAT) la energía eléctrica trifásica nominal en 20 kV en corriente alterna y la rectificarán en 1.500 V en corriente continua para la alimentación de los trenes.

El grupo TR/RZ estará previsto para reducir los armónicos de tensión en la red de tracción en corriente continua y los armónicos de corriente en la red de alimentación en corriente alterna, de acuerdo con los requisitos de EN 50160, los requisitos del distribuidor de la energía y por el fabricante de los trenes.

Está prevista una instalación de transformadores para los servicios auxiliares 100 kVA (normal y reserva) para los equipos de las SER.

La autonomía de los servicios auxiliares de cada SER es proporcionada por un Sistema de Alimentación de Emergencia – cargador de batería 110 Vcc/24 Vcc (2 horas) por los logicas, mando y controles por los equipos de 20 kV y 1500 Vcc.

Tanto la celda RZ como todos los interruptores (extra-rápidos) es n de tipo “extraíble”, montados en carros adecuados. Todas las secciones, en el caso de extracción, deberán ser garantizadas en la línea con las normas de referencia.

Debido a la limitación de las corrientes electrolíticas, el negativo del sistema de tracción no desconectado directamente a la tierra, visto que la vía del recorrido deberá ser eléctricamente aislada. Sin embargo, en el caso de una tensión entre el negativo y la tierra superior de 60 V, un dispositivo limitador de tensión deberá garantizar la puesta en tierra del negativo de manera segura.

#### **1.1.1 Cantidad y Ubicación de Subestaciones - Simulaciones**

De acuerdo a los criterios de confiabilidad que se exigirá al sistema, debe definirse la redundancia de los equipos, tales como:

La falla de una subestación cualquiera del trazado no debe repercutir en la operación del sistema

Las subestaciones es n unidades dobles, en que la falla de uno de sus grupos no debe repercutir en la operación del sistema

Los simulaciones eléctricas han llevado au siguientes resultados

Subestaciones eléctricas rectificadoras (SER): hay 15 SER para la Línea 2 y 4 por la línea 4

Patio Taller Subestaciones eléctricas rectificadoras (SER): hay 1 SER para la Línea 2 (Santa Anita) y 1 por la línea 4 (Boca negra)

Los tamaños de los equipos son indicativos y se definirán durante la fase de diseño

Particularmente:

los SER de la línea 2 tienen N.2 rectificadores 4000 kW

los SER de la línea 4 tienen N.2 rectificadores 2000 kW

#### **1.1.2 Alimentación de los equipos de mando y control**

Para la maniobra, el mando, logicas y control de los equipos de los subsistemas de alimentación eléctrica es provista la alimentación 110 Vcc/24 Vcc (corriente continua), ininterrumpida. La autonomía de los cargador de batería 110 Vcc/24 Vcc es de 2 horas

### **A.7.6.1. Sistema de Alimentación Eléctrica.**

Un tablero de distribución eléctrica (de Baja Tensión) se instalará en cada sala de alimentación eléctrica, proveyendo la distribución y protección de la alimentación a cada subsistema.

Compatibilidad electromagnética, todos los equipos es n conforme a los estándares indicados.

#### **1.1.3 Puesta a tierra**

Todas las partes metálicas y el equipo se pondrán a tierra, conectándolas a la red general de puesta a tierra. Una toma de tierra estará disponible en cada sala técnica.

Para realizar estas conexiones de tierra, se usarán cables de cobre aislado.

La puesta a terra deberá cumplir las normas IEC 62128 -1/EN 50122.

#### **1.1.4 Funciones y requisitos generales**

Los grupos rectificadores deben estar constituidos por: transformador de tres devanados, rectificador de doble puente trifásico en paralelo, filtros para armónicos generados.

Las partes fundamentales de cada SER son:

Sección de Media Tensión: estará constituida por un tablero, 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. Las lógicas de cada Cuadro de MT están alimentadas cargador de batería 110 Vcc de cada SER.

Sección de transformación: estará constituida por transformadores de tipo seco - tres devanados - y por rectificadores en reacción dodecafásica, con los correspondientes equipos de protección y el cuadro de mando y control;

Sección en c.c.: incluirá el complejo de los interruptores extra rápidos con los correspondientes paneles de mando y control.

Sección de los servicios auxiliares: incluirá dos trasformador MT/BT (380 Vca) de tipo a seco, interruptores y los seccionadores oportunos, un cuadro de distribución y una central de alarmas.

La maniobra, el mando, logicas y control del SER estarán alimentadas por el cargador de batería 110 Vcc" de la SER

El "telecomando/SCADA" estará alimentados por el UPS de la estación correspondiente

Las SER de línea se instalarán en las salas adecuadas reservadas dentro de las estaciones de pasajeros.

Esquema de distribución MT referencial:

Frecuencia: 60 +/-1 Hz

Tensión nominal primaria: 20 kV concatenada

Tensión de aislamiento: 24 kV concatenada

Número de fases: 3

Red de tracción referencial:

Corriente Continua

Tensión nominal rectificada: 1500 Vcc

Línea de contacto: flexible (fuera), rígida (en túnel)

### **A.7.6.1. Sistema de Alimentación Eléctrica.**

Condiciones excepcionales de ejercicio:

004124

En el caso de avería en el interior del grupo TR / RZ, el último deberá ser capaz de soportar todos los esfuerzos electrodinámicos durante un período coherente con el tiempo de eliminación de la avería por el interruptor MT de la celda 20 kV

Para la parte de la línea ubicada en el túnel, los equipos no estarán protegidos, de acuerdo a las normas, contra las sobre-tensiones atmosféricas

#### **1.1.5 Potencia de Media Tensión (20 kV)**

De la SEAT partirá la distribución 20 kV por los SER y se utilizarán conductores de cobre (12/20 kV), armado, que no permite la propagación de llamas y sin halógenos. 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. El recorrido se hace a través de los ductos y trincheras a lo largo del túnel, corriendo a cada subestación a través de una columna de celdas de la llegada del cable. En cada estación está previsto un sistema de entrada-salida para proteger otros equipos en caso de la avería (ya realizado en los mismos equipos).

Las celdas que contienen los servicios auxiliares (MT) contendrán los interruptores, los sistemas de protección, la medición, la señalización y el mando. Para cada SER se harán apropiadas celdas para la entrada y salida de los cables, transformadores y la tracción auxiliar, rectificadores, interruptores automáticos y extra-rápidos.

Todas las celdas (con excepción de los enlaces de interconexión y los servicios auxiliares) estarán equipadas con una protección contra la sobrecorriente. Las celdas de entrada de los cables tendrán también una protección diferencial.

Todas las SER tendrán dos celdas para los servicios auxiliares (electrificación, sistema de mando a distancia) en BT con una barra de 380 V / 230 V, alimentada por dos transformadores (normal y reserva) de potencia suficiente.

#### **1.1.6 Potencia de Tracción (1500 V)**

Los dos grupos rectificadores están conectados a un sistema de 5 interruptores extra rápidos a fin de garantizar que cada línea de alimentación de la catenaria puede recibir la energía a partir de dos interruptores extra rápidos.

El retorno de la corriente de alimentación de los trenes se realizará mediante los rieles. Ellas estarán aisladas del suelo, para limitar las corrientes electrolíticas que pueden causar graves daños a las infraestructuras. En correspondencia de las estaciones los rieles es n conectados mediante los dispositivos limitadores de tensión (VLD), que intervienen para anular las peligrosas diferencias de potencial entre los rieles y los andenes de los pasajeros.

En el caso de los patios y talleres, para razones de seguridad eléctrica, los rieles es en conectados al suelo, evitando de esta manera las peligrosas diferencias de potencial entre el suelo y el riel en caso de avería o corto circuito.

#### **1.1.7 Equipamientos**

Se instalaran los siguientes equipamientos.

##### **1.1.7.1 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 (SF<sub>6</sub>).

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

### A.7.6.1. Sistema de Alimentación Eléctrica.

004125

transformador-rectificador en caso de una falta de intervención del interruptor después del mismo grupo.

Se instalará un sistema de protección de las líneas en MT para los anillos de SER. De este modo es posible garantizar la coordinación y la selectividad (lógica) entre los interruptores MT en caso de avería: la lógica, interviniendo de modo automático, individualiza 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

Corriente de corta duración 25 kA -1s

El interruptor contará con todas las protecciones necesarias (Relé de Protección).

#### 1.1.7.2 Transformador de Tracción

El transformador proporciona la alimentación para el rectificador de la red de Media Tensión de 20 kV.

De la media tensión, la conexión se realiza por cables 12/20 kV. Deberá estar preparado con un dispositivo de enclavamiento de manera que los cables se puedan quitar sólo si la energía de Media Tensión se interrumpe.

Las conexiones de baja tensión (al secundario) del transformador estarán claramente identificadas y preparadas para recibir los cables que lo conectan con el rectificador. La protección se llevará a cabo para proteger los cables de cualquier posible contacto con el exterior.

El transformador trifásico es de tres devanados.

El transformador trifásico (2 para cada SER) deberá estar formado por un secundario de tipo a seco con bobina MT incapsulada y bobinas B.T. empregnada en resina epoxi, adecuado para instalación en interiores.

Deberán seguir los siguientes parámetros:

Potencia nominal mínima (de acuerdo con el proyecto):

Tensión primaria: 20 kV  $\pm$  5%;

Tensiones de alimentación secundarias: 1180V;

Conexionado: Dd0-DY11;

Ucc: 6%;

Temperatura ambiental del diseño: 40°C;

Normas: IEC 60076 ; EN 50329

Clase de trabajo de sobrecarga clase V (EN 50239)

Tensión de aislamiento: 24 kV

Clase de aislamiento: F

Frecuencia nominal: 60 Hz  $\pm$  1 Hz

Enfriamiento: natural del aire (AN)

Corriente en vacío: menos del 1%

Potencia nominal: 5120 kVA (línea 2);

Potencia nominal: 2610 kVA (línea 4);

### **A.7.6.1. Sistema de Alimentación Eléctrica.**

El transformador contará con todas las protecciones necesarias (relé de protección).

004126

#### **1.1.7.3 Transformador para los Sistemas Auxiliares**

El transformador proporciona la energía para los servicios auxiliares (de las SER) para el funcionamiento de los sistemas ferroviarios.

El transformador trifásico deberá estar formado por un sólo secundario de tipo a seco con bobina MT incapsulada y bobina B.T. empregnada en resina epoxi, apto para instalación en interiores, con bobinas de acoplamiento magnético.

Deberán seguir los siguientes parámetros:

Potencia Nominal 100 kVA

Ventilación natural de enfriamiento

Tensión primaria: 20 kV

Tensión secundaria: 380 V / 230 V (delta / estrella)

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 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).

#### **1.1.7.4 Rectificador**

El rectificador se realizará a Puente de Graetz del tipo de 12 pulsos.

Los rectificadores deben estar en paralelo.

El compartimento del rectificador deberá ser dividido internamente en celdas, a través de paneles o diafragmas, que contienen los equipos individuales y otros componentes necesarios para asegurar la correcta operación del mismo. Las celdas de rectificadores se realizarán en versión blindada extraíble.

La tensión nominal de salida del rectificador es de 1500 Vcc.

La celda de la tracción eléctrica (Alimentador) estará conectada con el rectificador a través de un seccionador que interrumpe la parte positiva y negativa de la corriente continua.

Deberán seguir los siguientes parámetros:

Tensión nominal: 1500 Vcc

Tensión máxima de la red de tracción: 1950 Vcc

Normas: IEC 60146-1 Semiconductor converters – General requirements and line commutated converters; EN 50327 Railway applications. Fixed installations. Harmonisation of the rated values for converter groups and tests on converter groups; EN 50328 Railway

### **A.7.6.1. Sistema de Alimentación Eléctrica.**

applications. Fixed installations. Electronic power convertors for substations; EN 50163  
 Railway applications - Supply voltages of traction systems.

004127

Potencia Nominal 4000 KW (línea 2)

Potencia Nominal 2000 KW (línea 4)

Ventilación: natural del aire (AN)

Doble puente rectificador de Graetz trifásico

El rectificador contará con todas las protecciones necesarias (Relé de Protección).

En las celdas del grupo TR/RZ estarán disponibles las señales necesarias para una correcta operación de las protecciones.

#### **1.1.7.5 Interruptor de Tracción**

Los interruptores conectan a la línea de ferrocarril (catenaria y rieles) la salida del rectificador de SER. Los interruptores, de tipo ultra rápido y extraíble, montados en carretas adecuadas, se instalarán en un compartimento dedicado de la celda de tracción.

El tablero de los interruptores ultra rápido está equipado con barra de reserva 1500 Vcc y un extrarapido de reserva.

Tensión nominal permanente: 1800 Vcc

Tensión de comando eléctrico: 110 Vcc

Normas: IEC 947-2; EN 50123-1 Railway applications. Fixed installations. D.C. switchgear. General; EN 50123-2 Railway applications. Fixed installations. D.C. switchgear - Part 2: D.C. circuit breakers; EN 50163 Railway applications - Supply voltages of traction systems.

Corriente nominal permanente 4000 Ampere para la línea 2 y 2000 Ampere para la línea 4

Corriente máxima de corto circuito 80 kAmpere para la línea 2 y 40 kAmpere para la línea 4

Los tamaños de los equipos son indicativos y se definirán durante la fase de diseño

El interruptor contará con todas las protecciones necesarias (Relé de Protección).

El corto circuito en línea, si se realiza cerca de una SER, podría no ser reconocido como tal por el interruptor (conectado al mismo tramo de la línea) de la cercana SER. Para requerir la intervención de esto último, los interruptores en Corriente Continua (extra-rápidos) de cada SER se conectarán a los de las SER adyacentes mediante el circuito de conexión permisiva (intertrip).

En cada SER un panel eléctrico contendrá relé y equipos para esta función.

En las celdas de Corriente Continua (C.C.) estarán disponibles las señales necesarias para una correcta operación de las protecciones y bloqueos.

#### **1.1.7.6 Cables de alimentación 20 kV**

Los cables de MT por los anillos de los SER a utilizar es del tipo seco unipolar, con conductor de cobre electrolítico recocido, con pantalla interna (capa semiconductora), aislación basada en polietileno reticulado (XLP), con pantalla externa (capa semiconductora) 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 cobertura exterior de EVA es del tipo LSOH no propagadora de las 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.

Temperatura de servicio 90 °C

Temperatura de emergencia 130 °C

Temperatura de cortocircuito 250 °C

### **A.7.6.1. Sistema de Alimentación Eléctrica.**

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. 004128

#### **1.1.7.7 Cables de 1500 V**

De características similares al cable de 20 kV, se utilizarán para realizar la conexión del positivo de 1.500 Vcc con rectificadores y barras, interruptores extra rápidos y seccionadores de cuernos. Las particularidades son:

Tensión de diseño  $E_o / E = 2,3 / 3$  kV

Se instalarán en ductos de PVC sumergidos en hormigón así como en canaletas metálicas y canaletas de concreto.

#### **1.1.7.8 Cables de 750 V**

Se utilizarán para realizar la conexión del negativo 1.500 Vcc: rectificador – barras negativas, barras – riel y se cumplirá lo que sigue:

Cable seco, unipolar

Conductor de cobre electrolítico, recocido

Pantalla interna (capa semiconductor)

Aislamiento basado en polietileno reticulado (XLPE)

Pantalla externa

Capa semiconductor

Cinta de cobre

Cubierta exterior de policloruro de vinilo (PVC)

Tensión de diseño  $E_o / E = 450 / 750$  V

Se instalarán en ductos de PVC sumergidos en hormigón así como en canaletas metálicas, y canaletas de concreto.

Los aislamientos de los conductores es n no propagadores de la llamas, de baja emisión de humos y no halogenados.

#### **1.1.7.9 Servicios Auxiliares de las SER**

Estos tableros tienen la función de alimentar en 110 Vcc los distintos servicios auxiliares de las SER (logicas, mando y controles)

Constan de una barra principal a la cual se interconectan las dos alimentaciones desde los transformadores auxiliares de las SER, una barra de emergencia alimentada normalmente desde la barra principal por medio de un contactor. Dicha barra es alimentada en emergencia desde la CE correspondiente a la estación respectiva, desde su tablero de BT (barra de emergencia) y una barra 110Vcc a la cual se interconecte las alimentaciones 110 Vcc de los cargador de batería 110Vcc/24 Vcc (2 horas).

El tablero de distribución de corriente (alterna y continúa) tiene las siguientes características generales:

Llevará los siguientes equipos:

Sistema de barra principal

Sistema de barra de emergencia

Barra distribución en 110 Vcc

Interruptores extraíbles termomagnéticos varios

### **A.7.6.1. Sistema de Alimentación Eléctrica.**

Transformadores e instrumentos de medición  
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

004129

#### **1.1.8 Circuito de retorno**

El circuito de retorno se realizará por los rieles (aislados de la tierra) y por las conexiones en el cable entre las barras negativas de cada SER y los rieles cerca de la misma SER.

Según la norma EN 50122-1, deberán ser hechas las medidas de resistencia longitudinal de rieles y de conductancia trasversal de riel (entre riel y suelo).

Un tablero de puesta a tierra de los rieles (dispositivo limitador de tensión) estará instalado en cada Estación de Pasajeros. Tiene por finalidad conectar a tierra en forma automática el circuito negativo que está conformado por los rieles. Este dispositivo es apropiado para vigilar umbrales de tensión determinados en las normas IEC 62128-1 y EN50122-1, con el fin de proteger pasajeros y personal contra levantamientos del potencial a nivel de tierra ferroviaria (rieles y carrocerías de Material Rodante). En el caso de una tensión entre el negativo y tierra superior de 60 V, el dispositivo deberá conectar la tierra de protección con la tierra ferroviaria, la cual en condiciones normales deberá tener el potencial de 0 voltios. El dispositivo deberá funcionar de acuerdo a un diagrama tiempo - tensión, y a través de dos niveles de contacto, uno extra rápido realizado por tiristor y otro realizado por conexión mecánica.

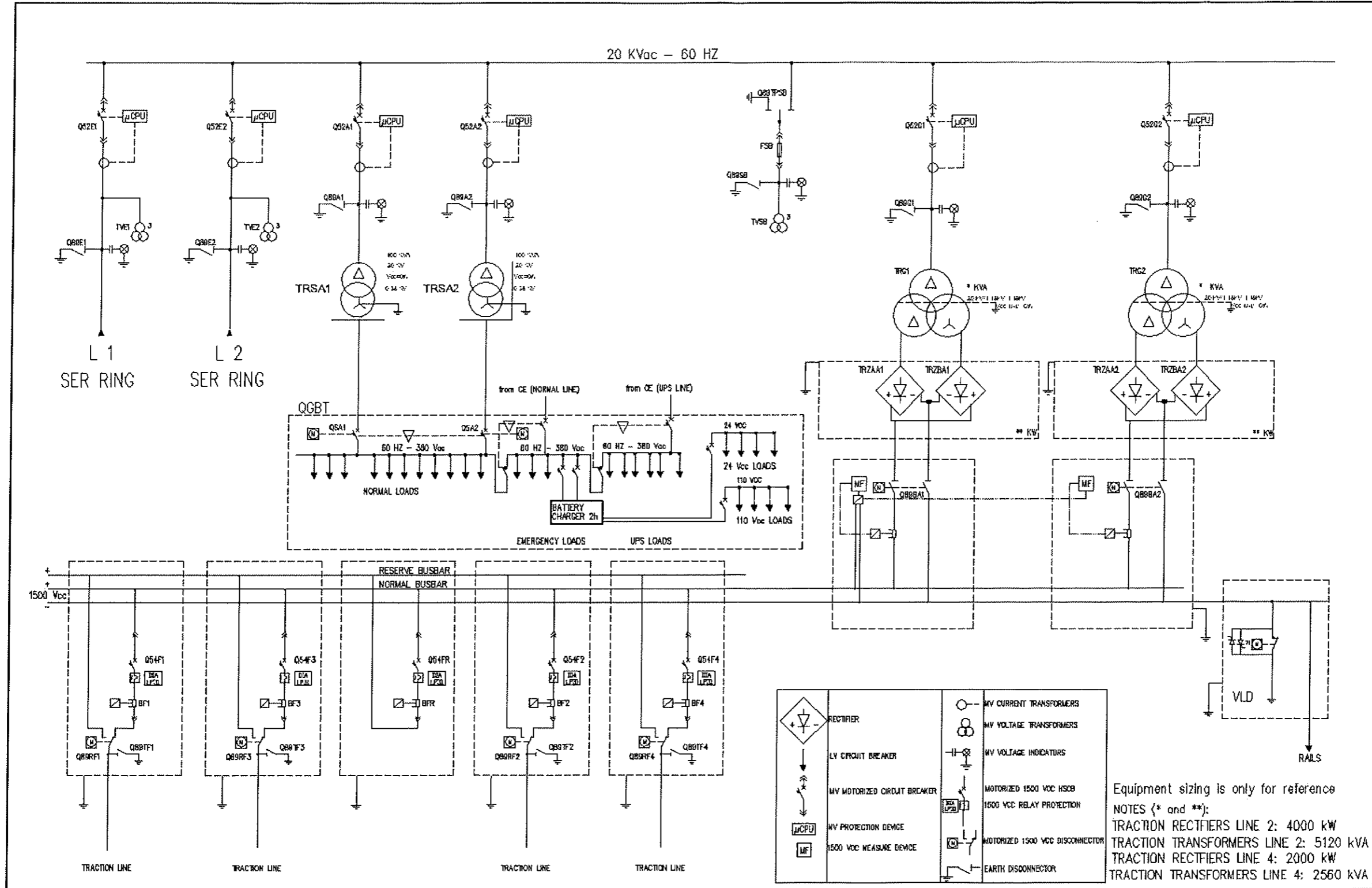
Debajo los esquematicos de la SER y la SER terminal al final de la linea.



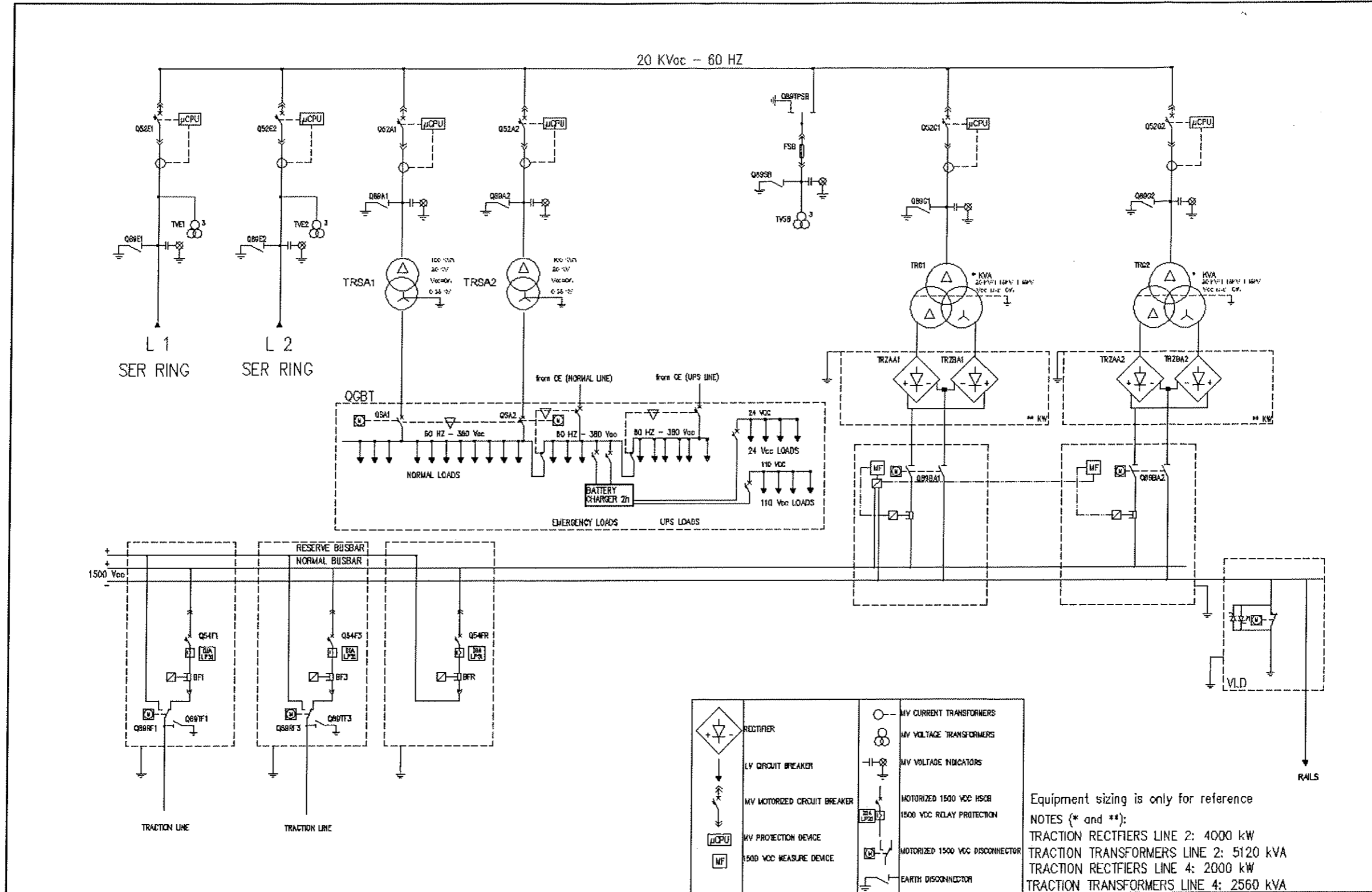
A.7.6.1. Sistema de Alimentación Eléctrica.



004130



SER single line diagram



SER terminal single line diagram



## **1.2 ALIMENTACIÓN DE ESTACIONES (CE)**

En cada estación se realizará la transformación de la tensión en la cabina eléctrica MT/BT; la distribución de la energía eléctrica a servicio de las instalaciones no conectadas al sistema ferroviario en media tensión a todas las estaciones se realiza con un anillo, con cables eléctricos que pasan en el túnel y conectan todas las cabinas eléctricas MT/BT de cada estación.

La distribución e baja tensión 380/220V en cada estación comprende: cuadros generales, cuadros de control motores, cuadros de distribución, interruptores y circuitos eléctricos, instalaciones de iluminación, dispositivos eléctricos, interruptores de seccionamiento.

Está previsto un sistema de toma de tierra y si fueran necesarias instalaciones de protección contra relámpagos.

### **1.2.1 Alimentación y Sistemas de Distribución**

La alimentación eléctrica de las instalaciones No Ferroviarias se realizará en MT, mediante cuadros MT de origen ferroviaria que alimentarán los cuadros MT de las instalaciones eléctricas civiles.

En las línea 2 y 4 cada estación tendrá una cabina eléctrica de transformación MT/BT, desde cada cabina eléctrica de las estaciones, desde los cuadros MT, se derivará un anillo de distribución que conectará los cuadros MT de todas las estaciones CE.

Este anillo es, independiente, abierto y generados por los SEAT.

El proyecto de las instalaciones eléctricas de los componentes en MT (cuadro, cables eléctricos) es proyectado en conformidad con las Normas IEC 60298 y CENELECHD 63751.

La red de distribución en baja tensión debe ser proyectada en conformidad en primera instancia a las Normas a las Normas y Reglamentos Peruanos aplicables y de manera complementaria a las Normas Internacionales; si no existieran en el Perú, las Normas Internacionales serían de uso exclusivo:

- NFPA 130, sistemas de transporte ferroviario de pasajeros.
- Instituto de Ingeniería Eléctrica (IEE) - BS 7671 (17 ° edición).
- EN 60947, protección baja tensión y de mando.
- EN 60439, baja tensión montaje de protección y de control.
- IEC 60755, Requisitos generales para dispositivos diferenciales y mando de protección.
- BS 6004, BS5467, BS 6387, BS 6724, BS 8519, BS 6231 y EN 50525 para cables eléctricos.
- EN 60529, especificación para grados de protección de los envoltorios (código IP).
- EN 61000, Compatibilidad electromagnética (EMC).

### **1.2.2 Cargas demanda eléctrica**

La demanda eléctrica de cada estación es calculada según la condición más laboriosa que es la correspondiente a la condición de emergencia.

Los siguientes son los tipos de estación (tipo de construcción) y transformadores relacionados que serán utilizados, diseñados para condiciones de emergencia.

La tipología Cut&Cover está formada por dos grupos (1 y 2) con los códigos: 1a, 1b, 1c, 2a, y 2b.

La tipología de Caverna, a su vez, está formada pordos grupos (3 y 4) con los códigos: 3a, 3b, 3c y 4.

## A.7.6.1. Sistema de Alimentación Eléctrica.

Las diferencias entre ellas son principalmente de origen geométrico y dimensional como consecuencia de la diferente afluencia de pasajeros.

004133

Nº estaciones	Tipología	Metodología de Construcción
15	1a	CUT&COVER
10	1b	CUT&COVER
2	1c	CUT&COVER
1	2a	CUT&COVER
2	2b	CUT&COVER
2	3a	CAVERNA
1	3b	CAVERNA
1	3c	CAVERNA
1	4	CAVERNA

Por uniformidad, se identifican solo 3 tipos de transformadores:

1250 kVA para el tipo de estaciones tipo 1a, 1b, 1c, 2a, 2b, 3a, 3b, 3c y 1600 kVA para el tipo de estaciones 4

Por lo Depositos se identificaron transformadores 2000 kVA

Estos valores de transformadores llevan en cuenta factor de potencia = 0.9 y un factor de seguridad de 10%.

### 1.2.3 Equipamientos

Se instalarán los siguientes equipamientos.

#### 1.2.3.1 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 del interruptor después del mismo grupo.

Se instalará un sistema de protección de las líneas en MT para los anillos de CE. De este modo es posible garantizar la coordinación y la selectividad (lógica) entre los interruptores MT en caso de avería: la lógica, interviniendo de modo automático, individualiza la avería y aísla el tramo averiado. En el caso de avería de tal lógica se tendrá al máximo una apertura 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
- Corriente admisible de breve duración 1 sec. 25kA;

El interruptor contará con todas las protecciones necesarias (Relé de Protección).

## A.7.6.1. Sistema de Alimentación Eléctrica.

04134

### 1.2.3.2 Cables de Alimentación 20 Kv

Los cables de MT por los anillos de los CE a utilizar es del tipo seco unipolar, con conductor de cobre electrolítico recocido, con pantalla interna (capa semiconductor), aislación basada 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 cobertura exterior de EVA es del tipo LSOH no propagadora de las 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.

- Temperatura de servicio 90 °C
- Temperatura de emergencia 130 °C
- Temperatura de cortocircuito 250 °C

La tensión de diseño es igual a  $E_0 / E = 12 / 20$  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.

### 1.2.3.3 Dimensionamiento de los cables

Para el dimensionamiento de los cables han sido hechas las siguientes observaciones:

- La corriente de tracción dimensionante en funcionamiento normal (como se indica en el documento "Apendice 1 Del Punto C.1.2: Simulación Eléctrica Y Consumo Energetico En Los Diversos Escenarios De Demanda");
- La corriente de tracción dimensionante 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 cíclica de una llegada en Alta Tensión;
- Los cables se dimensionan de acuerdo con la norma IEC 60502-2.

### 1.2.3.4 Transformadores

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, con bobinas de acoplamiento magnético.

Los transformadores serán conformes en primera instancia a las Normas y Reglamentos Peruanos aplicables y de manera complementaria a las Normas Internacionales; si no existieran en el Perú, las Normas Internacionales serían de uso exclusivo:

- IEC (76/1-2-3-4-5, 726)
- HD (464-S1+A2, 538.151 398-1+398-5),
- documentos de armonización CENELEC.

  
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL 

En cada estación la alimentación es derivada del cuadro eléctrico general de media tensión. El equipo de alimentación (cuadro MT, anillo de distribución MT, transformadores M/BT de la cabina eléctrica MT/BT de cada estación) tiene las capacidades suficientes para alimentar los

### A.7.6.1. Sistema de Alimentación Eléctrica.



usuarios de estación en condiciones de ejercicio normal y de gestión de la emergencia por incendio. 004135

Las instalaciones de iluminación y los grupos de tomas de corriente fuerza motriz de todos los locales técnicos para el control SCADA, de telecomunicaciones, de señalización y de otros sistemas de control ferroviario tienen un único punto de alimentación 380V dedicado alimentado mediante el sistema UPS.

Deberán seguir como mínimo los siguientes parámetros referenciales:

- Potencia Nominal mínima (de acuerdo con el proyecto)
- Ventilación natural de enfriamiento
- Tensión primaria: 20 kV
- Tensión secundaria: 380 V / 230 V (delta / estrella)
- 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 con una distancia de 2,5% (máximo de 7 informes)
- Cortocircuito clasificado: 6%
- Enfriamiento: natural del aire (AN)
- Corriente en vacío: menos del 1%

#### 1.2.3.5 Servicios Auxiliares de las CE

Estos tableros tienen la función de alimentar en 380 Vac/220 Vac y 110/24 Vcc los distintos servicios auxiliares de las CE (señalización, telecomunicaciones, SCADA, lógicas, mando y controles, etc)

Constan de:

una barra principal a la cual se interconectan las dos alimentaciones desde los transformadores auxiliares de las CE

una barra de emergencia a la cual se interconecte los UPS (2 horas) por las alimentaciones de los servicios de sistema/seguridad de las CE (señalización, telecomunicaciones, SCADA, etc)

una barra 110Vcc/24 Vcc a la cual se interconecte las alimentaciones 110 Vcc / 24 Vcc de los cargador de batería 110Vcc/24 Vcc (2 horas) por las alimentaciones de las lógicas, mando y controles, relé y protecciones.

El tablero de distribución de corriente (alterna y continua) tiene las siguientes características generales:

Llevará los siguientes equipos:

- Sistema de barra principal
- Sistema de barra UPS
- Barra distribución en 110 Vcc/24 Vcc
- Interruptores extraíbles termomagnéticos varios

**A.7.6.1. Sistema de Alimentación Eléctrica.**

- Transformadores e instrumentos de medición
- 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

04136

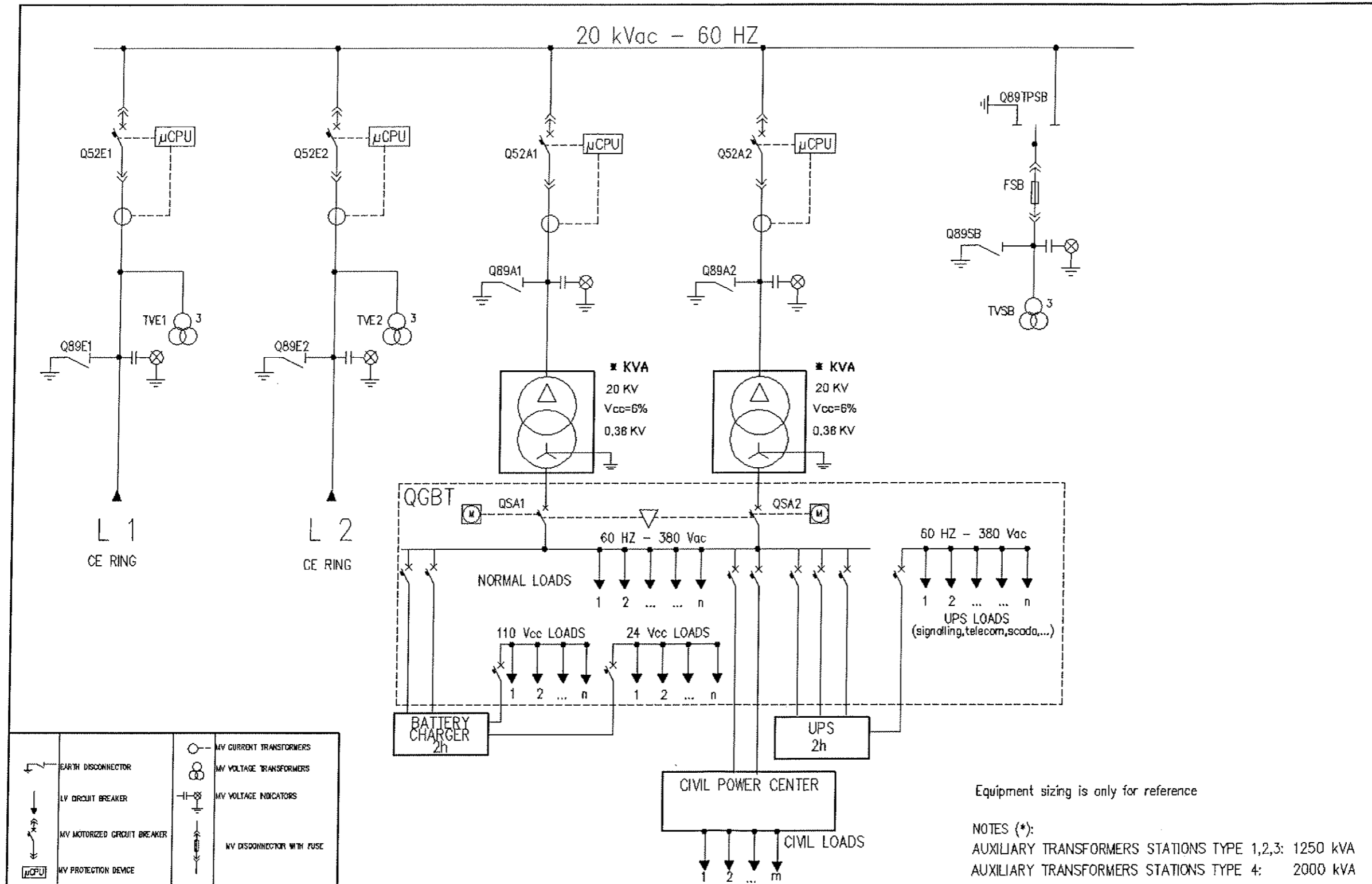
Debajo el equematico de estacion CE

**1.2.3.6 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:

- Subestaciones Electricas Rectificadoras: las tallas se muestran en el documento "Apendice 1 Del Punto C.1.2: Simulación Eléctrica Y Consumo Energetico En Los Diversos Escenario De Demanda";
- 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 tecnicas. 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 seccion normal (cargador de baterias 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.

  
 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL 



CE single line diagram





**1.3 NORMAS Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

- 1) ANSI / IEEE-386 IEEE Standard for Separable Insulated Connector Systems for Power Distribution Systems Above 600 V.
- 2) ANSI-C119.1 American National Standard for Electric Connectors— Sealed Insulated Underground Connector Systems Rated 600 Volts
- 3) BS EN 40-5 Lighting columns. Requirements for steel lighting columns
- 4) Código Nacional de Electricidad - RESOLUCION MINISTERIAL N° 366-2001-EM-VME
- 5) Decreto Supremo n°039-2010-MTC - Reglamento Nacional de Ferrocarriles
- 6) DIN 17121 Tubos (sección circular) de acero general de construcción, sin costuras; especificaciones para el suministro
- 7) DIN 43140 Hilos de contacto, Especificaciones Técnicas Básicas para el suministro
- 8) DIN 43141 Hilos de contacto, medidas y capacidad de carga permanente
- 9) DIN 48138 Aisladores
- 10) DIN 48200 Hilos para cables conductores
- 11) DIN 48201 Cables conductores
- 12) DIN 50976 Protección anticorrosiva a base de galvanizado al fuego
- 13) DIN 51150 Protección contra corrosión provocada por corrientes parásitas
- 14) DIN 57115 Parte 1 Ferrocarriles: Construcciones generales y protecciones generales de personas
- 15) DIN 57155, parte 3 Ferrocarriles: Normas especiales para equipos estacionarios de ferrocarriles.
- 16) DIN EN 10025 Aceros generales de construcción, norma de calidad
- 17) DIN VDV 0250, parte 602 Cables flexibles especiales
- 18) EN 50082 Electromagnetic compatibility. Generic immunity standard.
- 19) EN 50119 Railway applications - Fixed installations - Electric traction overhead contact lines
- 20) EN 50121-1 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Generality
- 21) EN 50121-2 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission of the whole railway system to the outside world
- 22) EN 50121-3-1 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Rolling stock. Train and complete vehicle
- 23) EN 50121-3-2 Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 3-2: Rolling stock – Apparatus
- 24) EN 50121-4 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission and immunity of the signalling and telecommunications apparatus
- 25) EN 50121-5 Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission and immunity of fixed power supply installations and apparatus
- 26) EN 50123-1 Railway applications. Fixed installations. D.C. switchgear. General.
- 27) EN 50123-2 Railway applications. Fixed installations. D.C. switchgear - Part 2: D.C. circuit breakers.
- 28) EN 50123-3 Railway applications. Fixed installations. D.C. switchgear. Indoor d.c. disconnectors, switch-disconnectors and earthing switches;
- 29) EN 50123-4 Railway applications. Fixed installations. D.C. switchgear. Outdoor d.c. disconnectors, switch-disconnectors and earthing switches ;
- 30) EN 50124 Railway applications. Insulation coordination

### A.7.6.1. Sistema de Alimentación Eléctrica.

004139

- 31) EN 50125 Railway applications- Enviromental conditions for equipment
- 32) EN 50126 Railway applications. The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)
- 33) EN 50149 Railway applications - Fixed installations - Electric traction - Copper and copper alloy grooved contact wires
- 34) EN 50160 Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution networks
- 35) EN 50163 Railway applications - Supply voltages of traction systems
- 36) EN 50327 Railway applications. Fixed installations. Harmonisation of the rated values for converter groups and tests on converter groups;
- 37) EN 50328 Railway applications. Fixed installations. Electronic power convertors for substations;
- 38) EN 50329 Railway applications - Fixed installations - Traction transformers
- 39) IEC / EN 60529 Specification for degrees of protection provided by enclosures (IP code)
- 40) IEC 60050 International Electrotechnical Vocabulary. Electromagnetic Compatibility
- 41) IEC 60071 Insulation co-ordination
- 42) IEC 60076 Power transformers
- 43) IEC 60146-1 Semiconductor converters – General requirements and line commutated converters.
- 44) IEC 60287 "Calculation of permissible current in cables at steady state rating"
- 45) IEC 60332 Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions
- 46) IEC 60502 Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) up to 30 kV ( $U_m = 36$  kV) –
- 47) IEC 60754 Test on Gases Evolved During Combustion of Materials from Cables
- 48) IEC 60840 Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV ( $U_m = 36$  kV) up to 150 kV ( $U_m = 170$  kV) - Test methods and requirements.
- 49) IEC 60947 Low-voltage switchgear and controlgear.
- 50) IEC 61000 Electromagnetic compatibility (EMC).
- 51) IEC 61000-3-2 Electromagnetic compatibility (EMC). Limits. Limits for harmonic current emissions (equipment input current up to and including 16 A per phase)
- 52) IEC 61000-6-1 Electromagnetic compatibility (EMC). Generic standards. Immunity for residential, commercial and light-industrial environments
- 53) IEC 61000-6-2 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments
- 54) IEC 61000-6-3 Electromagnetic compatibility (EMC). Generic standards. Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments
- 55) IEC 61000-6-4 Electromagnetic compatibility (EMC). Generic standards. Emission standard for industrial environments
- 56) IEC 61034 Measurement of Smoke Density of Cables Burning Under Defined Conditions
- 57) IEC 62128-1 - EN 50122 Railway applications. Fixed installations. Protective provisions relating to electrical safety and earthing
- 58) IEC 62271-100 High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: Alternating-current circuit-breakers
- 59) IEC 947-2 Interruttori automatici

**A.7.6.1. Sistema de Alimentación Eléctrica.**



004140

- 60) IEEE-404 IEEE Standard for Extruded and Laminated Dielectric Shielded Cable Joints Rated 2.5 kV to 500 kV
- 61) IEEE-592 IEEE Standard for Exposed Semiconducting Shields on High-Voltage Cable Joints and Separable Connectors.
- 62) UIC 600 Electric traction with aerial contact line
- 63) VDE 0115 Railway Applications - Fixed Installations
- 64) VDV Schriften 501 parte 1 y parte 2 Protección anticorrosiva y protección de personas contra potenciales peligrosos en túnel

**1.4 TÉRMINOS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS**

SEAT Subestación Eléctrica de Alta Tensión      Subestación Eléctrica de Alta Tensión

CE      Cabina Eléctrica (de Estación Pasajeros)

SER      Subestación Eléctrica Rectificadora      Subestación Eléctrica Rectificadora

UPS      Uninterruptible Power Supply      Sistema de alimentación ininterrumpida

AC      Alterna Corriente

CC      Continua Corriente

MT      Media Tension

BT      Baja Tension

**[4505]**



**A.7.6.2.**

004141

A.7.6.2  Nº DOCUMENTO	A) DISEÑO DE INGENIERÍA  TIPO DE DOCUMENTO
-----------------------------	--

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

## A.7.6.2) SISTEMA DE LAS PUERTAS DE ANDÉN

Índice

004142

**1. SISTEMA DE LAS PUERTAS DE ANDÉN..... 1**

1.1 Acronimós y abreviaturas..... 1

1.2 INTRODUCCIÓN..... 1

1.3 DISPOSICIÓN GENERAL Y ESTRUCTURA ..... 2

1.4 PUERTAS CORREDIZAS AUTOMÁTICAS..... 3

1.5 PUERTAS DE SALIDA DE EMERGENCIAS (EED)..... 3

1.6 PUERTAS DEL EXTREMO DE LA PLATAFORMA..... 4

1.7 PANELES VIDRIADOS FIJOS..... 4

1.8 CAJA DE RETORNO..... 4

1.9 EQUIPO OPERATIVO..... 4

1.10 UMBRAL..... 5

1.11 SISTEMA DE CONTROL Y ENERGÍA..... 5

    1.11.1 Interfaz vital ATC ..... 5

    1.11.1.2 Interfaz no vital ATC..... 6

    1.11.1.3 Interfaz de diagnóstico..... 6

    1.11.1.4 Operación local..... 6

1.12 COMPATIBILIDAD DE LA MODULACIÓN DE LAS PUERTAS DE ANDÉN CON LAS PUERTAS DE LOS TRENES ..... 6

**1. SISTEMA DE LAS PUERTAS DE ANDÉN**  
**1.1 ACRONIMÓS Y ABREVIATURAS**

ASD	Las puertas correderas
ASTS	Ansaldo Signalling and Transportation Solutions
ATC	Control automático de trenes
ATS	Supervisión automática del tren
CCS	Sistema de control central
CDS	Sistema de diagnóstico centralizado PSDS
C&LL	Bucle cerrado y bloqueado
DC	Corriente directa
DCU	Unidad de control de puerta
DLS	Interruptor de bloqueo de puerta
EED	Puerta de salida de emergencia
ECS	Interruptor de cerrado de puerta de emergencia
ELS	Interruptor de bloqueo de puerta de emergencia
ERM	Mecanismo de liberación de emergencia
FFL	Nivel final del suelo
FP	Panel fijo (puertas fijas)
HMI	Interfaz de usuario
LCP	Panel de control local
LCS L/R	Interruptor tipo hoja cerrado izquierda/derecha
NC	Normalmente cerrado
NO	Normalmente abierto
OCC	Centro de control de operaciones
O&M	Operación y mantenimiento
PED	Las puertas de fin andén
PS	Suministro de energía
PSDIP	Panel de interfaz de la puerta de andén con ATC
PSDS	Sistema de puertas de andén
RAMS	Confiabilidad, disponibilidad, mantenimiento, seguridad
SCP	Panel de control de estación

**1.2 INTRODUCCIÓN**

En todas las estaciones de la línea 2 y línea 4, las plataformas de vías por donde circulan los trenes estarán separadas de los andenes por una barrera formada por las puertas de andén automáticas o PSD, por las puertas de salida de emergencia o EED y por las puertas fijas o FP (paneles fijos).

Se utilizarán algunos términos en las siguientes descripciones. La

Fig. 1 muestra a qué parte del sistema se refieren los términos principales. Nótese que no todos los términos indicados hacen referencia a partes provistas con este propósito. 004143

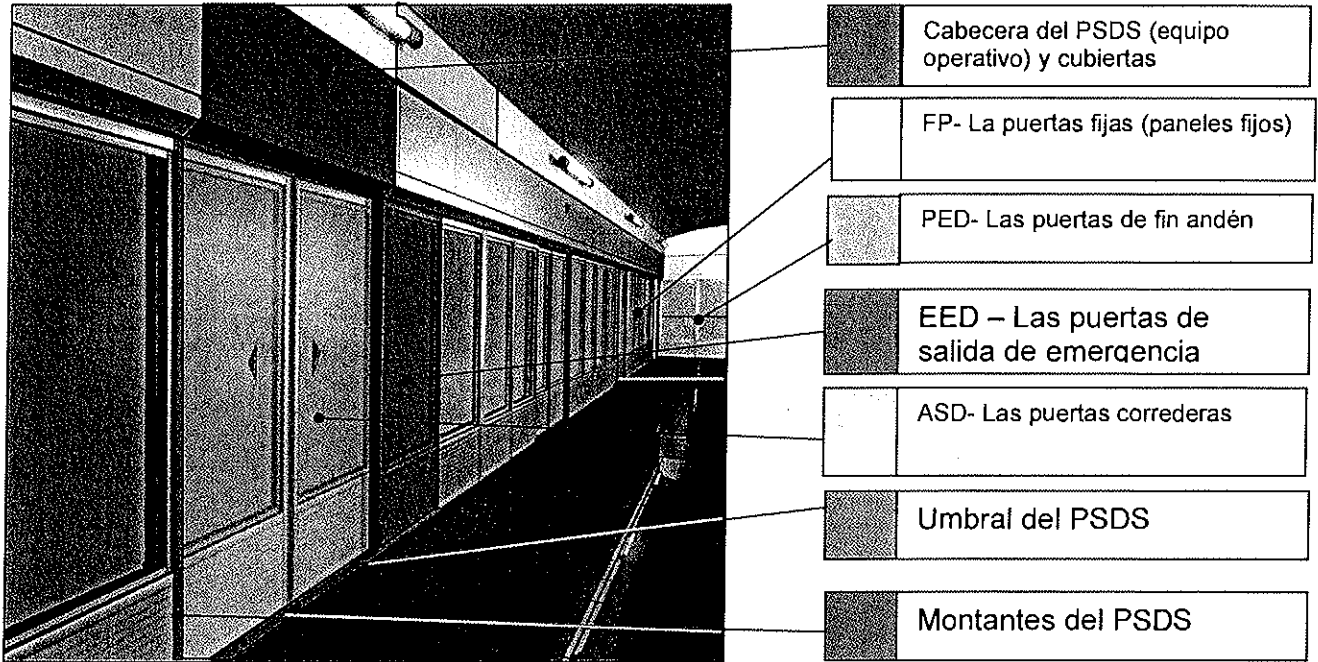


Fig. 1 Terminología de los sistema PSD

### 1.3 DISPOSICIÓN GENERAL Y ESTRUCTURA

La barrera del PSDS es un trabajo de pantalla confiable y segura, de altura completa, montada sobre el borde de la plataforma y se extiende 135 m, incluyendo las puertas del extremo de fin andén; es decir: la barrera cubrirá la longitud de la plataforma, que se forma en frente de los trenes parados y al final de la plataforma.

El PSDS está compuesto de módulos; frente a las puertas del vehículo hay módulos de puerta activa con puertas correderas doble guillotina automáticas (ASD) y flanqueadas por puertas de emergencia (EED) y por puertas fijas (FP).

La PSD es independiente, es decir: el PSDS está montado sólo a través de fijaciones inferiores conectadas a la estructura civil o mediante fijaciones inferiores y superiores conectadas a la estructura civil.

La interfaz detallada con estructuras civiles circundantes se definirá en una etapa posterior del proyecto. La estructura del PSDS está diseñada para resistir en forma segura las cargas especificadas en la sección "criterios de diseño" y para proporcionar puntos de montaje para cubiertas, puertas de conjunto de cabecera y paneles vidriados.

Todos los materiales, tratamientos y fijaciones utilizados se han seleccionado para proporcionar la duración del diseño requerida bajo condiciones ambientales definidas sin comprometer los requisitos de operación y seguridad. Se prevé el uso de los siguientes materiales:

- Acero galvanizado (posiblemente revestido) para estructuras
- Aluminio para marcos de puerta
- Vidrio

La mayoría de los sistema PSD es de metal o vidrio que, por naturaleza, es resistente al fuego y no tóxica respectivamente. Los materiales no metálicos se mantienen al mínimo. No



obstante, el diseño de la barrera de la PSD, abarcado por esta oferta técnica, no es una barrera de humo como tal y no proporciona una resistencia específica para flujo caliente de humo o gases. La PSD no actuará como barrera para incendios sino en una situación de emergencia (la peor situación de incendio para PSD), los módulos de la puerta de andén automática, de la puerta de emergencia y de puertas fijas soportarán el humo caliente en la curva tiempo/temperatura durante los minutos necesarios para permitir la evacuación de pasajeros de la estación en forma segura.

#### 1.4 PUERTAS CORREDIZAS AUTOMÁTICAS

Las puertas corredizas se alinean con las entradas de cada vehículo del tren cuando está estacionado en la plataforma y en la posición correcta.

El tamaño de la puerta es tal que, cuando las puertas corredizas están completamente abiertas, el borde de ataque casi coincide con la jamba para alcanzar el ancho máximo de apertura. La altura y el ancho de las puertas corredizas se coordinan con el tamaño de la puerta del vehículo y con la precisión de parada del vehículo.

Los sellos de goma cubren los bordes delanteros de las hojas de las puertas para proporcionar amortiguación y protección contra atascos.

Las puertas corredizas se impulsan electromecánicamente y, en condiciones normales, no requieren ninguna intervención manual, es decir: se abre y cierran automáticamente según solicitud de ATC.

Un sistema de suspensión aérea de la puerta con mecanismo de accionamiento sincrónico soporta la ASD. Se opera por un motor de DC y un sistema de control electrónico.

Las puertas ASD se desplazan de acuerdo con un perfil cinemático preestablecido, de modo tal que logra la sincronización con las puertas del vehículo. Una unidad microprocesada especial (DCU) es responsable del monitoreo y el control del estado y el comportamiento cinemático de las puertas.

Cada ASD cuenta con un Mecanismo de desbloqueo de emergencia (ERM). En caso de ser necesario, los pasajeros pueden abrir las puertas corredizas manualmente con manijas ergonómicas ubicadas a la altura media del panel de la puerta sobre el lado de la vía. El ERM también se puede activar desde el lado de la plataforma mediante bloqueo de cabina. En todo caso, la activación del ERM libera la puerta y se informa a ATC que se ha perdido el estado cerrado y bloqueado de la PSDS.

Cada puerta corrediza cuenta con un selector de modo que se opera desde el lado de la plataforma por el personal autorizado para operaciones locales. A través de este selector, la puerta específica se puede "aislar" también, es decir: la puerta afectada no responderá a los comandos de ATC.

Para evitar lesiones de pasajeros, la DCU monitorea constantemente el esfuerzo del motor (u otro parámetro apropiado), de modo que cuando se supera un nivel de umbral preestablecido, se ingresa en el modo obstrucción. Ver la sección "criterios de diseño" para obtener más detalles.

Se instala una unidad sonora y una luz indicadora en cada puerta corrediza para avisar a los pasajeros antes de cerrar la puerta. La luz indicadora también se utiliza para indicar a los pasajeros qué puertas se abrirán y cuáles están defectuosas.

#### 1.5 PUERTAS DE SALIDA DE EMERGENCIAS (EED)

Las puertas de emergencia con doble guillotina (EED) se colocan entre módulos motorizados contiguos para asegurar la salida de los pasajeros en caso de desalineación del tren. El tamaño del panel se calcula para proporcionar la tolerancia requerida para abrir la puerta libremente en un ángulo de 90°.

Las EED se construyen igual que los paneles de puertas de doble guillotina. Cada EED está adaptada con un compartimiento de barra antipánico horizontal montado a lo largo del panel a la altura de la cintura. La barra antipánico permite abrir la puerta desde el lado de la vía en una emergencia. 004145

El personal de la estación también puede abrir la EED desde la plataforma con una llave.

Las EED se aseguran en la parte superior e inferior de la puerta utilizando conjuntos pivotantes.

El sistema de cierre de puerta de la EED evita que la puerta se abra más allá del espacio de apertura requerido, reduce el movimiento de la puerta cuando se abre y vuelve a cerrar la puerta automáticamente.

### **1.6 PUERTAS DEL EXTREMO DE LA PLATAFORMA**

Las puertas del extremo de la plataforma (PED) tienen la misma construcción que las EED pero difieren en el ancho. El tamaño del panel se calcula para proporcionar la tolerancia requerida para abrir la puerta libremente en un ángulo de 90°.

Cada puerta incluye:

- un dispositivo de barra de empuje para abrir en situaciones de emergencia desde la vía,
- y una llave de servicio especial para abrir desde la plataforma.

### **1.7 PANELES VIDRIADOS FIJOS**

Los sistema de puertas de andén esta también compuesto por puertas fijas y dos paneles fijos de fin andén. Los paneles fijos de fin andén tienen la misma construcción que las EED pero no se pueden abrir. El ancho mínimo es el mismo de las PED.

### **1.8 CAJA DE RETORNO**

En la parte superior de la fachada, una caja de retorno aloja todo el equipo operativo del PSDS y está cerrada con cubiertas de metal. Se puede acceder a las cubiertas laterales de la plataforma para el mantenimiento después de destrabar con la llave.

### **1.9 EQUIPO OPERATIVO**

El equipo operativo de la puerta se ubica dentro de la caja de retorno en correspondencia con cada módulo de puerta motorizado (ASD).

A continuación, se proporciona una breve descripción de los componentes principales.

El sistema de accionamiento del motor consiste en un motor de DC eléctrico y reductor de velocidad de engranajes, montados firmemente en la placa de cabecera.

El suministro de energía al motor y el control del motor (accionamiento del accionador) se proporciona por una unidad de control de puerta microprocesada (DCU) basada en comandos ATC. La DCU también está responsable de

entradas debidamente procesadas como: posición de hojas ASD, estado del mecanismo de bloqueo (para ASD y EED relacionadas), activación de ERM, etc.

garantizar que se cumpla el perfil cinemático preestablecido de la ASD

transmitir diagnósticos de ASD (alarmas, estados, fallos) y el estado de las EED relacionadas a una unidad de monitoreo PSDS completa en SCP.

salidas debidamente procesadas como: activación de las unidades sonoras, activación de la luz indicadora de la puerta, etc.

Todas las DCU están vinculadas por una conexión cableada confiable (correspondiente a las funciones vitales) y a través de un enlace de diagnósticos (no cableado), para funciones no vitales.

Un sistema de transmisión mecánica adecuado (tornillos o correa dentada) proporciona el movimiento sincrónico del motor a las hojas de la puerta corrediza. Cada hoja de la puerta se suspende a través de carritos de rodillos asegurados al sistema de transmisión. 004146

El mecanismo de bloqueo de la puerta es un dispositivo montado centralmente dentro de la caja de retorno, de modo tal que cuando se activan las dos hojas de la puerta o se accionan manualmente a la posición cerrada, el mecanismo se activa y bloquea correctamente las puertas juntas. Se proporciona entonces una indicación de fallo del estado cerrado/bloqueado de la puerta por dispositivos de monitoreo adecuados.

El compartimiento de bloqueo también incluye una palanca de desbloqueo de emergencia que se opera por el ERM en el panel de la puerta corrediza, la cual libera el bloqueo cuando se opera el ERM de la puerta corrediza.

### 1.10 UMBRAL

En la parte inferior, un umbral que abarca la longitud completa de la plataforma forma el borde de la plataforma y brinda una terminación antideslizante duradera para el piso de la instalación de la PSD. La altura de los soportes de montaje del umbral se ajustará durante la instalación para lograr la posición exacta requerida. El umbral también forma una guía para la parte inferior de las puertas corredizas.

### 1.11 SISTEMA DE CONTROL Y ENERGÍA

Las interfaces del PSDS se concentran en una o más cabinas adecuadas que se localizan dentro de la sala técnica en la estación. Dentro del presente documento, tales cabinas se denominan "SCP".

El siguiente equipo se aloja en el SCP:

- Unidad de distribución de energía: Esta unidad recibe la energía de la estación y la convierte y la divide a todo el equipo del PSDS. Los interruptores o equipos equivalentes protegen en forma adecuada las líneas eléctricas de cortocircuitos y sobrecarga.
- Panel de interfaz vital del ATC (PSDIP): Es un circuito destinado a recibir órdenes de apertura/ cierre desde la ATC y pasar esta información a las DCU apropiadas a lo largo de la plataforma. En dirección opuesta, pasa el estado "cerrado y bloqueado" del PSDS (y la señal predominante correspondiente) para la ATC sin fallos.
- Unidad de monitoreo completa del PSDS: Todas las alarmas, fallos, estados emitidos por la DCU se recopilan dentro de esta unidad y se almacenan para fines de O&M. Además, tal información se envía al servidor de diagnósticos central del PSDS y parcialmente al ATS. La configuración de algunos parámetros del PSDS también es posible desde la HMI de esta unidad.

Los diagnósticos del PSDS están disponibles a través de una HMI gráfica tipo ventana de fácil uso. La información se suma al nivel de la plataforma; la información más detallada es accesible haciendo clic sobre el icono deseado.

Además, es posible generar manualmente órdenes para todo el PSDS desde una caja cerrada con una llave adecuada denominada panel de control local (LCP). La ubicación del LCP será tal que el operador podrá ver el PSDS afectado.

#### 1.11.1.1 Interfaz vital ATC

Las puertas motorizadas y de emergencia con doble guillotina tienen instalados dispositivos adecuados para monitorear el estado "cerrado y bloqueado" sin fallos.

El estado cerrado y bloqueado se pasa al ATC sin fallos.

La apertura y el cierre de las puertas motorizadas por lo general ocurren como consecuencia de órdenes del ATC (modo de operación automático) reconocidos a través de circuitos cableados.

#### 1.11.1.2 Interfaz no vital ATC

El estado operativo de la puerta se envía desde el PSDS al ATC para evitar que las puertas del vehículo se abran frente a las ASD aisladas o defectuosas. La misma clase de información pasa desde el vehículo al PSDS a través del ATC para evitar que las ASD se abran ante puertas defectuosas del vehículo.

#### 1.11.1.3 Interfaz de diagnóstico

Los diagnósticos del PSDS (estados de puerta, alarmas y fallos) pasan a los servidores centrales de diagnóstico del PSDS (uno por línea).

Éstos recopilarán la información de diagnósticos que proviene de todo el PSDS de la línea, un software de cliente sobre la misma máquina mostrará la información.

#### 1.11.1.4 Operación local

La operación local de fachada del PSDS es posible después del permiso de ATC. Este modo de operación es manual (por personal autorizado) y ocurre en un panel del control local (LCP) destinado a un solo PSDS.

Desde el LCP, es posible realizar las siguientes operaciones:

- Abrir/cerrar todas las ASD juntas
- Anular el estado cerrado y bloqueado para ATC
- Monitorear el estado cerrado y bloqueado actual de las ASD y las EED

### 1.12 COMPATIBILIDAD DE LA MODULACIÓN DE LAS PUERTAS DE ANDÉN CON LAS PUERTAS DE LOS TRENES

La construcción y instalación de las puertas de andén será compatible con las puertas de los trenes para las configuraciones de 6 y 7 coches del material rodante en las diversas fases previstas para la explotación a lo largo de los siguientes años. La modulación de los sistema de las puertas de andén de todas las estaciones será igual.

Las imágenes Fig. 2 y Fig. 3 muestran esquemáticamente la compatibilidad de la modulación de las puertas de andén con las puertas de los trenes para las configuraciones inicial y final del material rodante. En particular:

- La Fig. 2 muestra la configuración 6 coches. En correspondencia del séptimo coche utilizará puertas no motorizadas, que no responde a los comandos del ATC.
- La Fig. 3 muestra que en correspondencia de cada puerta del vehículo tendrá las puertas automáticas de andén (cuatro puertas de andén automáticas en correspondencia con cada uno de los coche de los vehículo).

La distancia de dos puertas automáticas consecutivas en el mismo coche será de 3700 mm, mientras que el de dos puertas correderas de dos coches consecutivos será diferente de 6470 mm.

La Fig. 4 muestra la correspondencia de la puertas del vehículo y la puertas de andén sólo para el primer coche. La misma configuración también es válida para los otros coches.

Las puertas de emergencia y las puertas fijas se ejecutan entre las puertas correderas.

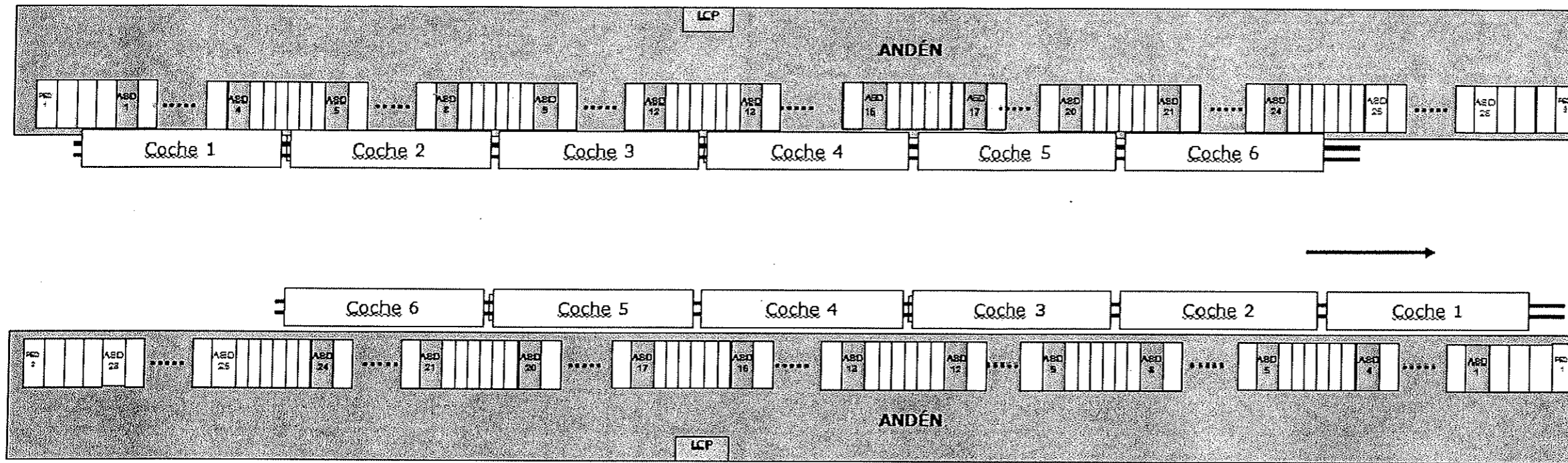


Fig. 2: Configuraciones inicial

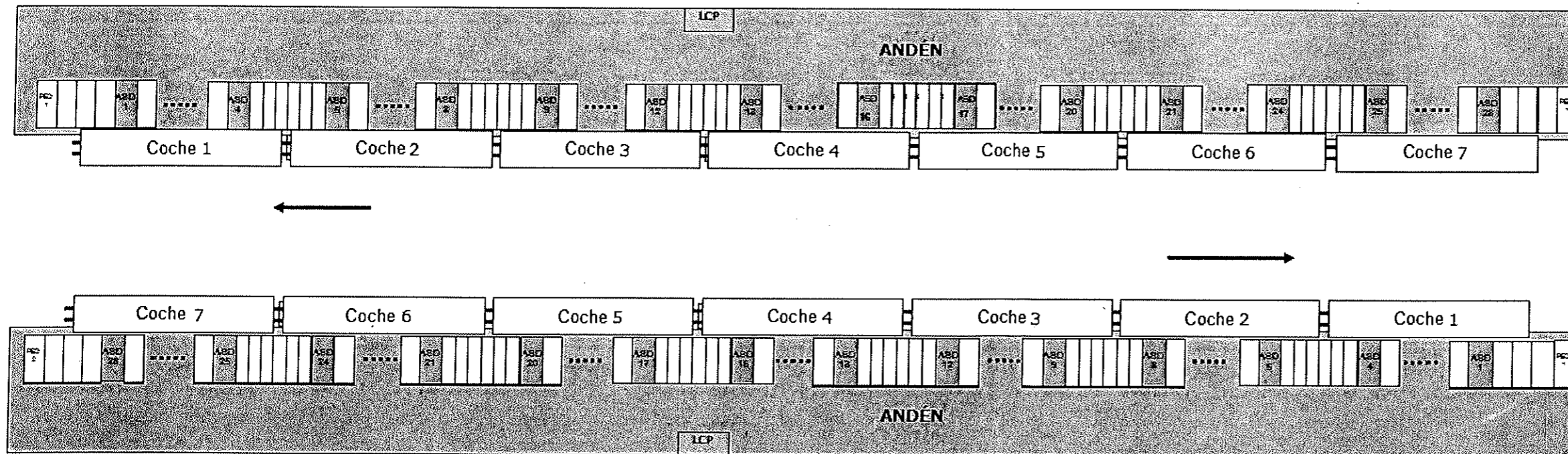


Fig. 3: Configuraciones final



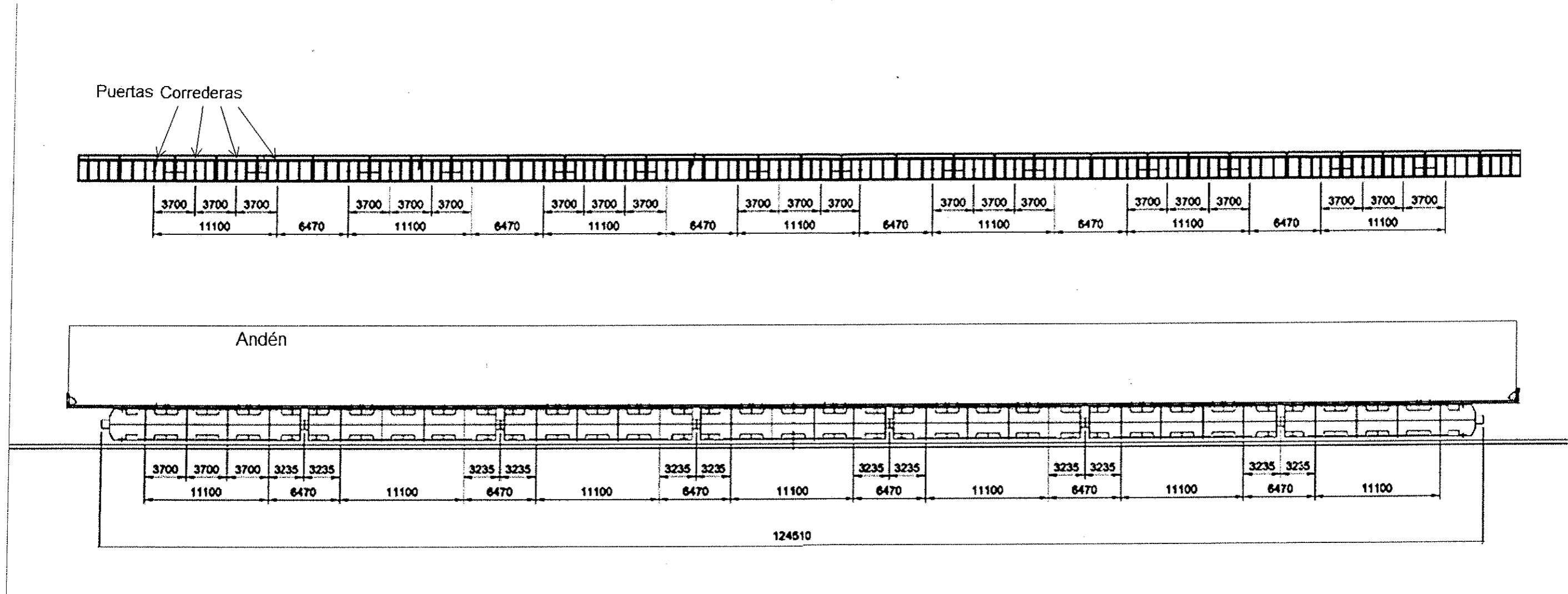


Fig. 4: Puertas automaticas en la configuración final en el primer coche

[4516]



A.7.6.3.


**A.7.6.3 Sistema de Control  
Pasajeros**

004149

<b>A.7.6.3</b> Nº DOCUMENTO	<b>A) MEMORIA DESCRIPTIVA DEL DISEÑO DE INGENIERÍA</b> TIPO DE DOCUMENTO
--------------------------------	---

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

## **A.7.6.3 SISTEMA DE CONTROL PASAJEROS**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASARE  
REPRESENTANTE LEGAL 



<b>SISTEMA DE CONTROL PASAJEROS .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Puertas Normales y Grandes .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.1. Descripción de la Puerta Normal.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.1.1. Descripción del Pictograma .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.1.2. Rendimiento de los Torniquetes.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.1.3. Tamaño de la Puerta y Características Eléctricas .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.2. Descripción de la Puerta Grande.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.3. Tamaño de la Puerta.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.4. Validadores de la Puerta y Proceso de Validación.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.4.1. Especificaciones Técnicas (Típicas) .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.4.2. Sub-sistema Sin Contacto.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1.5. Barreras Fijas y Puertas de Emergencia.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2. Máquinas Exendedoras de Boletos (TVM) .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.1. Introducción.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.2. Funciones del Producto.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.3. funciones operativas.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2.3.1. Gestión de Pago y Cambio.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2.3.2. Emisión de Tarjetas Inteligentes.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2.3.3. Recarga del Contrato de Tarjetas Inteligentes.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2.3.4. Diagnóstico y Nivel de Servicio .....</b>	<b>11</b>
<b>1.2.3.5. Seguridad .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2.4. Interfaces de la TVM.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.5. Arquitectura del Hardware de la TVM.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.5.1. Tamaño (Típico) .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.5.2. Solidez y protección de la estructura.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.5.3. Protección del almacenamiento de dinero.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.5.4. Uso y accesibilidad.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.5.5. Personalización disponible.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.5.6. Componentes de la TVM.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.6. Normas, Compatibilidad Ambiental y Electromagnética .....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.7. Máquinas de Venta de boletos (TOM) .....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.8. Sistemas de Personalización de Tarjetas (CPS) .....</b>	<b>20</b>
<b>1.2.9. Decodificador Portátil de Boletos (PTD).....</b>	<b>20</b>
<b>1.2.10. Servidor de la Estación.....</b>	<b>21</b>
<b>1.2.11. Servidor de Gestión Principal.....</b>	<b>21</b>

## SISTEMA DE CONTROL PASAJEROS

004151

### 1. Introducción

Cada estación se divide lógicamente y físicamente en dos áreas para los pasajeros.

- El "Área gratuita" en donde los pasajeros pueden acceder desde afuera a la estación sin ningún derecho de transporte
- El "Área pagada" en donde los pasajeros pueden acceder solo con un derecho de transporte válido o desde los trenes

Las dos áreas están físicamente separadas por barreras y puertas fijas. Las puertas a través de las cuales el pasajero puede trasladarse del área libre al área de pago y viceversa, con un derecho de transporte válido, son de dos tipos: puertas normales y puertas grandes. Las **puertas normales** son para que pasen los pasajeros sin problemas de movilidad y sin equipaje grande. El ancho de paso de las puertas normales es 600 mm. Las **puertas grandes** son para que pasen los pasajeros con movilidad reducida o con equipaje grande. El ancho de paso de las puertas grandes es 900 mm. Las puertas normales y grandes se organizan en barreras. Cada barrera tiene un número de puertas normales y una puerta grande. La primera puerta normal es mono-direccional; todas las otras puertas normales son bidireccionales; la puerta ancha es bidireccional. Las puertas de emergencia son secciones de las barreras que generalmente están cerradas y que pueden abrirse empujando la barra de emergencia del área pagada. Se conecta un sensor a las puertas de emergencia y cuando se abre, suena una alarma en el sistema de supervisión. A cada lado de la barrera hay un botón de emergencia y si se presiona, se indica la condición de emergencia. Las puertas se abren automáticamente, como se describe en los siguientes párrafos. Las siguientes fotografías muestran dos barreras de las puertas propuestas, instaladas y activadas en las estaciones de metro.

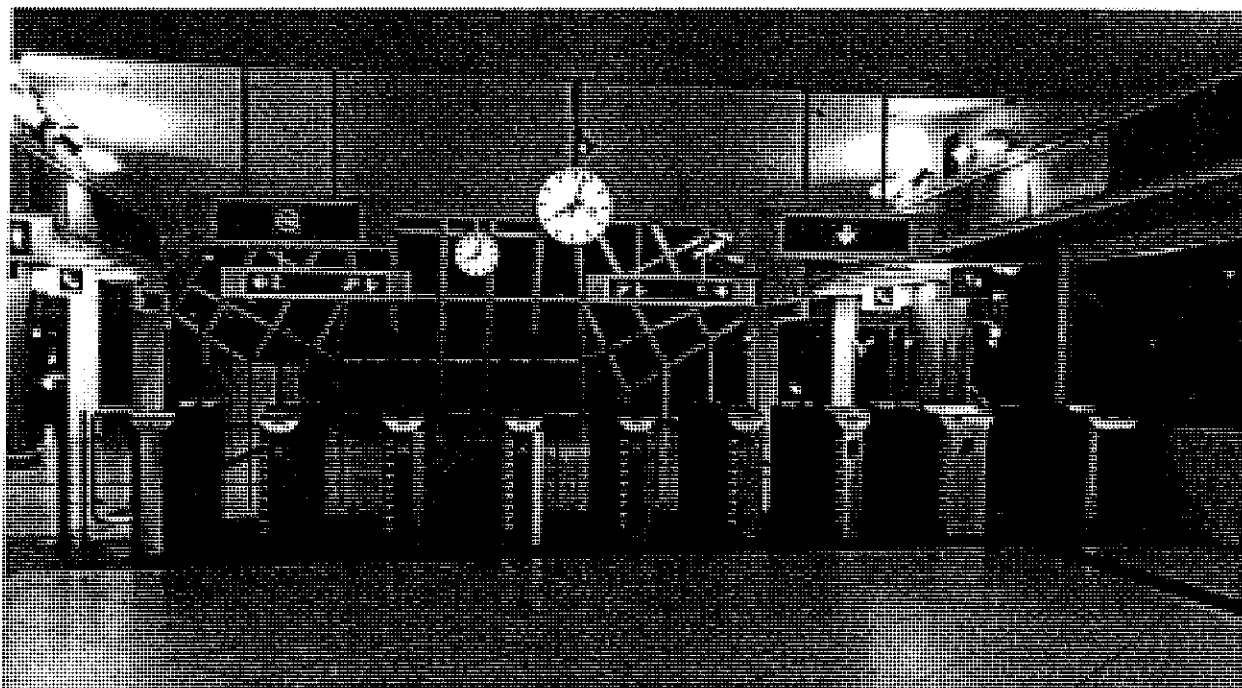


Figura 1-1 – Típica barrera de las cabinas de peaje

#### 1.1. Puertas Normales y Grandes

Este capítulo describe las puertas corredizas para el transporte público, proyectadas. Estas puertas forman parte del validador sin contacto, que se describe en el siguiente párrafo.

En este documento se describen dos modelos de puertas:

- Puertas normales
- Puertas grandes

#### 1.1.1. Descripción de la Puerta Normal

La puerta normal forma parte del sistema de pago para trenes/subterráneos. Permite el paso entre el área "pagada" y el área "gratuita". La puerta normal está compuesta de dos elementos, "marcos", de acero inoxidable de 2 metros de largo, cada uno equipado con una puerta corrediza.

Los obstáculos son de vidrio templado de seguridad transparente de 12 mm de espesor (SECURIT®). Un obstáculo fijo de vidrio templado anti-intrusión de 12 mm de espesor cierra el espacio sobre cada unidad. Este panel tiene las mismas características de resistencia de los obstáculos móviles. Los obstáculos móviles y fijos forman una pared eficiente que evita que las personas se trepen o salten la puerta. Cada puerta corrediza es impulsada por un motor de inducción.

En cada extremo de la puerta hay dos pictogramas de Led que indican si se puede pasar. Luego de una correcta validación, la puerta se desbloquea y el pasajero puede pasar.

La puerta, según su posición en la barrera, puede tener uno o dos validadores. En caso de que haya dos validadores, la puerta puede recibir el comando de funcionar en una u otra dirección (puerta de entrada o salida). El pictograma muestra automáticamente la dirección disponible.

La caída de energía de esta línea provoca el cambio inmediato al modo de funcionamiento de emergencia y la caída inmediata del brazo torniquete permite el paso libre en ambas direcciones.

Esta línea se conecta con el sistema SCADA y se utiliza en caso de emergencia (es decir, detección de fuego) para abrir todas las puertas que se utilizan como ruta de escape.

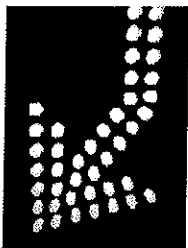
#### 1.1.1.1. Descripción del Pictograma

##### Flecha verde

Una flecha verde indica una dirección de cruce autorizada.

En el modo CONTROLADO, la flecha verde correspondiente siempre está encendida y fija.

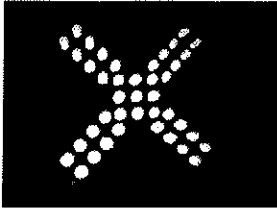
En el modo LIBRE, la flecha verde puede estar fija o intermitente según su configuración.



##### Cruz roja

La cruz roja siempre indica una dirección de cruce prohibida (modo BLOQUEADO).

004153



**1.1.1.2. Rendimiento de los Torniquetes**

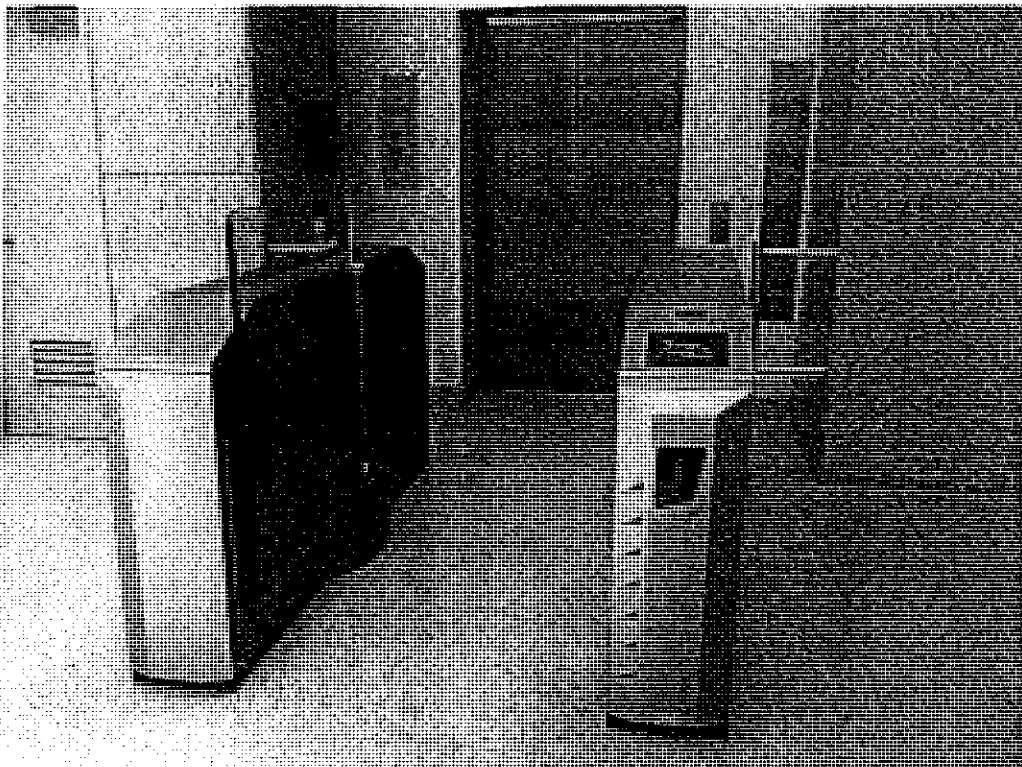
El torniquete permite un rendimiento de hasta 60 pasos por minuto por medio de la validación sin contacto.

**1.1.1.3. Tamaño de la Puerta y Características Eléctricas**

- **Largo del cuerpo de la puerta:** 2000 mm
- **Altura del cuerpo de la puerta:** 1000 mm
- **Ancho del cuerpo de la puerta:** 300 mm
- **Ancho de paso:** 600 mm
- **Fuente de energía:** 230 v 50/60 Hz a 5 A

**1.1.2. Descripción de la Puerta Grande**

La puerta grande forma parte del sistema de pago para trenes/subterráneos. Permite el paso entre el área "pagada" y el área "gratuita". La puerta grande está compuesta de un conjunto de cubiertas de acero inoxidable con puertas de vidrio giratorias con soportes de metal. En cada extremo de la puerta hay dos pictogramas de Led que indican si se puede pasar.



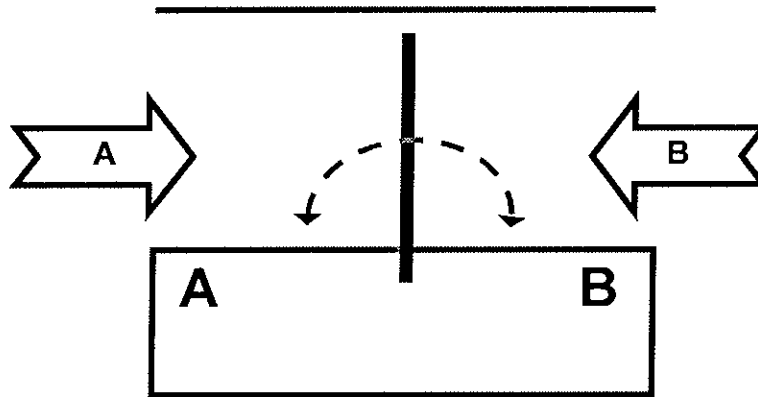
**Figura 1.1.2-2 – Típica puerta abatible**

El cuerpo de la puerta es de acero inoxidable 304, de 220 granos, cepillado horizontal. El obstáculo de las puertas consiste en una puerta abatible de vidrio templado transparente de seguridad.

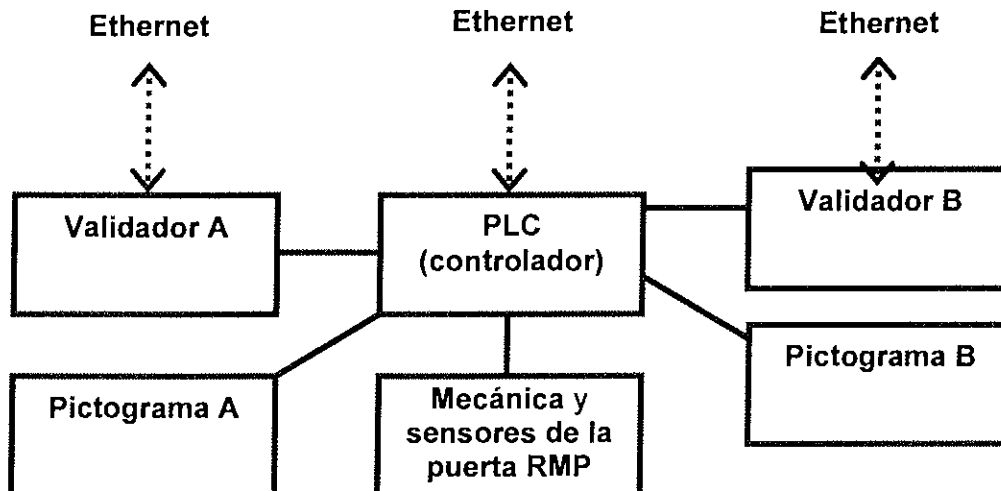
### A.7.6.3 Sistema de Control Pasajeros

La puerta abatible tiene dos lados, A y B. La puerta puede estar CERRADA, ABIERTA-A (abierto permitiendo el tránsito en dirección A) o ABIERTA-B (abierto permitiendo el tránsito en dirección B).

004154



Con el objetivo de ofrecer una descripción funcional, el diagrama de bloqueos funcionales de la puerta RPM.



El PLC es la unidad lógica principal de la puerta.

- se comunica con los dos validadores (uno de cada lado) a través de un protocolo de E/S paralelo.
- activa dos pictogramas (uno de cada lado).
- controla los mecanismos (movimiento del obstáculo y adquiere sensores (fotocélulas, etc.).

### A.7.6.3 Sistema de Control Pasajeros

El PLC es de funcionamiento autónomo (validaciones y pasos, según el modo de funcionamiento).

En el modo de configuración normal, la A es la dirección de entrada mientras la B es la dirección de salida. La dirección de entrada y de salida hace referencia al "sistema de la estación", que significa que una persona que cruza la puerta en la dirección de entrada, se registra y se dirige al área de trenes; ocurre lo contrario con una persona que cruza la puerta en la dirección de salida, sale y se va del área de trenes.

Se puede invertir este modo de funcionamiento (A -> Salida B -> Entrada) utilizando la bandera de modo inverso. También afecta a todos los contadores de la puerta.

004155

#### 1.1.3. Tamaño de la Puerta

- **Largo del cuerpo de la puerta:** 2000 mm
- **Altura del cuerpo de la puerta:** 1000 mm
  
- **Ancho del cuerpo de la puerta:** 300 mm
- **Ancho de paso:** 900 mm
- **Fuente de energía:** 230 v 50/60 Hz a 5 A

#### 1.1.4. Validadores de la Puerta y Proceso de Validación

Las puertas tienen validadores sin contacto. Los contratos en base a la validación de tarjetas inteligentes se realizan en CNV instaladas en las puertas de la estación. Las CNV pueden leer datos relacionados con el documento de viaje codificado en la sección de contratos de CSC. Si la validación tiene un resultado positivo, el torniquete se desbloquea y el pasajero puede pasar libremente para entrar o salir de la estación de metro. Normalmente, las líneas de metro y las estaciones correspondientes constituyen un sistema cerrado, por lo tanto la validación del documento de trabajo se requiere tanto a la entrada como a la salida de la estación.

El validador administra la lista negra de tarjetas inteligentes y puede colocar una bandera "en lista negra" en la tarjeta inteligente si se encuentra en la lista negra, y se presenta al validador.

La implementación de la verificación anti-pass back evita el uso del mismo contrato en dos o más entradas consecutivas. El intervalo de tiempo de anti-pass back se configura a nivel central como un parámetro general y se descarga al equipo periférico en el archivo TPF correspondiente. Esto significa que su valor puede cambiarse fácilmente y distribuirse a todo el equipo del sistema AFC y que su valor es el mismo para todo el sistema. En el caso de un contrato según la CSC, la verificación se realiza directamente por la lectura del validador si en el área de eventos del contrato ya existe un evento de validación y si este evento tiene un sello de tiempo dentro del intervalo del sistema anti-pass back. En la validación, la información de la cantidad restante, el número de viajes o validez del tiempo, se muestra en la pantalla del validador.

#### 1.1.4.1. Especificaciones Técnicas (Típicas)

CPU	Modular
Reloj MHz	Hasta 1.6 GHz
SRAM	16K
DRAM	Hasta 512M
FLASH	256M
Tarjeta SD	SÍ

### A.7.6.3 Sistema de Control Pasajeros

Batería	Soporte
Circuito de vigilancia	Sí
Pantalla	128x64 gráfica
LED	3
Localizadores	1
Tarjetas SAM del acoplador sin contacto	4
Ethernet	Sí
USB	Sí
RS-232	2
RS-485	Sí
Tensión de alimentación	18-35V

004156

Tabla 1.1.4.1-1 – Tabla de especificación técnica del validador de las puertas

#### 1.1.4.2. Sub-sistema Sin Contacto

El sub-sistema sin contacto permite leer y escribir tarjetas de acuerdo con las normas ISO 14443 A & B e ISO 18092, a petición.

A continuación se indican las características principales:

**Características de seguridad:** anti-colisión, comunicación encriptada con uso de algoritmos AES, DES y 3DES, autenticación mutua entre el validador y la tarjeta, etc.

**Interfaz SAM:** para módulos 4 ISO 7816 adentro del lector, 1 tamaño estándar, 3 micro.

El validador puede procesar teléfonos NFC y las tarjetas inteligentes más comunes, como CD21, Tango, TimeCOS, GTML, CD97, CT 4002, CTS, CTM, MIFARE Classic, MIFARE Ultralight, DESfire, etc.

El validador tiene los siguientes rendimientos a la hora de validar un objeto sin contacto:

Tiempo de transacción: menos de 110 ms.

Las transacciones más complejas pueden requerir más tiempo.

Distancia de lectura: rango de funcionamiento según la especificación del nivel 1 de EMV.

#### 1.1.5. Barreras Fijas y Puertas de Emergencia

Las áreas pagadas y gratuitas, según se describen en la introducción de este capítulo, están separadas por una barrera física, con puertas y barreras fijas. Las barreras fijas son obstáculos sujetos al piso. Estas puertas son secciones de estas barreras que pueden abrirse para facilitar el flujo de los pasajeros en situaciones de emergencia. Las barreras fijas y las puertas de emergencia tienen una estructura de acero inoxidable.

Las puertas de emergencia tienen un bloqueo mecánico normalmente cerrado; un mecanismo de seguridad que permite la apertura de la puerta empujando una barra. Los botones de emergencia estarán en posiciones cerca de las barreras de las puertas en la oficina del operador de la estación. Al presionar este botón de emergencia, automáticamente se envía un comando de modo de emergencia a las puertas, ocasionando la caída del brazo del torniquete y la apertura libre de la puerta abatible. La ubicación de los botones de emergencia se definirá durante la fase de diseño de detalle.

#### 1.2. Máquinas Exendedoras de Boletos (TVM)

004157

##### 1.2.1. Introducción

Las TVM (Máquinas expendedoras de boletos) es una máquina autoservicio automática que permite la emisión de boletos de transporte público y la recarga de contratos de tarjetas sin contacto.

Las TVM están diseñadas para suministrar una respuesta flexible a los distintos requisitos de los operadores de transporte y pueden tener diferentes configuraciones de componentes para implementar una amplia gama de funcionalidades para el pago, la recarga de tarjetas inteligentes y la emisión de boletos. La ergonomía de la máquina está diseñada para garantizar la mejor facilidad de uso. Todas las operaciones se agrupan física y lógicamente para que los pasajeros puedan visualizarlas bien y las entiendan rápidamente, y así reducir el tiempo de espera en la máquina.

La configuración específica del software de las TVM (tablas de costos, parámetros de funcionamiento y la interfaz gráfica de usuario) está integrada al sistema AFCS y se administra centralmente por sistema central de emisión de boletos.

Las TVM se diseñaron para la continuidad del servicio y permitir que la máquina trabaje continuamente 24 horas por día, sin detener el servicio, excluidas las fases de mantenimiento (sustitución de consumibles, recarga de valores, intervención técnica).

Las TVM propuestas para el proyecto metro de Lima pueden expedir tarjetas inteligentes sin contacto; también recarga contratos de tarjetas de crédito sin contacto. El pago se acepta en dinero en efectivo (monedas o boletos), tarjetas bancarias (de crédito y de débito) y contratos T-Purse.

Las TVM pueden instalarse como máquinas independientes, en pares espalda contra espalda o cerca de una pared.

##### 1.2.2. Funciones del Producto

Las TVM tienen un conjunto de funciones que cubren todos los requisitos operativos de una máquina autoservicio para vender boletos de transporte y recargar documentos de viaje sin contacto.

Las funciones principales implementadas por las TVM son:

- **Emisión de tarjetas inteligentes:** las tarjetas inteligentes se codifican y se expiden según las reglas de tarifas para esta clase de dispositivos, según la configuración del sistema central. Las tarjetas inteligentes se codifican electrónicamente con la información pertinente sobre la tarifa.
- **Renovación de los derechos de transporte cargados en las tarjetas inteligentes:** Las TVM renuevan los derechos de transporte codificados en las tarjetas inteligentes según las reglas de tarifas configuradas en el sistema central.
- **Recarga de crédito T-Purse en la tarjeta inteligente:** se agrega crédito en los contratos de las tarjetas inteligentes
- **Funciones de pago:** Las operaciones de venta y recarga se pagan con dinero en efectivo (monedas y billetes), tarjetas bancarias y T-purse electrónico en las tarjetas inteligentes sin contacto. Las TVM se configuran para aceptar un conjunto de monedas y billetes del país donde se instalan. El cambio se da en monedas. La TVM tiene un mecanismo de reciclado para utilizar las monedas ingresadas (hasta 6 denominaciones) para dar el cambio. Pueden configurarse hasta tres cargas masivas de monedas para expedir cambio cuando los recicladores están vacíos
- **Gestión de turnos:** todas las operaciones realizadas por los dispositivos se organizan en "turnos" Como ningún agente opera la TVM, los turnos se configuran como un intervalo de tiempo, que dura 24 horas y que comienza a una hora determinada (generalmente, durante la hora de cierre del metro por la noche). Todos los datos generados por la TVM



durante sus funciones normales se organizan en archivos, uno por cada turno y se envían al nivel superior (el ordenador de la estación).

004158

- **Mantenimiento y administración:** hay una interfaz del usuario dedicada para el mantenimiento y la administración de la TVM. Cuando operador de mantenimiento realiza la autenticación, la interfaz se activa. Dentro de la TVM hay diferentes perfiles disponibles para las operaciones de mantenimiento y administrativas.
- **Autodiagnóstico:** La TVM tiene un software de autodiagnóstico que monitorea continuamente el estado de todos los componentes. En caso de detección de una condición de error, la TVM envía una alarma al servidor de la estación y, si es necesario, cambia su estado de funcionamiento a un modo degradado o fuera de orden.

#### 1.2.3. funciones operativas

En este párrafo se describen las funciones operativas de la TVM.

##### 1.2.3.1. Gestión de Pago y Cambio

###### Selección automática del modo de pago (dinero en efectivo o tarjetas bancarias)

Cuando se muestra la pantalla de pago principal y el cliente introduce una moneda o un billete, se selecciona automáticamente el método de pago con dinero en efectivo (y se desactiva el POS). Si el cliente introduce una tarjeta bancaria en el lector de POS, se activa el pago con tarjeta bancaria y se desactivan los verificadores de monedas y billetes (se cierran los obturadores).

###### Funciones de la gestión de cambio

La TVM puede dar cambio solo en monedas. El cambio se da al pasajero si la cantidad introducida durante la transacción de pago es mayor que el precio total de los boletos comprados o si se solicita la recarga de la tarjeta inteligente.

###### Algoritmos de cálculo del cambio

Para definir la cantidad y la composición del cambio, la aplicación SOFTWARE de la TVM realiza dos tipos de cálculo:

- Cálculo del cambio máximo disponible
- Cálculo de cambio en efectivo para la transacción

Ambos cálculos son dinámicos y, según el estado de los dispositivos de cambio (número de monedas, dispositivo en línea o fuera de orden...), se realizan para cada transacción.

###### Cambio máximo disponible

El cálculo del cambio máximo disponible no depende de la cantidad de dinero introducido por el pasajero y que ya se muestra, correctamente en evidencia, antes de iniciar el pago. En el sistema central de emisión de boletos se configura un valor máximo para el cambio. La TVM no le otorgará ningún cambio al pasajero que exceda el valor del cambio configurado en el sistema central de emisión de boletos.

La TVM calcula el cambio máximo disponible según el valor de las monedas almacenadas en los recicladores de monedas y en las tolvas; si el valor disponible en la TVM es menor que el valor máximo para el cambio configurado en el sistema central de emisión de boletos, el cambio máximo disponible para la transacción se configura al valor disponible en la TVM.

###### Cálculo del cambio para una transacción

El cálculo del cambio para una transacción se realiza en final de la fase de pago para determinar la composición del cambio en cuanto al número y la denominación de las monedas

### A.7.6.3 Sistema de Control Pasajeros

a expedir. El software incluye un algoritmo específico de gestión de cambio con optimización automática de los parámetros de cálculo del cambio para obtener mayor autonomía de los dispositivos de cambio, teniendo en cuenta las políticas de precios. 004159

#### Imposibilidad de dar cambio

Si la TVM no puede dar cambio a un pasajero por una transacción de pago específica (debido a la falta de monedas en las tolvas y el reciclador), la TVM mostrará un mensaje al pasajero advirtiéndole que si continúa la transacción, no hay cambio disponible. Este mensaje tendrá 2 botones:

- **Botón 1** – continuar transacción
- **Botón 2** – interrumpir transacción

Si se presiona el botón 1, la TVM expedirá un billete o recargará la tarjeta e imprimirá un recibo de cambio indicando la cantidad de dinero que no se le devolvió al pasajero.

Si se presiona el botón 2, la TVM cancelará la transacción y volverá a la pantalla principal.

#### Recibo del cambio

La TVM expedirá un recibo del cambio cada vez que no pueda dar cambio al pasajero.

El recibo del cambio contiene la siguiente información:

- Fecha y hora de la transacción
- Identificador único de la TVM que expidió el recibo y ubicación
- Número de serie único del recibo
- Precio total de los boletos comprados
- Información sobre el billete comprado
- Cantidad de cambio que la TVM no pudo devolverle al pasajero.

La información del recibo del cambio también se registra en el archivo de actividad de la TVM y se envía al ordenador de la estación y al sistema central de emisión de boletos al final del turno.

De acuerdo con los procedimientos del operador de transporte, el pasajero puede reclamar el pago del recibo del cambio.

#### Número máximo de monedas aceptadas

La TVM implementa un control de umbral para limitar la aceptación de monedas a un número máximo definido; cuando se alcanza este número, el obturador de los verificadores de monedas se cierra y si la cantidad para el pago no es suficiente, se devuelven las monedas. Esta cantidad depende de la capacidad de depósito del verificador de monedas.

#### Pago con tarjetas bancarias (tarjetas de crédito y de débito)

Si el cliente introduce una tarjeta de crédito/débito en el lector POS, automáticamente se selecciona el método de Pago con tarjetas bancarias.

La conexión con el banco se realiza utilizando:

- La conexión de red con el sistema central (utilizando un único portal dedicado)
- Una conexión dedicada (línea telefónica, línea alquilada, módem de servicio móvil...)

La conexión se configura en el momento de la instalación.

#### Pago con T-Purse

El método de pago con T-Purse se utiliza para pagar la venta de un billete, usando un contrato de "valor almacenado" cargado en la tarjeta sin contacto.

### A.7.6.3 Sistema de Control Pasajeros

Para pagar con T-Purse, el cliente tiene que seleccionar el modo de pago "valor almacenado" cuando la TVM muestre en la pantalla el precio a pagar por la operación de compra o recarga. En este caso, se le solicita al cliente que introduzca un dispositivo sin contacto que contenga el contrato de "valor almacenado" en la unidad de lectura sin contacto de la TVM.

Por lo tanto, la TVM lee los datos del contrato y se los muestra al cliente para su confirmación.

- Si no hay contrato de "valor almacenado" o si el dispositivo sin contacto no es válido, no se puede leer o está registrado en la lista negra, aparece un mensaje de alerta notificando esta condición y debe seleccionar un método de pago alternativo (o debe abandonar la transacción).
- Si hay un contrato de "valor almacenado" pero la cantidad pertinente no cubre la transacción en progreso, aparece un mensaje de alerta notificando esta condición con la cantidad correspondiente y se solicita la selección de un método de pago alternativo (o abandonar la transacción). La TVM no puede aceptar un pago de "valor almacenado" si la cantidad presente en el contrato no es suficiente para pagar el precio total de la operación requerida.
- Si la cantidad en el contrato de "valor almacenado" cubre el pago de la transacción, se solicita la confirmación para completar la transacción.

El procedimiento para expedir el billete solicitado comienza con la confirmación del pago por parte del cliente, se imprime el recibo del pago con el "valor almacenado" y la cantidad inicial, la cantidad pagada y el saldo nuevo de la tarjeta T-purse.

#### 1.2.3.2. Emisión de Tarjetas Inteligentes

Cuando se completa la fase de pago, la TVM registra el pago en el archivo de actividad, cierra los obturadores de los verificadores de monedas y billetes, desactiva el POS y expide la tarjeta inteligente. De acuerdo con las reglas de tarifas configuradas y con los procedimientos de operación, la unidad de emisión puede personalizar electrónicamente la tarjeta inteligente con un contrato seleccionado por el pasajero, o puede estar en la TVM ya personalizada electrónicamente y expedida sin ninguna operación salvo su verificación. La TVM no realiza ninguna personalización gráfica en las tarjetas inteligentes.

La TVM puede configurarse para expedir un recibo que tenga los datos de la tarjeta expedida. Este puede imprimirse por cada venta o solo a pedido del pasajero. Al completarse la transacción, la TVM muestra nuevamente la pantalla principal. Si la TVM no puede expedir la tarjeta solicitada luego del pago (por ejemplo: en caso de un atasco mecánico), se cancela la transacción, se devuelve al cliente la cantidad pagada y suena una alarma en el sistema central de emisión de boletos.

Si el pago se hizo con una tarjeta bancaria, la transacción de pago se cancela a través de la transacción invertida con el centro de servicio financiero, administrado por el POS.

Si la cantidad pagada no se devuelve, se expide un recibo del cambio por el valor del pago.

Después de un atasco mecánico, la TVM trata de recuperar la unidad y si la recuperación falla, se desactiva la función de emisión de tarjetas y suena una alarma en el Sistema central de emisión de boletos. La TVM continúa con los intentos de recuperación de la unidad (en intervalos de tiempo configurables) y habilita la función de emisión de tarjetas solo después de una recuperación exitosa o de una intervención de mantenimiento que solucione el problema.

#### 1.2.3.3. Recarga del Contrato de Tarjetas Inteligentes

Cuando se completa la fase de pago, la TVM registra el pago en el archivo de actividad, cierra los obturadores de los verificadores de monedas y billetes, desactiva el POS y escribe los contratos de transporte actualizados en el dispositivo de tarjetas sin contacto y recarga el valor en la T-Purse.

### A.7.6.3 Sistema de Control Pasajeros

Después de completar la transacción de escritura del contrato, la pantalla de la TVM le indica al usuario que retire el dispositivo inteligente sin contacto del lector. La impresora de recibos de la máquina genera un recibo de la operación de recarga y se lo entrega al pasajero como prueba de la compra de la transacción de recarga.

Si el dispositivo sin contacto se quita del lector sin contacto después de la fase de pago y antes de la compleción de la transacción de la escritura de recarga, la TVM le indica al pasajero que lo introduzca nuevamente en el lector. Después de un tiempo de espera, si el dispositivo no se introduce en el lector, la TVM cierra la transacción y se devuelve la cantidad pagada al cliente (se cancela la transacción y este evento se registra en el archivo de actividad de la TVM).

Si el pago se hizo con una tarjeta bancaria, la transacción de pago se cancela a través de la transacción invertida con el centro de servicio financiero, administrado por el POS.

Si la cantidad pagada no se devuelve, se expide un recibo del cambio por el valor del pago.

#### 1.2.3.4. Diagnóstico y Nivel de Servicio

##### Funciones de autodiagnóstico de la TVM

La TVM realiza un autodiagnóstico en todos sus dispositivos internos. La TVM realiza la prueba de autodiagnóstico encendida y en intervalos fijos de tiempo durante las operaciones normales de esta (sondeo del estado del dispositivo). Una selección de advertencias y alarmas detectadas por el procedimiento de autodiagnóstico se reenvía al ordenador de la estación. El ordenador de la estación puede transmitir el estado específico y las condiciones de alerta al sistema central de emisión de boletos para permitirle que monitoree el estado de la TVM y anticipe posibles fallas entrantes.

##### Diagnóstico de errores de comunicación interna

Los errores en la comunicación interna entre módulos generan una alarma. Esta alarma se notifica al sistema central dentro de la información de estado de la TVM.

##### Modo degradado de la TVM

En caso de que se detecte una falla que ocasione falta de disponibilidad operativa de un dispositivo o sub-sistema, la TVM tiene que determinar cuál es el descenso operativo provocado por la falla. Luego, el descenso se notifica al cliente a través de la interfaz estándar de usuario de la TVM y al sistema central de emisión de boletos a través de la función de notificación de alarma.

##### Modo Fuera de servicio de la TVM

Si el descenso operativo evita que la TVM realice cualquier función de venta, la TVM tiene que estar en el modo FUERA DE SERVICIO. El modo FUERA DE SERVICIO se notifica de inmediato al ordenador de la estación a través de una alarma. Cuando la TVM se encuentra en el modo FUERA DE SERVICIO, se muestra una pantalla de información dedicada en el monitor y no se puede realizar ninguna operación, excepto la autenticación del operador de mantenimiento. Cuando la TVM pasa al modo FUERA DE SERVICIO, se cierra el turno actual y el archivo de actividad relacionada se envía al ordenador de la estación. Si la TVM no recibió todos los parámetros de configuración necesarios para la operación desde el ordenador de la estación, pasa al modo FUERA DE SERVICIO, según el mismo procedimiento descrito en el requisito anterior.

##### Recuperación del modo Fuera de servicio

Una TVM en el modo FUERA DE SERVICIO continúa verificando, en tiempos de espera predefinidos, la recuperación de las condiciones operativas correctas. Si se recuperan las

### A.7.6.3 Sistema de Control Pasajeros

004162

condiciones operativas, la TVM vuelve al modo EN SERVICIO y se abre un nuevo archivo de actividad. Cuando se completa la recuperación de la TVM, se cancela la condición de alarma correspondiente en el ordenador de la estación.

#### Ciclo de trabajo de los dispositivos

El número absoluto de ciclos de trabajo de los dispositivos de la TVM también se informa junto con el número de ciclos desde la última operación de mantenimiento, para los componentes donde estos datos están disponibles.

#### Registro de las operaciones de mantenimiento

La aplicación de mantenimiento realiza el registro de las operaciones de mantenimiento. Este registro permite una trazabilidad completa, al nivel de la red de máquinas de venta, del estado de mantenimiento de los dispositivos, y planificar las operaciones de mantenimiento preventivas.

#### 1.2.3.5. Seguridad

##### Seguridad de las operaciones de mantenimiento

Antes de abrir la puerta externa de la TVM, el operador de mantenimiento debe autenticarse, introduciendo su tarjeta de identificación sin contacto en el lector sin contacto de la máquina y escribiendo su PIN en la interfaz de usuario de la TVM. La aplicación de mantenimiento de la TVM verifica la validez de la tarjeta inteligente en comparación con la lista negra y la validez del perfil registrado en la tarjeta inteligente. Para el perfil, la aplicación verifica que sea un perfil de mantenimiento válido, comprueba la fecha de vencimiento y le solicita al operador que ingrese su número de PIN en el teclado de la pantalla táctil. Si no se realiza la autenticación o si no se identificó adecuadamente al operador (tarjeta sin contacto no válida, perfil no habilitado, perfil vencido o PIN incorrecto) y se abre la puerta, se activa una alarma.

En el caso de repetidos intentos de autenticación con una tarjeta inteligente válida y un PIN incorrecto, la TVM invalida la tarjeta inteligente.

Si la operación de autenticación se realiza exitosamente:

- se cierra el turno actual de la TVM;
- se transfieren los datos del turno al ordenador de la estación;
- se activa la aplicación de mantenimiento en la interfaz de usuario de la TVM;
- se desactiva la alarma de la máquina para permitir que el operador abra la puerta externa de la TVM.

Cuando el operador de mantenimiento completa su intervención en la máquina, el operador de mantenimiento sale de la aplicación de mantenimiento al presionar el botón de cierre de sesión en la pantalla táctil. La impresora de recibos de la TVM imprime automáticamente un informe de mantenimiento. El informe contiene todas las tareas realizadas por el operador y el estado contable de la máquina. En el caso de una extracción (cajas fuertes de monedas y billetes sustituidas en la máquina), la impresora de recibos de la TVM imprime un informe de extracción.

Cuando se cierra la puerta externa de la TVM, después de completar las operaciones de mantenimiento, la TVM vuelve automáticamente al modo normal (se reinicia la aplicación de venta y recarga) y se activa la alarma.

##### Seguridad de los datos de transacción almacenados

La TVM tiene un mecanismo que garantiza la seguridad de sus datos funcionales más importantes: Estos datos se escriben en 2 unidades de memoria flash compacta separadas de estado sólido y se transfieren al ordenador de la estación al final de cada turno.

#### Seguridad de las transacciones y continuidad del suministro de energía 004163

La TVM está equipada con un UPS para garantizar la continuidad del suministro de energía eléctrica en caso de que este no esté garantizado por la línea principal de suministro de energía del sitio en donde está instalada la TVM. En el caso de falta de suministro de energía por un período de tiempo mayor que la autonomía del UPS, este envía una señal a la unidad de control de la TVM y activa el apagado controlado del software y apaga la unidad de control. Luego de un apagado ordenado por el UPS, la TVM se reinicia automáticamente cuando vuelve el suministro principal de energía.

#### Administración de la lista negra

La TVM administra una lista negra de tarjetas inteligentes sin contacto. Una lista negra es un conjunto de tarjetas sin contacto que deben ser rechazadas por todos los dispositivos del AFCS. Generalmente, esta situación ocurre cuando el propietario ha informado el robo o la pérdida de la tarjeta, o cuando el operador del sistema ha identificado el uso fraudulento de esta tarjeta. Las reglas detalladas para generar una entrada en la lista negra se definen en el sistema central y el nivel del centro de compensación. La lista también puede contener una tarjeta que pertenezca a otros operadores de transporte. Cuando la TVM lee una tarjeta sin contacto, siempre se verifica comparando con la lista negra de tarjetas inteligentes sin contacto almacenadas en la TVM.

Si la tarjeta está en la lista negra, aparece un mensaje de advertencia en la pantalla de la TVM notificando sobre esta condición, y se rechaza cualquier otra operación con esta tarjeta. Se coloca una bandera de lista negra en la tarjeta a menos que otro aparato de emisión de tarjetas ya la haya colocado.

La lista negra también puede incluir las tarjetas de identificación de operadores administrativos y de mantenimiento, quienes no podrán realizar ninguna operación.

#### *1.2.4. Interfaces de la TVM*

##### Estado operativo de la TVM

La TVM envía, en intervalos regulares de tiempo, notificaciones al sistema central de emisión de boletos sobre su estado operativo. La información sobre el estado operativo comunicada al centro incluye el estado operativo general de la máquina (EN SERVICIO, FUERA DE ORDEN, ANOMALÍA PARCIAL), la lista de alarmas activas en la TVM y en las periferias, los contadores de boletos expedidos y de transacciones realizadas, los turnos de la máquina y los contadores de ciclos en las periferias (necesaria para programar las operaciones de mantenimiento preventivas planificadas).

##### Conexión al ordenador de la estación

La TVM recibe del ordenador de la estación todas las actualizaciones de software y los parámetros que necesita para funcionar. Las actualizaciones se descargan automáticamente y la máquina las carga cuando no está en funcionamiento o en el modo transparente para el usuario.

##### Notificación de anomalías al ordenador de la estación

La TVM notifica sobre cualquier condición anómala y cambia al estado operativo para el ordenador de la estación. Las anomalías incluyen condiciones de alarma, de advertencia, falta de papel para recibos, bajo nivel de almacenamiento de tarjetas inteligentes, tolvas y recicladores de monedas, cajas completas de dinero en efectivo.

##### Intercambios de datos entre la TVM y el ordenador de la estación

Los datos de la transacción recopilados por la TVM se envían regularmente al ordenador de la estación (y luego, se reenvían al sistema central de emisión de boletos).

### A.7.6.3 Sistema de Control Pasajeros

La frecuencia mediante la cual la TVM envía sus datos al ordenador de la estación puede configurarse para adaptarse los requisitos de la empresa de transporte.

La transmisión de datos siempre se realiza al cerrar cada turno de servicio para asegurarse que la TVM haya transmitido el conjunto completo de datos acumulados durante el turno.

#### Intercambios de datos entre la TVM y el Sistema central de emisión de boletos

La siguiente información se envía de la TVM al ordenador de la estación y a través de este al sistema central de emisión de boletos.

- Datos relacionados con la apertura y el cierre de los turnos de servicio.
- Datos relacionados con todas las operaciones para la venta de boletos y la recarga de tarjetas inteligentes realizadas por la TVM (incluye cantidad de dinero recolectado o número de pagos realizados con cada tipo de tarjeta bancaria y las identificaciones de las transacciones).
- Datos relacionados con posibles alarmas o mal funcionamiento de los dispositivos
- Datos relacionados con los ciclos operativos de los dispositivos conectados (datos utilizados para programar el mantenimiento de los dispositivos)
- Datos relacionados con las operaciones administrativas realizadas por los operadores
- Datos relacionados con las operaciones de mantenimiento realizadas por los operadores

Toda la información anterior se encuentra en los archivos con una estructura basada en el registro que registra todas las actividades para la TVM.

#### Estimación de los flujos de datos entre la TVM y el ordenador de la estación

El tráfico esperado de una sola TVM es de aproximadamente:

- Archivos de actividad < 10 MB/día;
- Transacciones con tarjeta de crédito < 1 MB/día;
- Tablas de costos y parámetros de tarifas (según sea necesario) < 1 MB;
- Software de aplicación (actualizaciones según sea necesario) ~50 MB;
- Control de supervisión (si está activado) ~1 MB/h.

#### Datos de configuración del sistema central de emisión de boletos

La TVM recibe la siguiente entrada de parámetros de configuración del ordenador de la estación.

- Datos relacionados con la configuración topológica de la red de transporte
- Datos relacionados con la configuración de las reglas de costos
- Datos relacionados con las listas negras
- Lista de operadores autorizados a acceder a la TVM con sus respectivos perfiles

El sistema central de emisión de boletos genera la información anterior y la distribuye a todos los ordenadores de la estación para que esté disponible en las TVM instaladas en sus estaciones. Cada vez que la TVM comienza un turno nuevo, automáticamente verifica los nuevos datos sobre tarifas y configuración.

La TVM administra una versión de parámetro de costo doble para tratar tanto los costos actuales como los nuevos. Esta solución permite un cambio en las tablas de costos en una fecha y hora predefinida sin la necesidad de que se realice una acción remota o local para activar los costos nuevos.

Durante el cambio de costos, la TVM ingresa al modo FUERA DE SERVICIO solo durante el tiempo que sea necesario para cargar las nuevas tablas de costos en la memoria. Antes de cualquier cambio de costos, la TVM debe completar toda transacción de venta activa en ese

### A.7.6.3 Sistema de Control Pasajeros

004165

momento. La TVM monitorea de fondo la fecha y la hora de activación de cualquiera tabla nueva de costos y la activa automáticamente en la fecha y la hora predefinida.

#### Gestión de actualizaciones de software

La TVM también recibe las versiones de software actualizado del sistema de nivel superior (ordenador de la estación y sistema central de emisión de boletos). La TVM descarga automáticamente las actualizaciones de software al final de cada turno y se instalan automáticamente. En caso de que haya un problema con la nueva actualización de software, la TVM reiniciará el servicio con la versión de software anterior.

#### Datos de control de supervisión generados por la TVM

La TVM presenta al sistema central, en un canal dedicado con un propósito de supervisión técnica y administrativa, los siguientes datos:

- Datos relacionados con el estado operativo (en servicio y fuera de servicio) de la TVM
- Información de alarmas y estados desde la unidad de control de la TVM y los dispositivos conectados.
- Contadores de tarjetas expedidas y recargadas durante el turno actual.
- Datos relacionados con las transacciones financieras realizadas por la TVM (ingreso por ventas, dinero en efectivo almacenado en las bóvedas de la TVM y los recicladores de cambio).

#### Sincronización del reloj de la TVM

La unidad de control de la TVM tiene un reloj interno con suficiente precisión para el control normal de la TVM. Este reloj utiliza el horario de verano. El reloj interno de la TVM se sincroniza con un mecanismo estándar a partir de los protocolos TCP/IP (NTP).

#### Notificación del estado de mantenimiento

Durante las operaciones de mantenimiento, la TVM notifica su condición (TVM en modo de mantenimiento) y el estado de los dispositivos conectados al sistema de supervisión.

#### *1.2.5. Arquitectura del Hardware de la TVM*

En este capítulo se otorga una descripción de la estructura del hardware y de los componentes de la TVM. La TVM se configura con el pago con dinero en efectivo, tarjetas bancarias y T-Purse. También hay disponible una versión sin la opción dinero en efectivo.





Figure 1.2.5-1 – Imágenes de la TVM (solo ilustrativas)

**1.2.5.1. Tamaño (Típico)**

La TVM tiene el siguiente tamaño:

**Ancho:** 900 mm

**Profundidad:** 750 mm

**Altura:** 1950 mm

**Peso (versión sin la opción dinero en efectivo):** 480 kg aproximadamente

**Peso (versión con opción dinero en efectivo pero sin dinero adentro):** 550 kg aproximadamente

**Peso (versión con opción dinero en efectivo con dinero adentro):** 630 kg aproximadamente

**1.2.5.2. Solidez y protección de la estructura**

El dispositivo tiene características de solidez generales para que pueda instalarse en las condiciones ambientales requeridas. Las cajas de recolección (para cambio y boletos) están protegidas por una cubierta móvil transparente Lexan; no se puede alcanzar el mecanismo interno a través de estas aperturas. Todo líquido que se introduzca en estas cajas se impulsa fuera de la máquina (desde la parte inferior) a través de tuberías internas.

Cuando no se utiliza, la apertura para la introducción de monedas está protegida por un cierre; este garantiza que no se introduzca ningún objeto ni ingrese polvo. Los líquidos que puedan filtrarse a través de este cierre se impulsan fuera de la máquina a través de una tubería interna.

La apertura para la introducción de billetes tiene una protección grado IP33.

La apertura para la introducción de la tarjeta sin contacto no está conectada internamente en la máquina.

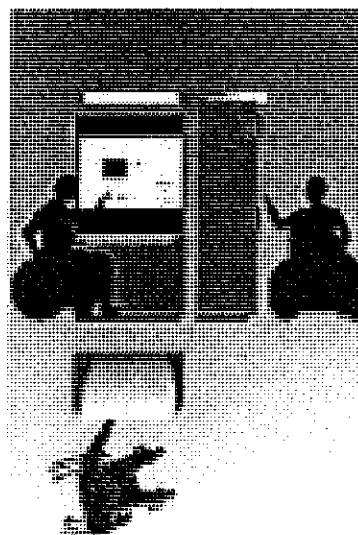
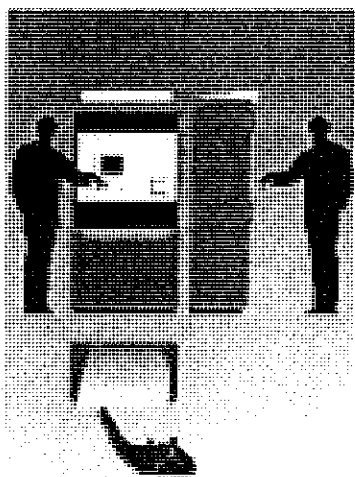
La apertura para la introducción de tarjetas bancarias tiene una protección grado IP34.

**1.2.5.3. Protección del almacenamiento de dinero**

El dispositivo está dividido internamente en dos áreas, una para los componentes que administran el dinero (grupos de monedas y billetes) y otro para los componentes de emisión de boletos y dispositivos auxiliares. El área de dinero está cerrada con dos puertas. Una protege las unidades de billetes y monedas, la otra protege el área de las tolvas. Estas dos puertas tienen cerraduras separadas.

**1.2.5.4. Uso y accesibilidad**

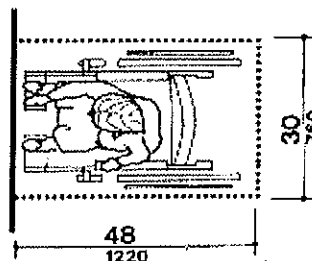
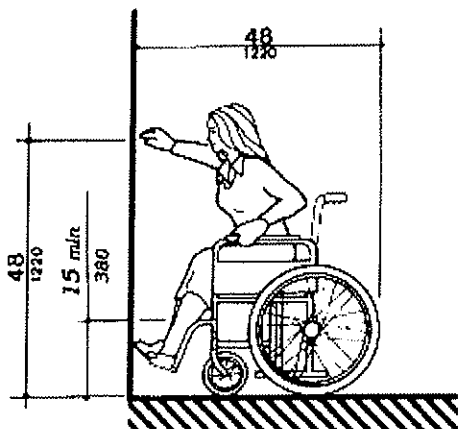
La altura del área operativa del cliente cumple completamente con las especificaciones de ADA (Americans with Disabilities Act – Ley para estadounidenses con discapacidades) para que los usuarios con discapacidades puedan acceder a todas las funciones de la máquina.



En detalle, la especificación de la ADA exige las siguientes medidas:

- Máximo alcance frontal: 1220 mm
- Máximo alcance paralelo: 1370 mm
- Mínimo alcance frontal 380 mm

La TVM cumple con estos requisitos.



### A.7.6.3 Sistema de Control Pasajeros

004168

El equipo debe estar instalado en una posición en la estación que tenga un camino accesible, regulado por este criterio, para permitir que la persona que utiliza una silla de ruedas pueda tener un alcance frontal, paralelo o ambos de la máquina.

#### 1.2.5.5. Personalización disponible

Está disponible la siguiente personalización de la TVM:

- Color del cuerpo de la TVM y puerta externa.
- Contenido del panel superior de la puerta frontal (instrucciones para los pasajeros, logo de la empresa de transporte).
- Etiqueta y/o logos para colocar cerca de la ranura sin contacto
- Etiquetas y/o logos para colocar cerca de la unidad de pago con tarjetas bancarias
- Etiquetas y/o logos para colocar cerca de la ranura para introducir monedas
- Etiquetas y/o logos para colocar cerca de la ranura para introducir billetes

#### 1.2.5.6. Componentes de la TVM

La TVM incluye los siguientes dispositivos principales:

- 1 Unidad de control
- 2 Pantalla de usuario
- 3 Unidad de emisión de tarjetas inteligentes
- 4 Impresora de recibos
- 5 Unidad de tarjetas bancarias
- 6 Unidad de tarjetas sin contacto
- 7 Sistema de alarma
- 8 Sistema ambiental
- 9 UPS
- 10 Grupo de gestión de monedas
- 11 Verificador de billetes

#### 1.2.6. Normas, Compatibilidad Ambiental y Electromagnética

Las normas cumplidas se indican en la sección de descripción de cada dispositivo o en la documentación adjunta. Todo el equipo está protegido de manera tal que se previene que el ambiente circundante donde está instalado lo perjudique. El equipo también está protegido contra las líneas de alto voltaje que pueda haber en las proximidades del lugar.

El equipo no genera ninguna interferencia electromagnética que pueda afectar otros dispositivos en los alrededores, como dispositivos electrónicos utilizados por pasajeros (como marcapasos, teléfonos celulares, etc.), o interferir con el funcionamiento o el uso de otros sistemas integrados ya instalados o que van a instalarse (comunicaciones por radio, sistemas de gestión electrónica de vehículos, vigilancia por video, etc.).

El equipo se diseñó para funcionar en estaciones de metro/trenes según se define en la norma ISO 14387 (Vibración mecánica – Vibraciones terrestres).

#### Parámetro ambiental:

Temperatura de trabajo: -10 °C / +50 °C; 5% - 98% humedad

El equipo puede funcionar a temperaturas más bajas (-20 °C) gracias a un calentador activado automáticamente. Este dispositivo puede prevenir la formación de condensación de agua que puede dañar el papel de los recibos y los mecanismos internos.

#### Otras normas:

- Low Voltage Directive 2006/95/EC
- Machine Directive 2006/42/EC
- EMC Directive 2004/108/EC
- R&TTE Directive 99/5/EC
- EN 55022 Electromagnetic emisión for ITE products
- EN 55024 Electromagnetic immunity for ITE products
- EN 61000-3-2 Current harmonic distortion on power supply
- EN 61000-3-3 Voltage fluctuation and flicker on power supply
- EN 301489-1 EMC requirement for radio equipment
- EN 302291-1 Radio spectrum matter for SRD
- EN 60950-1 Safety of ITE and SRD products
- EN 60529 IP code
- DIN 24792 and ADA Ergonomics
- CEI 64-8. Requirements for electrical installation in buildings

#### **1.2.7. Máquinas de Venta de boletos (TOM)**

La TOM propuesta para el metro de Lima realiza las siguientes funciones:

- 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
- Contabilidad e informes
- Recopilación de datos y transmisión al controlador de la estación

La TOM acepta pagos con dinero en efectivo. Opcionalmente, la TOM puede equiparse con un POS externo para aceptar pagos con tarjetas de crédito/débito.

La TOM se conecta a la red de área local de la estación para comunicarse con el controlador de la estación y con la impresora láser utilizada para la impresión de informes.

La TOM incluye, pero no está limitada a, los siguientes componentes:

- Ordenador de la TOM
- Unidad sin contacto
- Pantalla de usuario (La TOM con una ventana en el área pagada tiene dos pantallas de usuario).
- Impresora de boletos de papel
- Impresora de recibos (la misma impresora utilizada para los boletos de papel puede utilizarse para los recibos, según el tipo de papel utilizado para los boletos)
- Impresora de boletos de papel inteligentes sin contacto y codificador

El dispositivo opcional para pago con tarjetas de crédito/débito no forma parte del equipo estándar de la TOM ya que generalmente, lo suministra el banco que gestiona los pagos.

#### 1.2.8. Sistemas de Personalización de Tarjetas (CPS)

El Sistema de personalización de tarjetas (CPS) realiza la mayoría de las funciones relacionadas con la gestión de tarjetas inteligentes de la TOM:

- Carga y recarga de contratos,
- Reembolso de contrato,
- Recarga de crédito
- Búsqueda de tarjetas,
- Lista negra de tarjetas
- Regularización de incompatibilidad bits de entrada/salida

Además, el CPS realiza un conjunto de funciones relacionadas con la emisión de una nueva tarjeta inteligente personalizada y con la remisión de una tarjeta inteligente.

El CPS permite la creación de una tarjeta inteligente personalizada comenzando desde una tarjeta virgen. El proceso de personalización de tarjetas inteligentes comienza con el ingreso de los datos del titular. Una vez que los datos se registran en el sistema, se puede personalizar la tarjeta para el titular. Se coloca una nueva tarjeta en la unidad sin contacto para la personalización electrónica y luego en la impresora de tarjetas para la personalización gráfica. La disposición de la tarjeta, en cuanto a la información escrita en su superficie, la foto y otros elementos gráficos, como logos, se decidirán durante el proyecto.

La TOM incluye, pero no está limitada a, los siguientes componentes:

- Ordenador del CPS
- Unidad sin contacto
- Pantalla de usuario
- Impresora de recibos
- Impresora de personalización electrónica y gráfica de tarjetas inteligentes
- Escáner de imágenes (si las tarjetas inteligentes se personalizan con la foto del propietario)
- Cámara Web (si las tarjetas inteligentes se personalizan con la foto del propietario)

#### 1.2.9. Decodificador Portátil de Boletos (PTD)

El decodificador portátil de boletos permite que el personal de control en los vehículos (trenes, metro, autobuses) realice un control automático de la validez del documento de viaje y, en caso de que el documento no sea válido, expida una multa.

El PTD tiene dos modos de funcionamiento:

- Modo autónomo
- Modo conectado

El modo autónomo es el servicio que realiza el dispositivo durante las operaciones del personal de control en los trenes.

El PTD funciona en modo conectado cuando el dispositivo está en el bastidor conectado al ordenador "principal", conectado a la red del sistema.

La comunicación entre el dispositivo y el ordenador principal utiliza la conexión USB; cuando el dispositivo se encuentra sobre el bastidor, se recarga la batería.

La conexión se establece después de una identificación mutua entre el dispositivo y el ordenador principal.

#### Funciones principales del modo Autónomo:

- Funciones operativas
- Gestión de turnos
- Funciones de la verificación sin contacto del documento

### A.7.6.3 Sistema de Control Pasajeros

- Administración de la lista negra

#### Funciones principales del modo Autónomo

- Descarga de datos al y desde el ordenador principal

#### 1.2.10. Servidor de la Estación

El servidor de la estación es un sub-sistema dedicado a la gestión de un conjunto de funciones al nivel de la estación.

Las funciones principales del servidor de la estación son:

- Transferencia de datos entre los dispositivos del AFC de la estación, los sistemas centrales del AFC y los sistemas externos de la estación
- Recopilación de datos, consolidación e informes a nivel de la estación
- Dispositivos del AFC que supervisan a nivel de la estación
- El sub-sistema del servidor de la estación, desde el punto de vista del hardware, está compuesto de:
  - Un ordenador industrial, con un solo motor de base de datos y un conjunto de aplicaciones dedicadas a la gestión de las interfaces con otras entidades y la consolidación y la presentación de datos.
  - Un ordenador industrial dedicada a los dispositivos del AFC de la estación que supervisan la HMI. Se encuentra en la sala donde se encuentra el operador encargado de administrar la estación, en cuanto a la definición del estado y la dirección de las puertas.
  - Un ordenador de oficina dedicado a la administración contable de la estación. Se encuentra en la máquina de venta de boletos y lo utiliza el responsable de la contabilidad de la estación para generar los informes al final de los turnos.

Para suministrar conexión entre el ordenador de la estación y todo el equipo del AFC instalado en la estación (puertas automáticas, TVM, TIM, POST...), cada estación estará equipada con una red de área local (LAN).

Todos los datos, relacionados con el servicio, generados por los dispositivos de la estación se transmiten desde cada dispositivo al servidor de la estación al final de cada turno.

Los datos se organizan en archivos, los cuales se transfieren al servidor de la estación, mediante la tecnología de servicio Web.

El servidor de la estación recopila todos los archivos y almacena su contenido en su base de datos local. Luego, los archivos se reenvían al sistema central.

Todos los datos de configuración se generan a nivel del sistema central y se transmiten a los servidores de la estación como archivos, mediante la tecnología de servicio Web.

Los servidores de la estación reciben estos archivos, almacenan el contenido en su base de datos y notifican sobre su disponibilidad a los dispositivos periféricos.

Los dispositivos periféricos, de acuerdo con las reglas configuradas, pueden continuar con la descarga de los archivos al momento de la notificación o al final de su turno. Esto es para que los datos de cada turno sean coherentes con una sola configuración. Un proceso dedicado agrega estos datos y los prepara para el informe requerido. Una interfaz Web, que se activa desde el ordenador del gerente de cuentas o desde cualquier otro ordenador conectado a la red LAN, permite la visualización de la contabilidad y de los informes de actividad. El gerente de cuentas puede seleccionar los reportes y el valor de los parámetros utilizados para extraer y presentar estos datos.

#### 1.2.11. Servidor de Gestión Principal

El Servidor de gestión principal, ubicado en el Centro de control integrado o en el Edificio de administración, debe comunicarse con cada Servidor de la estación a través de la red troncal

### A.7.6.3 Sistema de Control Pasajeros



004172

de comunicaciones en tiempo real. El Servidor central se conecta a otras aplicaciones y servicios y los datos exportados se almacenan en archivos XML para facilitar la integración con esos sistemas. Estos archivos de datos exportados están protegidos y se envían a través de una ruta segura (SFTP, túnel SSL).

La red del AFC conectará al Servidor central con el equipo del AFC como POST, TIM / TVM, máquina de venta de boletos, puertas automáticas (a través del ordenador de la estación) y otros.

El servidor de gestión monitorea y controla todo el equipo del AFC y en caso de falla, genera alarmas. Se evalúa el estado de cada dispositivo y en caso de que esté fuera de servicio, el operador puede enviar un correo electrónico o un mensaje de texto al soporte de mantenimiento.

En caso de falla, el servicio cambiará automática y claramente al modo en espera sin interrumpir el servicio para el usuario final.

En caso de falla en el Servidor central o en la red de transmisión de datos, cada servidor de estación funcionará de forma independiente y registrará los datos de transacciones y alarmas durante un período específico. Todos los datos almacenados deben transmitirse al servidor central una vez que el sistema funcione por completo. El servidor central recopila todas las estadísticas de tráfico y un informe muestra aquellas que tienen una forma gráfica apropiada. El hardware del servidor de gestión garantiza escalabilidad, redundancia y rendimiento. Esta configuración, con el hardware redundante funcionando en modo clúster (con detección automática de fallas, el fallo ocurre de forma inmediata, transparente y sin interrumpir el servicio), permite que el servidor funcione continuamente, las 24 horas, los 7 días de la semana. También está disponible el cambio manual ante fallos.



**[4541]**



**A.7.6.4.**




004173

<b>A.7.6.4</b>	<b>A) DISEÑO DE INGENIERÍA</b>
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"

## A.7.6.4 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL 

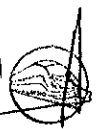
Índice

<b>Índice</b> .....	<b>2</b>
<b>1. SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES</b> .....	<b>1</b>
1.1. <i>Introducción</i> .....	1
1.1.1. <i>Códigos y normas</i> .....	1
1.1.2. <i>Términos y acrónimos</i> .....	2
<b>2. SUBSISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA</b> .....	<b>5</b>
2.1. <i>Funcionalidades del sistema de CCTV</i> .....	5
2.2. <i>Arquitectura del Sistema de CCTV</i> .....	6
2.2.1. <i>Sistema de CCTV del PCO</i> .....	9
2.2.1.1. <i>Servidor del CCTV</i> .....	9
2.2.1.2. <i>Estaciones de Trabajo del Operador del PCO</i> .....	9
2.2.1.3. <i>Estación de trabajo del CCTV con DMT</i> .....	9
2.2.1.4. <i>Pantallas de Vídeo</i> .....	9
2.2.2. <i>Sistema de CCTV de la estación y el patio/taller</i> .....	10
2.2.2.1. <i>Cámaras IP</i> .....	10
2.2.2.2. <i>Sistema de Grabación de Vídeo</i> .....	11
2.2.2.3. <i>Estación de trabajo del operador del CCTV</i> .....	12
2.2.2.4. <i>Sistema de Análisis de Vídeo Inteligente</i> .....	12
2.2.3. <i>Sistema de CCTV de la línea</i> .....	12
2.2.4. <i>Sistema de CCTV a bordo del tren</i> .....	13
2.3. <i>Prestaciones del sistema de CCTV</i> .....	13
2.3.1. <i>Disponibilidad</i> .....	13
2.3.2. <i>Capacidad de supervivencia</i> .....	14
2.3.3. <i>Capacidad de ampliación</i> .....	14
2.3.4. <i>Interfaz</i> .....	14
2.3.5. <i>Sincronización de hora</i> .....	14
2.3.6. <i>Alarmas</i> .....	15
2.4. <i>Criterios del posicionamiento de las cámaras</i> .....	15
2.4.1. <i>Estaciones</i> .....	16
2.4.2. <i>Patio/Taller</i> .....	26
2.4.3. <i>Cámaras de línea</i> .....	30
2.4.4. <i>Cámaras de a bordo del tren</i> .....	37
<b>3. SUBSISTEMA DE TELEFONÍA AUTOMÁTICA DE SERVICIO</b> .....	<b>38</b>
3.1. <i>Descripción general del servicio automático del sub-sistema de telefonía</i> .....	38
3.2. <i>Arquitectura del sistema telefónico OPERACIONAL</i> .....	38
3.2.1. <i>Servicio automático del sub-sistema de telefonía En el OCC</i> .....	39
3.2.1.1. <i>Servidor telefónico</i> .....	39
3.2.1.2. <i>Teléfonos</i> .....	39
3.2.1.3. <i>Consola auxiliar</i> .....	40
3.2.1.4. <i>Sistema grabador de audio</i> .....	40
3.2.1.5. <i>Consola de administración del sistema</i> .....	40
3.2.2. <i>Sistema telefónico operacional en ubicaciones periféricas</i> .....	41

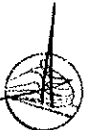


3.2.2.1. Teléfonos.....	41
3.3. Funcionalidades del sistema telefónico OPERACIONAL.....	41
3.3.1. Funciones básicas.....	41
3.3.1.1. Servidor telefónico.....	41
3.3.1.2. Teléfonos.....	42
3.4. Rendimiento del SISTEMA TELEFÓNICO OPERACIONAL.....	43
3.4.1. Prestaciones básicas.....	43
3.4.1.1. Redundancia.....	43
1. Subsistema de Telefonía de Emergencia y de Interfonía.....	43
Arquitectura del sistema telefónico de EMERGENCIA.....	43
4. Sistema Telefónico de Emergencia en el OCC.....	44
4.1. Unidad de Control Central.....	44
<i>El dispositivo se basa en un servidor aplicativo, con software pre-configurado.....</i>	44
<i>La Unidad de Control está ubicada en la sala técnica del OCC, tanto para la línea 2 y línea 4.....</i>	44
4.2. Consola ETS.....	45
4.3. Sistema Grabador de Audio.....	45
5. Sistema Telefónico de Emergencia en la Estación.....	45
5.1. Unidad de Control de la Estación.....	45
<i>La unidad de la estación está ubicada en la sala técnica de la estación.....</i>	45
5.2. Consola ETS ODES.....	45
5.3. Teléfono ETS DMT.....	45
<i>Normalmente se proporciona un teléfono por cada línea para poder identificarlo.....</i>	46
6. Sistema de la Línea Telefónica de Emergencia.....	47
6.1. Teléfonos de la Línea de Emergencia.....	47
6.2. Funcionalidades del sistema telefónico de EMERGENCIA.....	48
6.2.1. Funciones Básicas.....	48
6.2.2. Sistema de Gestión de Red.....	48
6.3. PRESTACIONES del sistema TELEFÓNICO DE EMERGENCIA.....	48
6.3.1. Prestaciones Básicas.....	48
6.3.1.1. Redundancia.....	48
6.3.1.2. descripción general del sistema de Interfonía.....	48
<i>arquitectura del punto de llamada de emergencia.....</i>	49
<i>Punto de llamada de emergencia en PCO-N.....</i>	50
1.1.1. Servidor de ECP.....	50
1.1.2. Consola ECP DMT.....	50
1.1.3. Sistema de grabación de audio.....	51
<i>Punto de llamada de emergencia en ubicaciones periféricas.....</i>	51
1.1.4. Punto de llamada de emergencia (ECP).....	51
<i>Ejemplo de punto de llamada de emergencia.....</i>	51
<i>FUNCIONES DEL Punto de llamada de emergencia.....</i>	51
<i>Principales características.....</i>	51
1.1.5. Comunicaciones con los operadores del OCC.....	51
1.1.6. Comunicaciones con los operadores de ODES/taller.....	52

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA  
 REPRESENTANTE LEGAL



	004176
1.2. Rendimientos .....	53
<b>RENDIMIENTOS BÁSICOS .....</b>	<b>53</b>
1.2.1. Redundancia.....	53
2. Subsistema de Difusión Sonora.....	53
2.1. Funcionalidades del sistema.....	53
La arquitectura general del sistema se muestra en el siguiente dibujo. ....	55
Figura 1 - Arquitectura del sistema .....	56
6.3.2. Equipo OCC.....	57
6.3.3. Bastidor .....	57
6.3.4. Equipo de la estación y depósito.....	57
Un sonido es generado por el sistema antes de cada mensaje. ....	58
6.3.5. Consolas de la estación/depósito.....	58
Las consolas permiten transmitir mensajes en vivo en las zonas seleccionadas. ....	58
6.3.6. Amplificadores .....	58
6.3.7. Bastidores .....	58
6.3.8. Altavoces.....	60
Altavoces de techo.....	60
Altavoces proyectores .....	60
Altavoces montados a la pared .....	60
Los altavoces para la sala de equipos tienen una caja de montaje para montaje en superficie. ....	60
Altavoces con megáfono .....	60
6.4. Equipos de a bordo .....	60
Códec .....	60
Amplificadores.....	61
Altavoces de techo.....	61
6.5. Rendimiento del sistema .....	61
6.5.1. Redundancia .....	61
6.5.2. OCC.....	61
6.5.3. Estación.....	61
6.5.4. Sistema a bordo .....	61
6.6. Alarmas .....	62
6.6.1. Capacidad de ampliación .....	62
7. Subsistema de Paneles de Indicación (SPI).....	62
El sistema PIS es configurable y controlado centralmente a través de la red. ....	64
1.1. Consola PID .....	64
1.1.1. Nivel de la calle.....	65
1.1.1.1. Pantalla a nivel de la calle .....	65
1.1.2. Nivel de explanada .....	65
1.1.2.1. Pantalla a nivel de la calle .....	65
1.1.3. Nivel de plataforma.....	65
1.1.3.1. Pantalla de vía .....	65
1.1.4. Sala técnica.....	66
1.1.4.1. Bastidor de la estación .....	66

  
 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALEJANDRO JUAN BASABE CORTIJA  
 REPRESENTANTE LEGAL

**A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones**

	004177	
1.1.5. PID integrado.....		66
1.1.6. Centro de Control.....		66
<i>Para la redundancia, se suministrará lo mismo por arriba del equipo en un bastidor más.....</i>		<i>66</i>
1.1.6.1. Bastidor central .....		66
1.1.6.2. Estación de trabajo DMT.....		66

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL




**A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones**
**1. SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES**

004178

**1.1. INTRODUCCIÓN**
**1.1.1. Códigos y normas**

El sistema cumple con las siguientes normas:

CÓDIGO	TÍTULO
EN 50126	Railway applications - The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)
EN 50122-1	Railway applications. Fixed Installations. Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing.
EN 60950	Safety of information technology equipment
EN 50128	Railway applications - Communication, signalling and processing system - Software for railway control and protection systems
EN 50261	Railway applications. Mounting of electronic equipment
EN 60268-16	Sound system equipment - Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index
EN 62262	Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts
EN 60529	Specification for degrees of protection provided by enclosures (IP code)
EN 50155	Railway applications - Electronic equipment used on rolling stock
EN 50153	Railway applications - Rolling stock - Protective provisions relating to electrical hazards
UNI CEI 11170-1-2-3	Guidelines for fire protection of railway, tramway and guided path vehicles
UNI 7508	Metropolitan railways - Platforms of stations
NFPA 70B	Recommended Practice for Electrical Equipment Maintenance
EIA RS-160-51	Sound Systems
EIA RS-310-D	Cabinets, Racks, Panels, and Associated Equipment
EIA RS-359	Standard Colors for Color Identification and Coding
EN55022	Information technology equipment - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement
EN55024	Information technology equipment - Immunity characteristics - Limits and methods of measurement
EN61000 3-2	Limits for harmonic current emissions (equipment input current up to and including 16A per phase).
EN61000 3-3	Electromagnetic compatibility (EMC) –Part 3-3: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current $\leq 16$ A per phase and not subject to conditional connection
ETSI - TBR3	Integrated Services Digital Network (ISDN); Attachment requirements for terminal equipment to connect to an ISDN using ISDN basic access
ETSI - TBR4	Integrated Services Digital Network (ISDN); Attachment requirements for terminal equipment to connect to an ISDN using ISDN primary rate access
ETSI - TBR33	Integrated Services Digital Network (ISDN); Attachment requirements for packet mode terminal equipment to connect to an ISDN using ISDN basic access

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALONSO DAN BASABE GARCIA  
 ASISTENTE LEGAL



ETSI - TBR34	Integrated Services Digital Network (ISDN); Attachment requirements for packet mode terminal equipment to connect to an ISDN using ISDN primary rate access
ETSI - TBR21	Terminal Equipment (TE); Attachment requirements for pan-European approval for connection to the analogue Public Switched Telephone Networks (PSTNs) of telephony service) in which network addressing, if provided, is TE (excluding TE supporting the voice by means of Dual Tone Multi Frequency (DTMF) signaling
ETSI - EG201 121	A guide to the application of TBR 21
Qsig standards ECMA-143	ECMA-143 - Private Integrated Services Network (PISN) - Circuit Mode Bearer Services - Inter-Exchange Signalling Procedures and Protocol (QSIG-BC), Basic Call, International and European Versions: ISO/IEC 11572, ETSI EN 300 172
Qsig standards ECMA-165	ECMA-165 - Private Integrated Services Network (PISN) - Generic Functional Protocol for the Support of Supplementary Services - Inter-Exchange Signalling Procedures and Protocol (QSIG-GF), International and European Versions: ISO/IEC 11582, ETSI ETS 300 239
Qsig standards ECMA-164	ECMA-164 - Private Integrated Services Network (PISN) - Inter-Exchange Signalling Protocol - Name Identification Supplementary Services (QSIG-NA), International and European Versions: ISO/IEC 13868, ETSI ETS 300 238
Qsig standards ECMA-174	ECMA-174 - Private Integrated Services Network (PISN) - Inter-Exchange Signalling Protocol - Call Diversion Supplementary Services (QSIG-CF), International and European Versions: ISO/IEC 13873, ETSI ETS 300 257
Qsig standards ECMA-178	ECMA-178 - Private Integrated Services Network (PISN) - Inter-Exchange Signalling Protocol - Call Transfer Supplementary Service (QSIG-CT), International and European Versions: ISO/IEC 13869, ETSI ETS 300 261
ITU-T recommandation H323	SERIES H: AUDIOVISUAL AND MULTIMEDIA SYSTEMS Infrastructure of audiovisual services – Systems and terminal equipment for audiovisual services. Packet-based multimedia communications systems
RTP (RFC 3550)	RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications
RTCP (RFC 3605)	Real Time Control Protocol (RTCP) attribute in Session Description Protocol (SDP)
SIP Standard (RFC 3261)	SIP: Session Initiation Protocol
G711	Pulse code modulation (PCM) of voice frequencies
G729a	Coding of speech at 8 kbit/s using conjugate-structure algebraic-code-excited linear prediction (CS-ACELP)
IEEE 802.3af	Power over Ethernet

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASADE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL





### 1.1.2. Términos y acrónimos

AAA	Autenticación, autorización y registro contable
AB	Caja de acceso
AN	Red de acceso

#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

004180

AP	Punto de acceso
ACS	Sistema control de acceso
ASTS	Ansaldo STS
ATC	Control automático de trenes
ATS	Supervisión automática del tren
BCA	Batería central automática
BN	Red troncal
CBTC	Control del tren basado en la comunicación
CCTV	Circuito cerrado de televisión
CC	Centro de control
CD	Diseño conceptual
CN	Red principal
CU	Unidad de control
CW	Obras civiles
DAR	Grabadora de audio digital
DAS	
DCS	Sistema de comunicación de datos
DD	detallado
DLT	Línea de teléfono digital
DMT	Terminal para modo degradado
DTMF	Sistema de marcación por tonos
DWH	Almacén de datos
ECC	Centro de control de emergencia
ECP	Punto de llamada de emergencia
ECR	Sala de control de emergencia
EI	Instalación de ingeniería
EMC	Capacidad electromagnética
EMI	Interferencia electromagnética
ETS	Sistema telefónico de emergencia
ETSI	Instituto europeo de normas de telecomunicaciones
FAT	Prueba de aceptación en fábrica
FIT	Prueba de integración en fábrica
FLDC	Recopilador de datos de la flota
FO	Fibra óptica
GEN	General/Sistema general
GUI	Interfaz gráfica de usuario
GTS	Sistema de tiempo global
HMI	Interfaz hombre máquina
HW	Hardware
ICCS	Sistema integrado de control de comunicaciones
IDS	Sistema de detección de intrusión
IEC	Comisión electrotécnica internacional



  
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL 



#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

004181

IEEE	Instituto de Ingenieros eléctricos y electrónicos
IP	Protocolo de Internet
ISDN	Red digital de servicios integrados
ISO	Organización internacional de normalización
LAN	Red de área local
LED	Diodo emisor de luz
IWS	Estación de trabajo integrada
KVM	Interruptor KVM (teclado, video y ratón)
MCS	Sistema de reloj maestro
MCR	Sala principal de control
MMI	Interfaz hombre máquina
MSN	Red de servicios múltiples
MTBF	Tiempo medio entre fallas
MTTR	Tiempo medio de reparación
OBS	Sistema integrado
OCC	Centro de control de operaciones
OS	Sistema operativo
PA	Anuncios públicos
PAS	Sistema de anuncios públicos
PD	Diseño preliminar
PDU	Unidad de distribución de energía
PDS	Sistema de distribución de energía
PID	Pantalla de información para pasajeros
PIDS	Sistema de pantallas con información para pasajeros
PIS	Sistema de información para pasajeros
POE	Alimentación a través de Ethernet
PSD	(Sistema) de puerta de andén
PS&IS	Seguridad del pasajero y sistema de información
PSIS	Seguridad del pasajero y sistema de información
PSU	Unidad de suministro de energía
PSTN	Red telefónica conmutada
PTT	Presione para hablar
PTZ	Cámara PTZ (panorama, inclinación y zoom)
PV	Vehículo de pasajeros
PW	Vía permanente
RADIO	Sistema de radio
RCS	Sistema de comunicación por radio
RTCP	Protocolo de control del transporte en tiempo real

  
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL 



#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

004182

RTM	Matriz de trazabilidad de requisitos
RTP	Protocolo de transporte en tiempo real
SAT	Prueba de aceptación en el lugar
SCADA	Control de seguridad y adquisición de datos
SIP	Protocolo de inicio de sesión
SIT	Prueba de integración en el lugar
SMS	Sistema de gestión de seguridad
SYNC	Sistema de sincronización
SW	Software
TCP/IP	Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet
TCS	Sistema de control de telecomunicaciones
TEL	Sistema telefónico
TETRA	Sistema de radio TETRA
TLC	Telecomunicación
TPDS	Sistema de distribución de energía para telecomunicaciones
TRN	Red de radio en trenes
TRS	Sistema de transmisión
UI	Interfaz de usuario
UPS	Sistema de alimentación ininterrumpida
VOIP	Voz sobre IP
VPI	Información visual de pasajeros
WN	Red de arcén

## 2. SUBSISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA

### 2.1. 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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASADE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL



#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

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 vídeo. 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.

#### 2.2. 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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL




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).

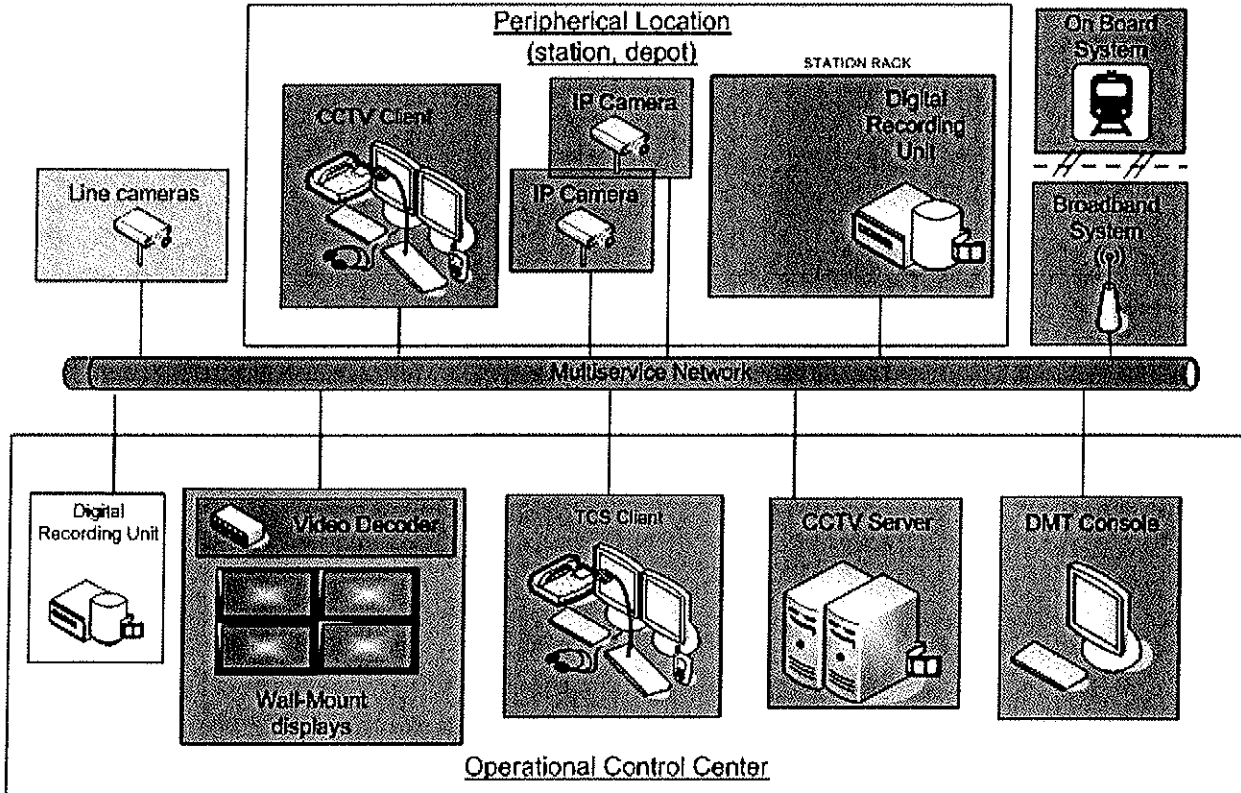
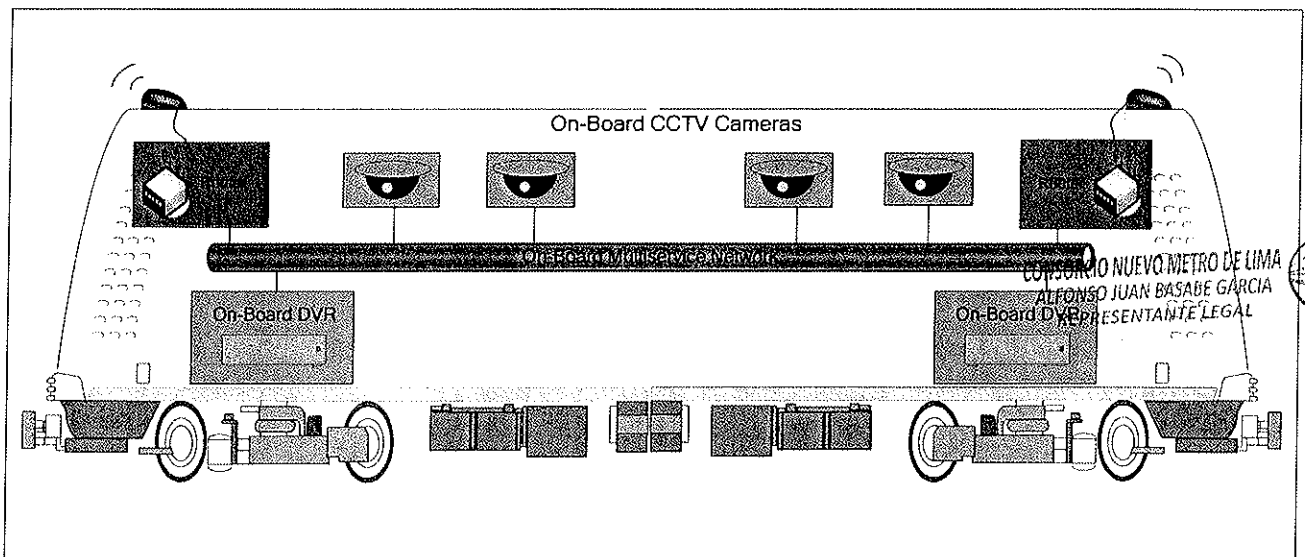


Figura 1 – Arquitectura típica del sistema de CCTV (PCO/Estación)



**A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones**

**Figura 2 – Arquitectura del sistema de CCTV (a bordo del tren)**

004185

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

##### 2.2.1. Sistema de CCTV del PCO

###### 2.2.1.1. 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.

###### 2.2.1.2. 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.

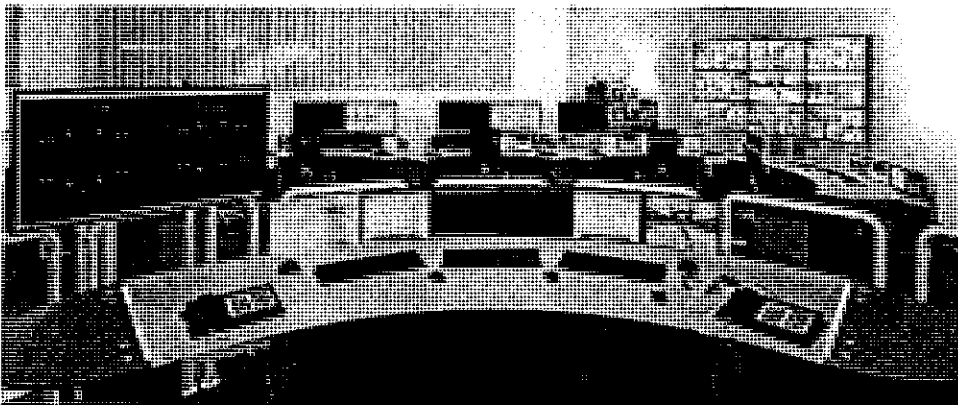


Figura 3 - Sistema de Control de las Telecomunicaciones (sólo a modo de referencia)

###### 2.2.1.3. 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.

###### 2.2.1.4. 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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL





#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

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):

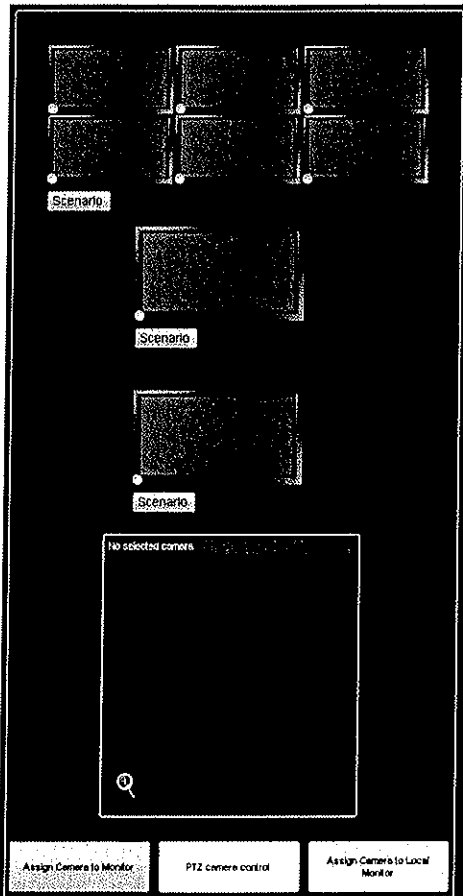


Figura 4 – Gestión de las pantallas de vídeo del CCTV desde el cliente del TCS

### 2.2.2. Sistema de CCTV de la estación y el patio/taller

#### 2.2.2.1. 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 NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL





#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

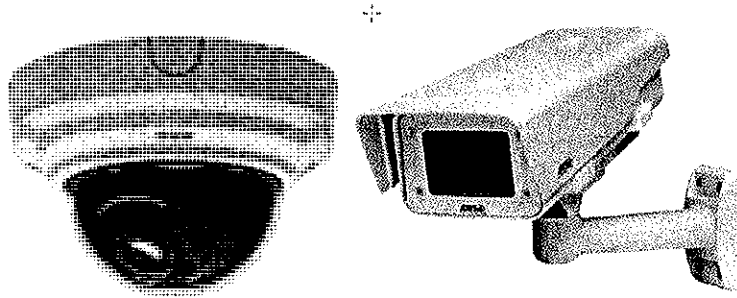


Figure 5 – Cámaras fijas de CCTV típicas (Tipo domo y estándar)

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;
- 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.

#### 2.2.2.2. 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;

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL







#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

- Ajuste de la tasa de frecuencia y calidad del vídeo;
- Búsqueda por parámetros: hora, fecha y cámara;
- Grabación y reproducción simultáneas.

##### 2.2.2.3. 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.

##### 2.2.2.4. Sistema de Análisis de Vídeo 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, 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.

##### 2.2.3. 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.

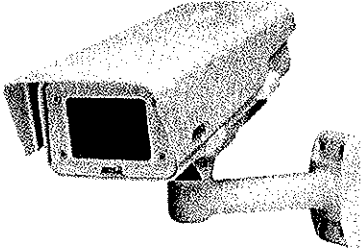
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL





#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

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. 004190

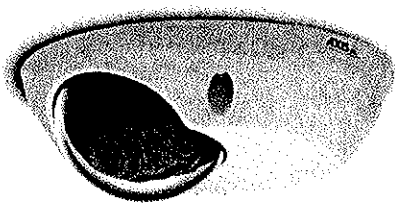


**Figura 6 – Típica cámara fija de vía**

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.

#### 2.2.4. 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 vídeo.



**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.

### 2.3. Prestaciones del sistema de CCTV

#### 2.3.1. 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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL





#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

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.

#### 2.3.2. 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.

#### 2.3.3. 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 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.

#### 2.3.4. 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.

#### 2.3.5. 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:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASARE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL







#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

004193

##### 2.4.1. 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**).

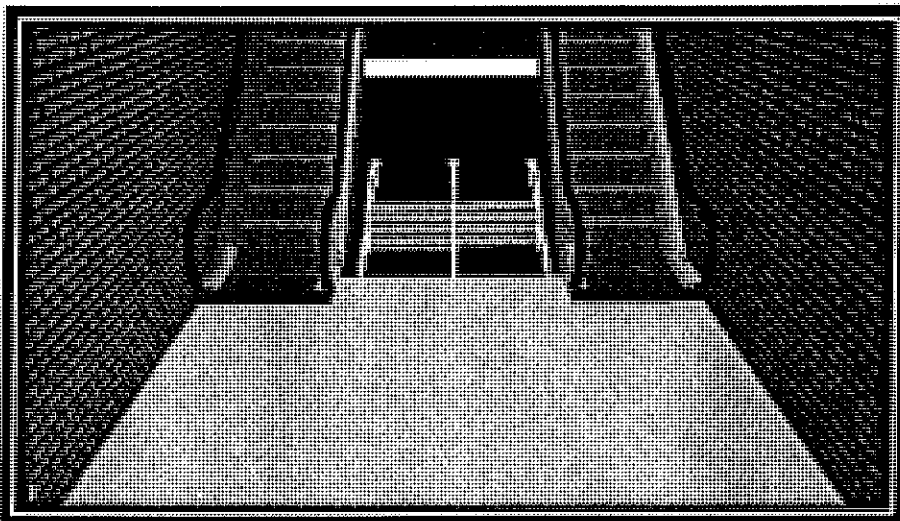
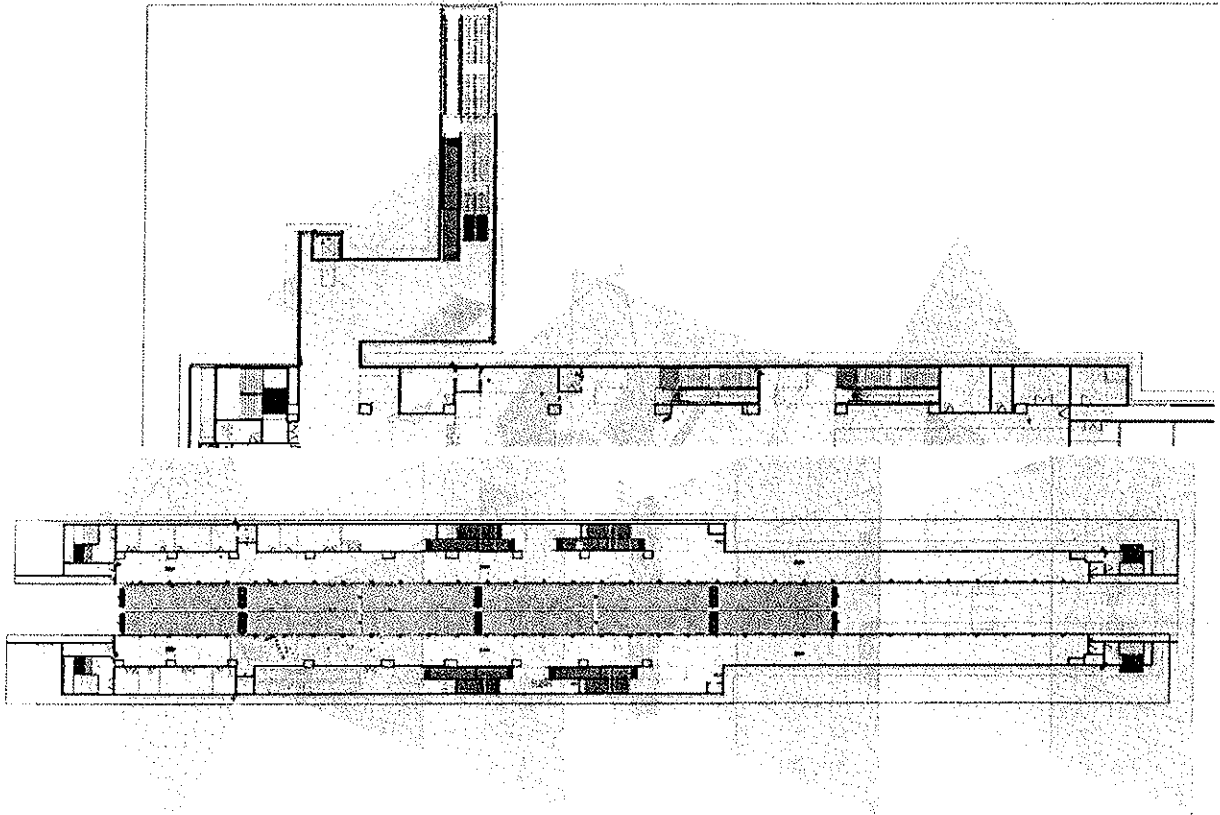
Las siguientes áreas han sido diseñadas para una cobertura del 100%: ascensores, escaleras mecánicas, áreas del supervisor de la estación, áreas de venta de boletos y áreas de salida (molinetes).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASARE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



Figura 1 – Vista Típica de la Entrada de la Estación 1



004195

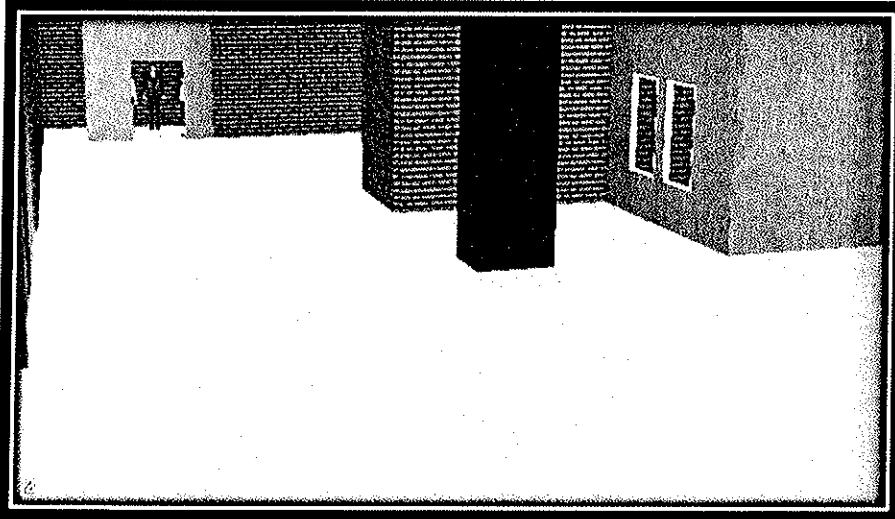


Figura 2 – Vista Típica de la Puerta del Ascensor 1 de la Estación

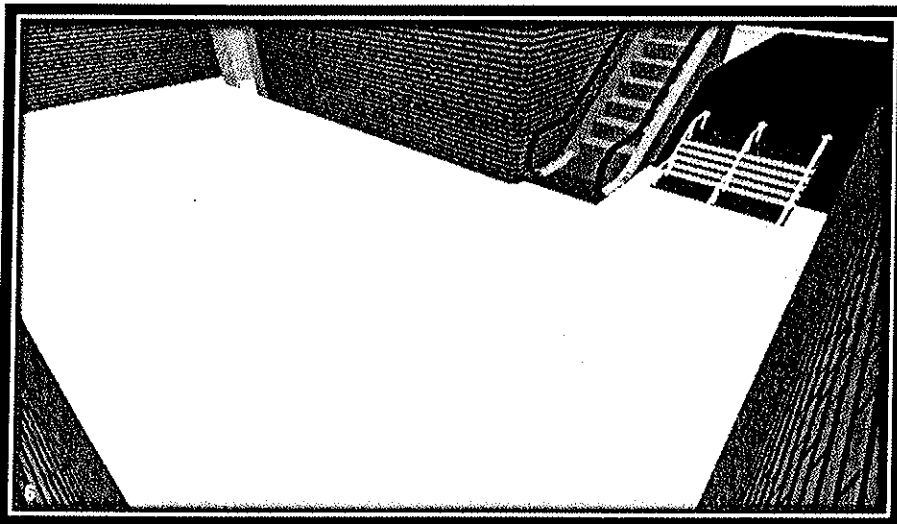


Figura 3 – Vista Típica de la Entrada 2 y la Puerta del Ascensor 2 de la Estación

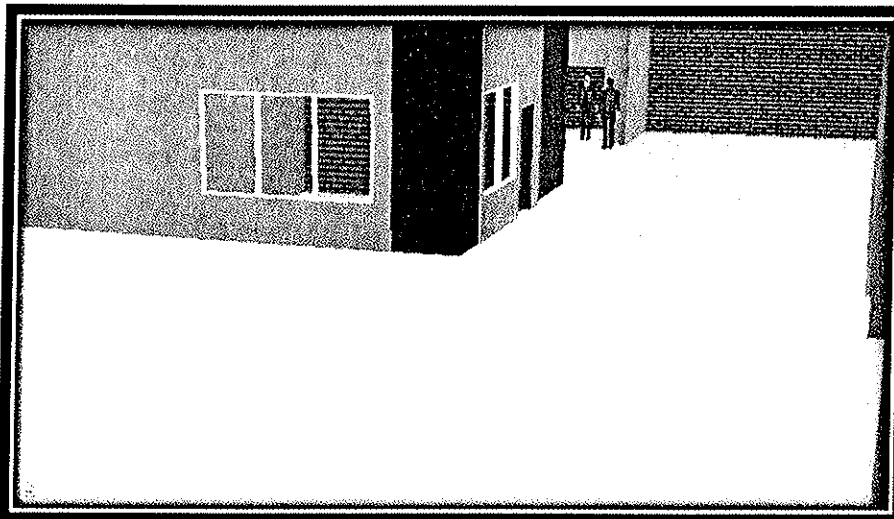


Figura 4 – Vista Típica del Área del Supervisor de la Estación

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





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.

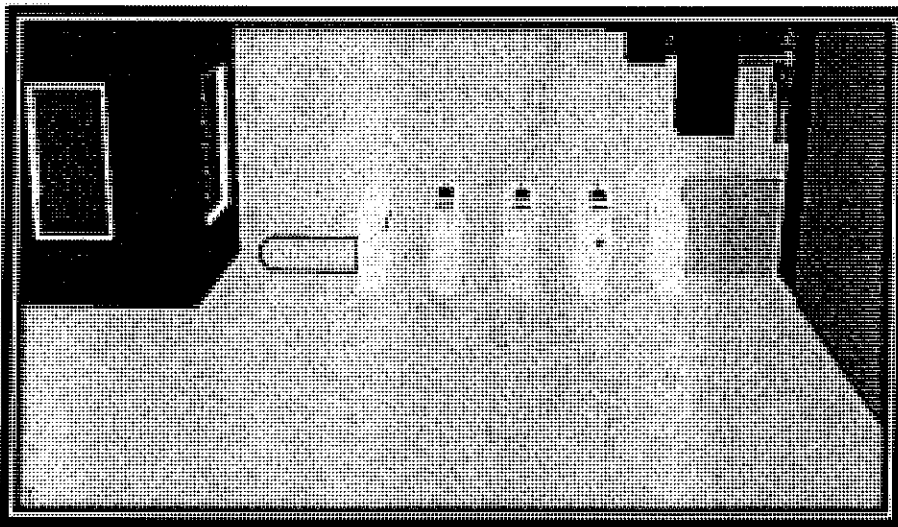
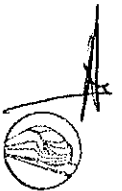
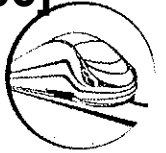


Figura 6 – Vista Típica del Área de Molinetes de la Estación 2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASAÑE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL







A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

004197

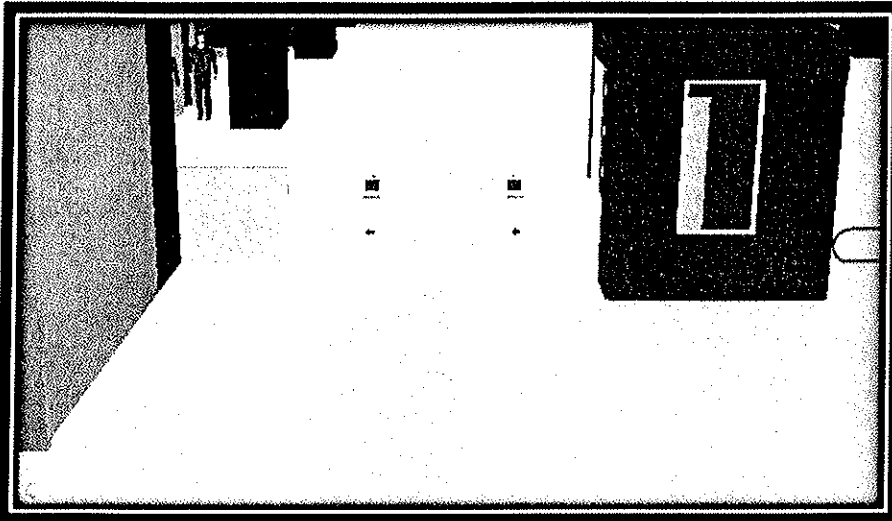


Figura 7 – Vista Típica del Área de Molinetes de la Estación 2

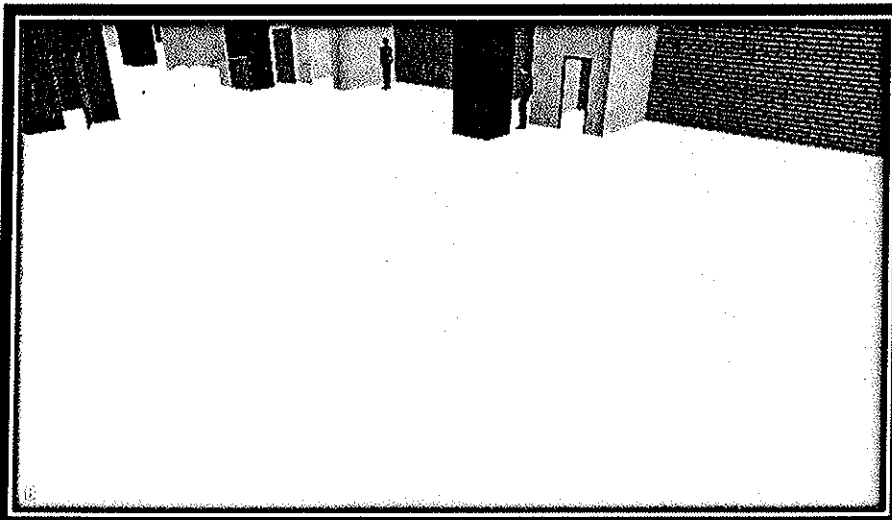


Figura 8 – Vista Típica del Elevador 1 de la Plataforma y los Molinetes de la Estación

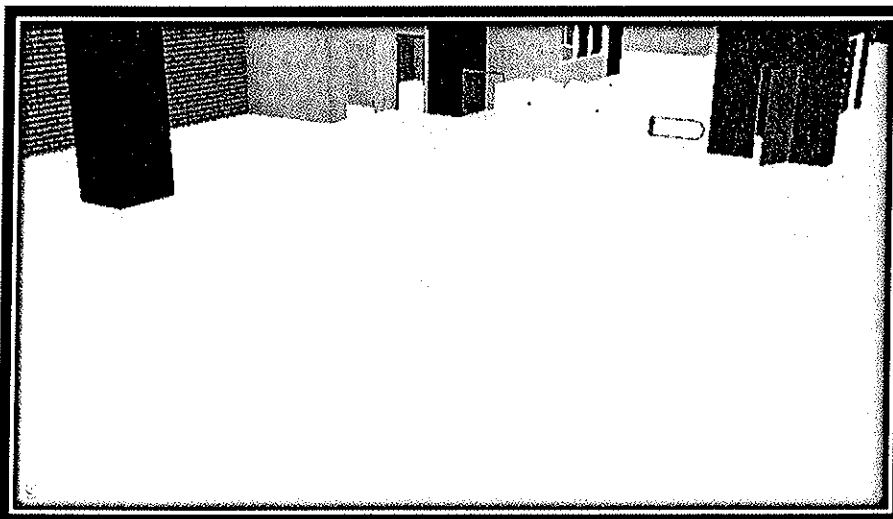


Figura 9 – Vista Típica del Elevador 2 de la Plataforma y los Molinetes de la Estación

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



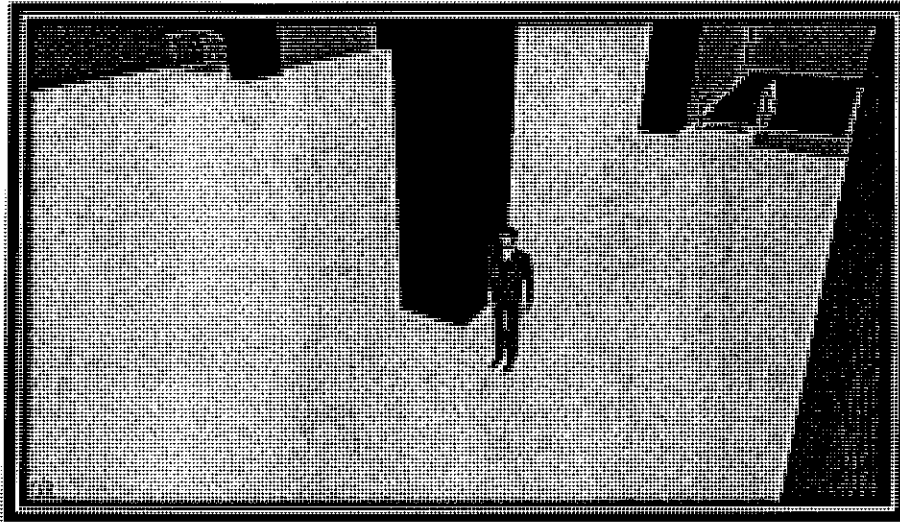


Figura 10 – Vista típica de la Escalera Mecánica Superior de la Estación

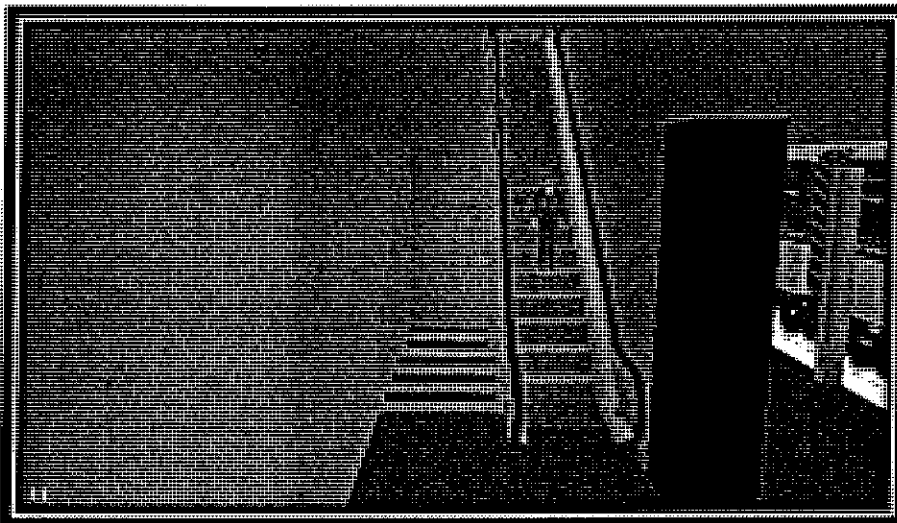


Figura 11 – Vista Típica de la Escalera Mecánica de la Plataforma de la Estación

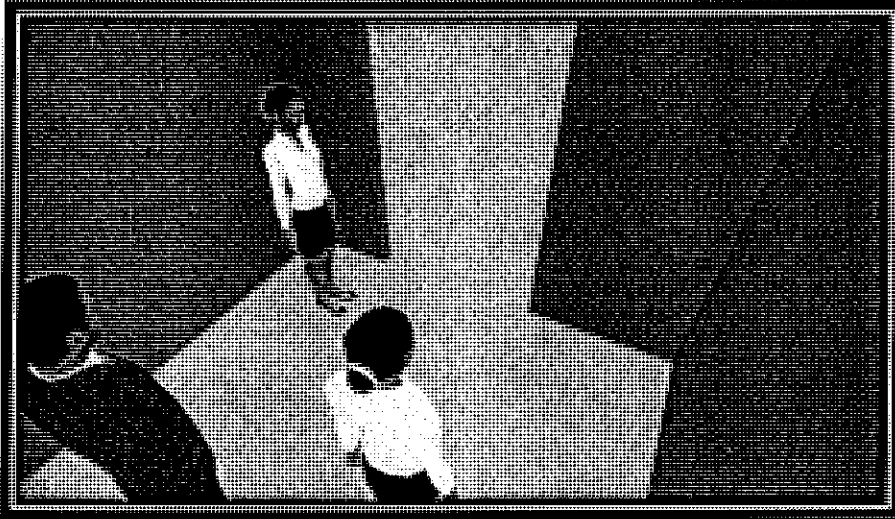
Nota: El IVA se puede utilizar para detectar a cualquier persona que se caiga

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL

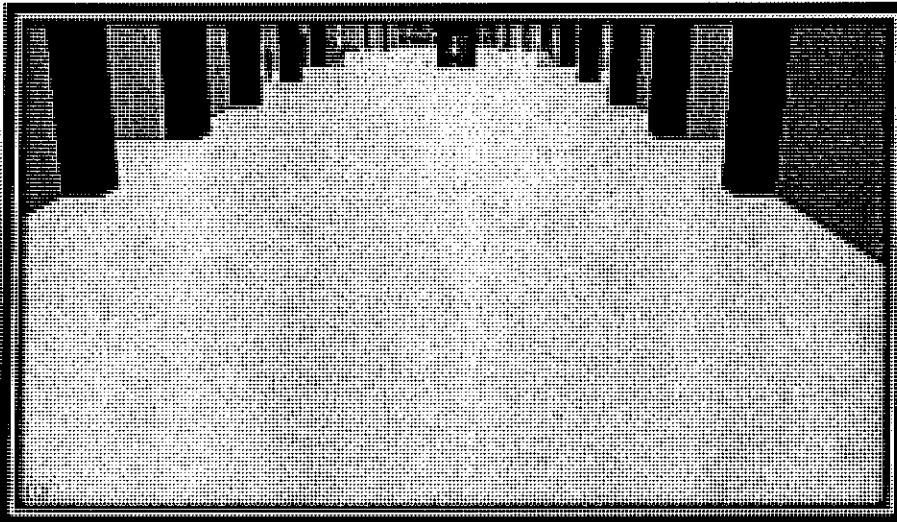



**A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones**

004199


**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.


**Figura 13 – Vista Típica del Área Pública General de la Estación**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL



004200

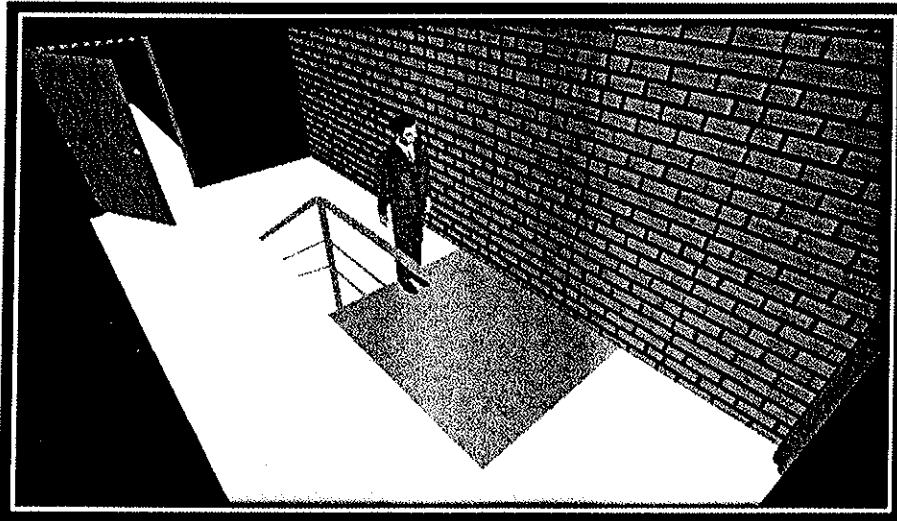


Figura 14 – Vista Típica de las Escaleras de Emergencia de la Plataforma de la Estación

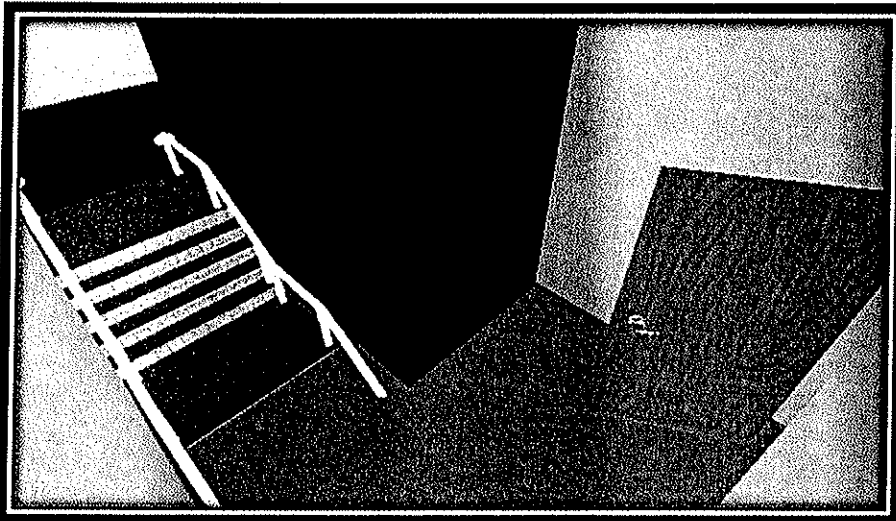


Figura 15 – Vista Típica de las Escaleras al Nivel de la Plataforma

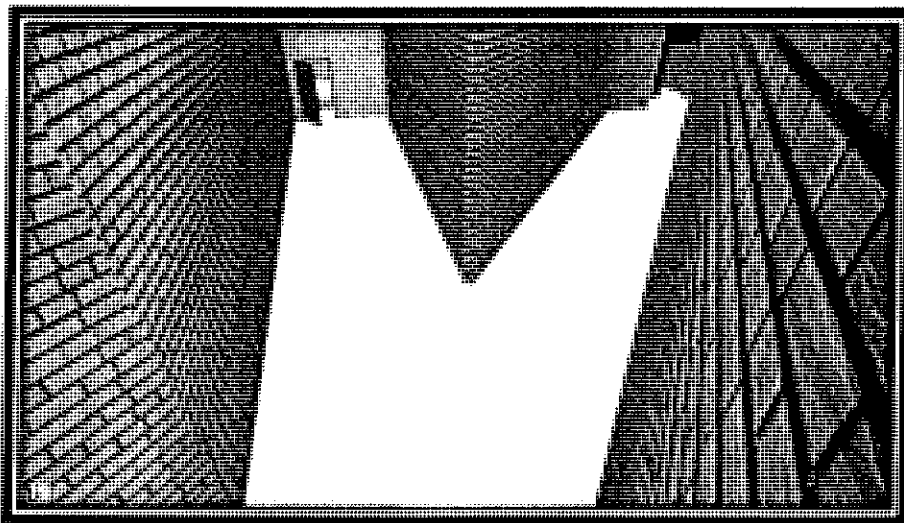


Figura 16 – Vista Típica del Pasillo de Escape de la Estación

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL 

Nota: El IVA se puede utilizar para detectar algún elemento que esté bloqueando el pasillo de escape de emergencia 004201

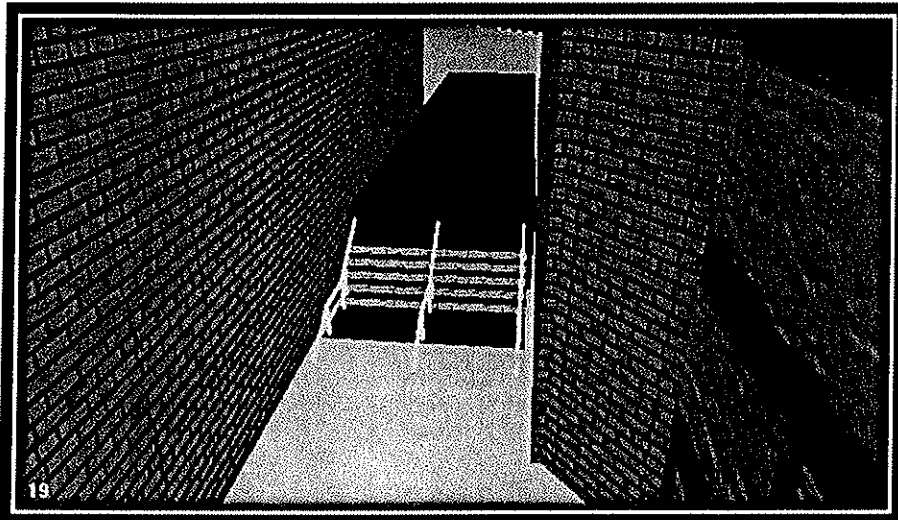


Figura 17 – Vista Típica de la Salida de Emergencia de la Estación

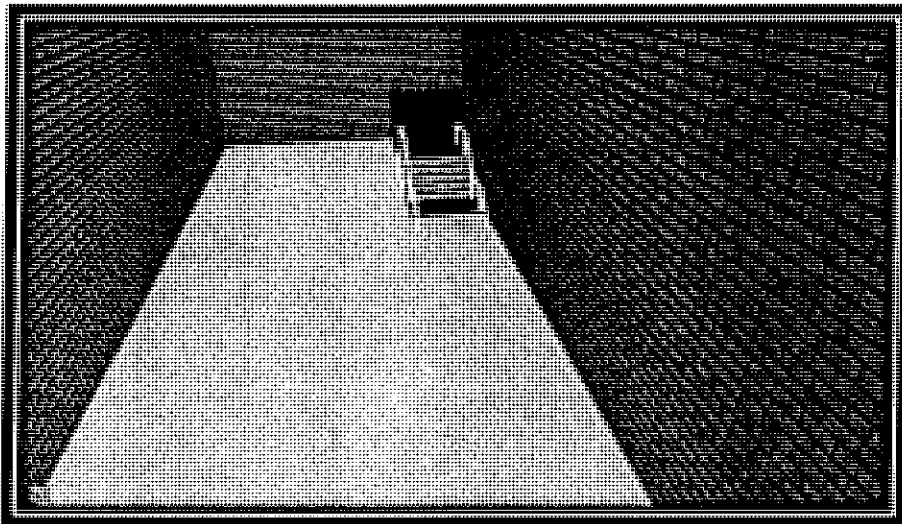


Figura 18 – Vista Típica de la Entrada Técnica de la Estación

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  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



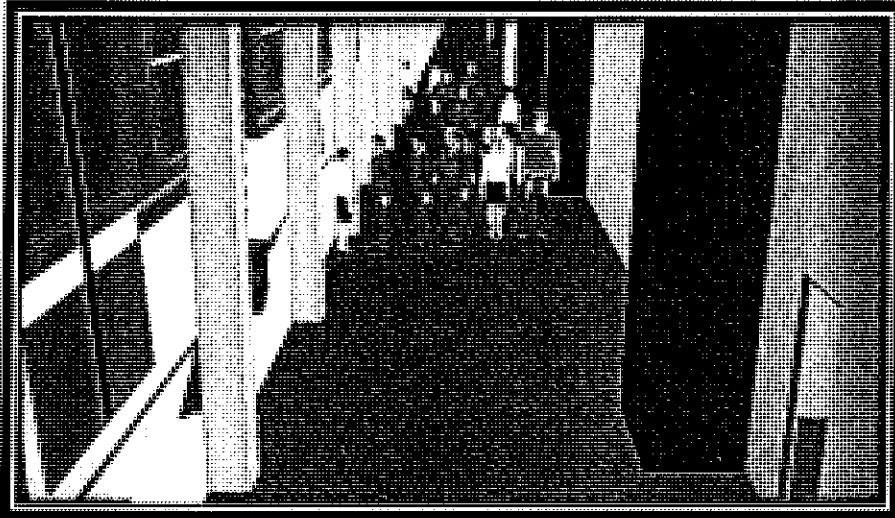


Figura 19 – Vista Típica de la Plataforma de la Estación 1

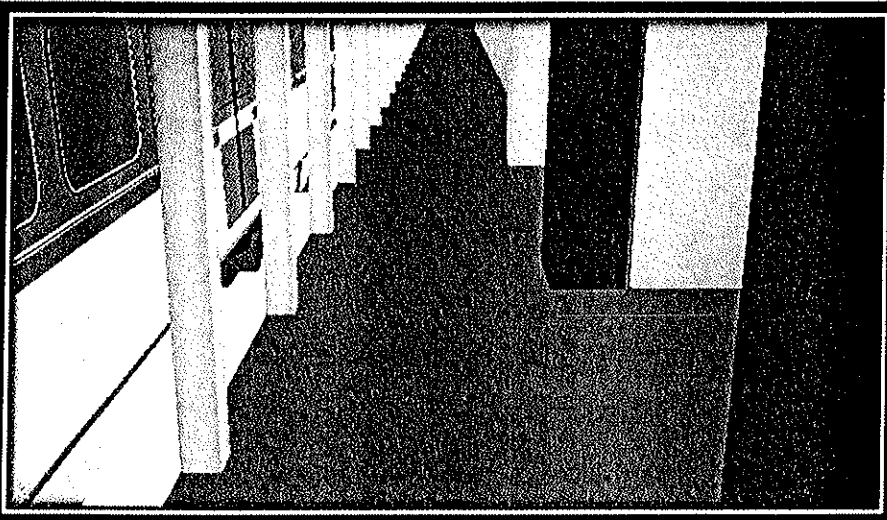


Figura 20 – Vista Típica de la Plataforma de la Estación 2

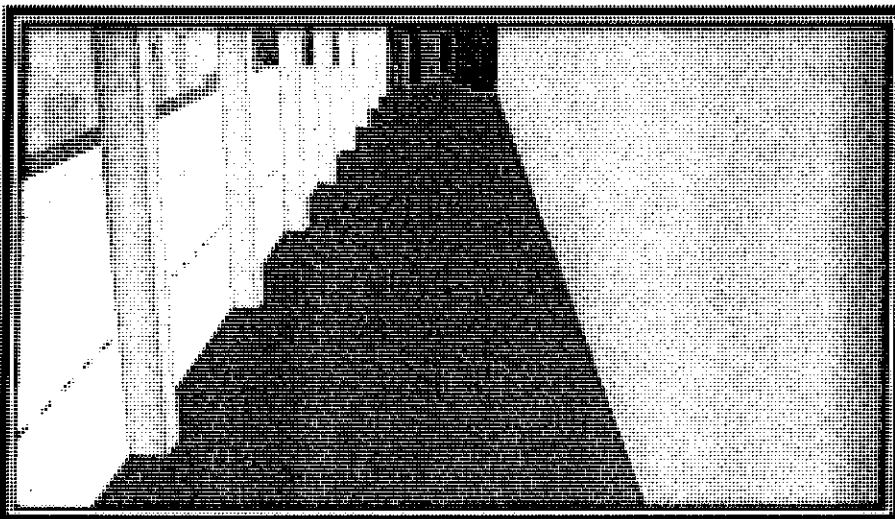



Figura 21 – Vista Típica de la Plataforma de la Estación 3

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL 



#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

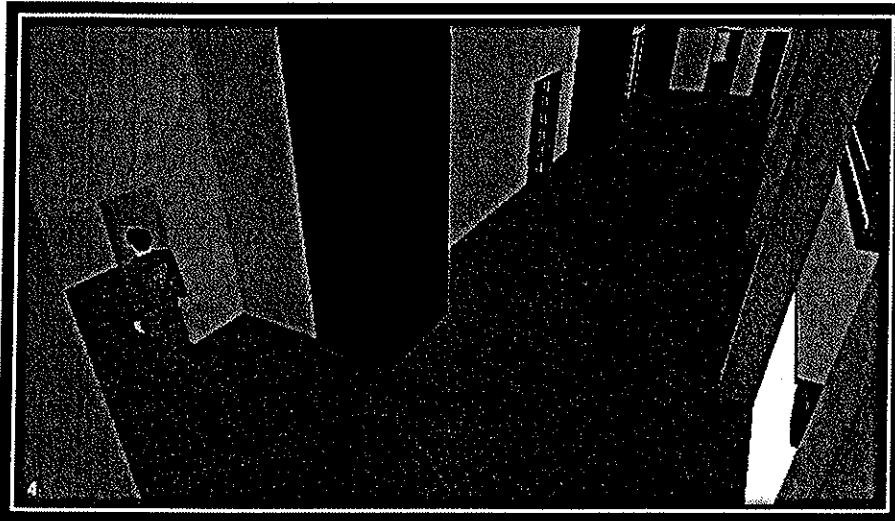


Figura 22 – Vista Típica de la Puerta del Ascensor a nivel de la Plataforma de la Estación

#### 2.4.2. Patio/Taller

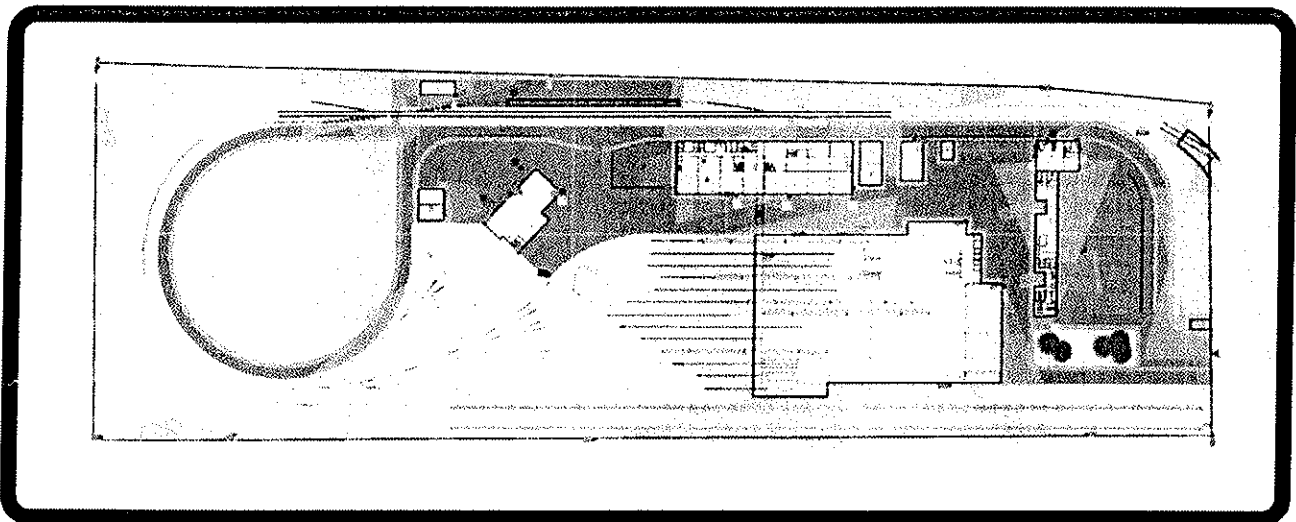


Figura 23 - Ubicación general del CCTV en el patio/taller

Como parte del patio/taller se cubrirán las siguientes áreas:

- Entrada y salida del túnel

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



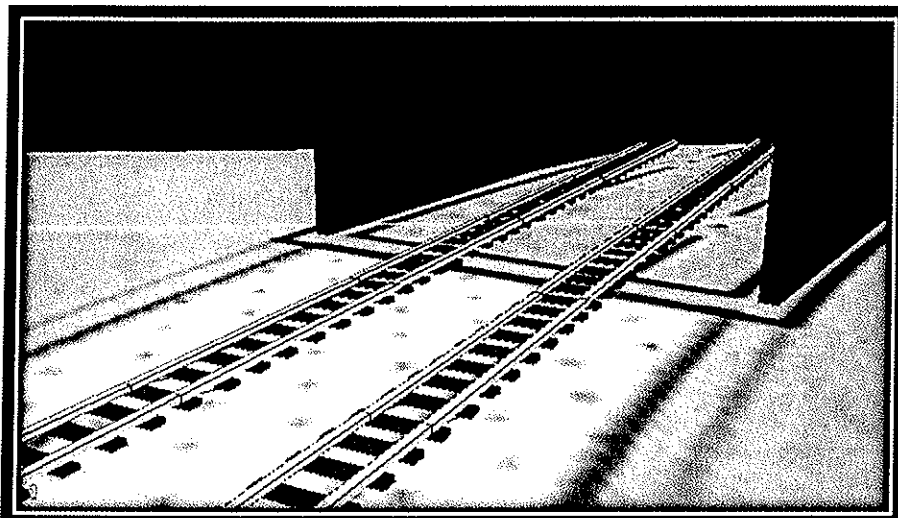


Figura 24 – Vista de la Boca del Túnel del patio/taller

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASARE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL

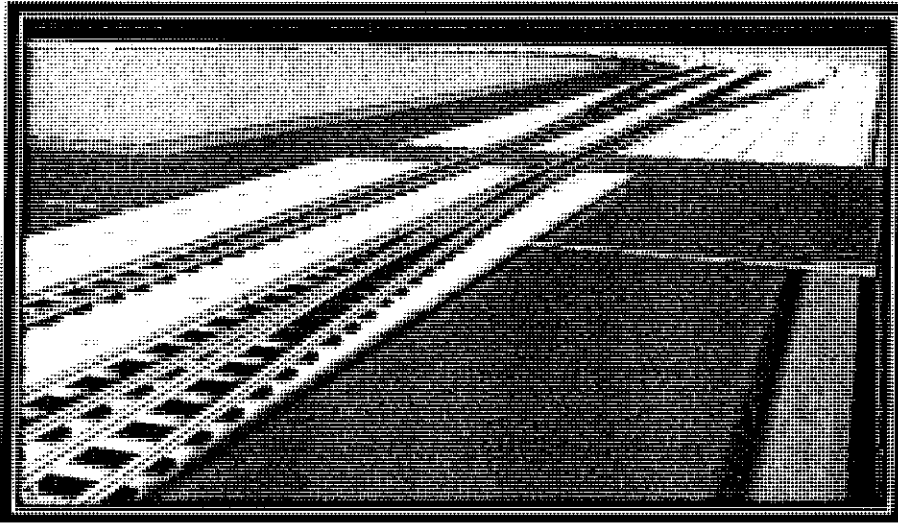






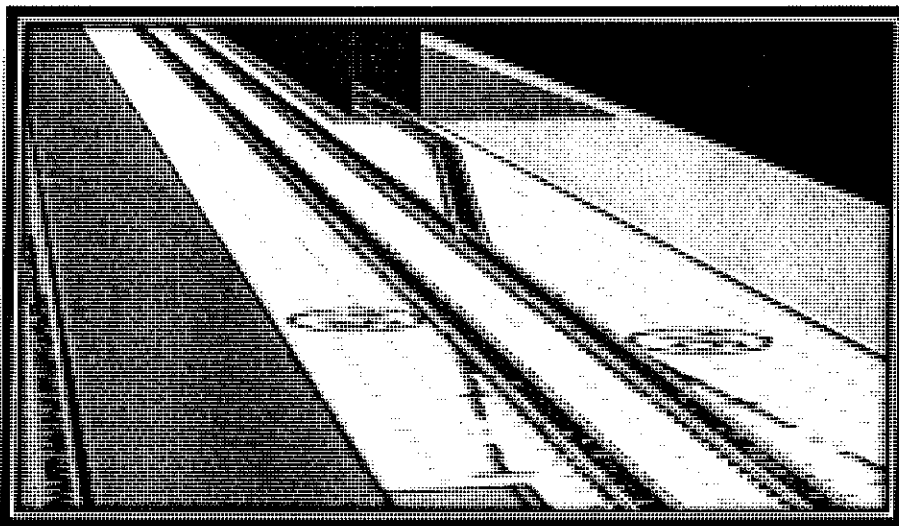
**A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones**

- Áreas de Conmutación



**Figura 25 – Vista de las Áreas de Conmutación del patio/taller**

- Área de lavado



**Figura 26 – Vista del Área de Lavado del patio/taller**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

- Cerca perimetral

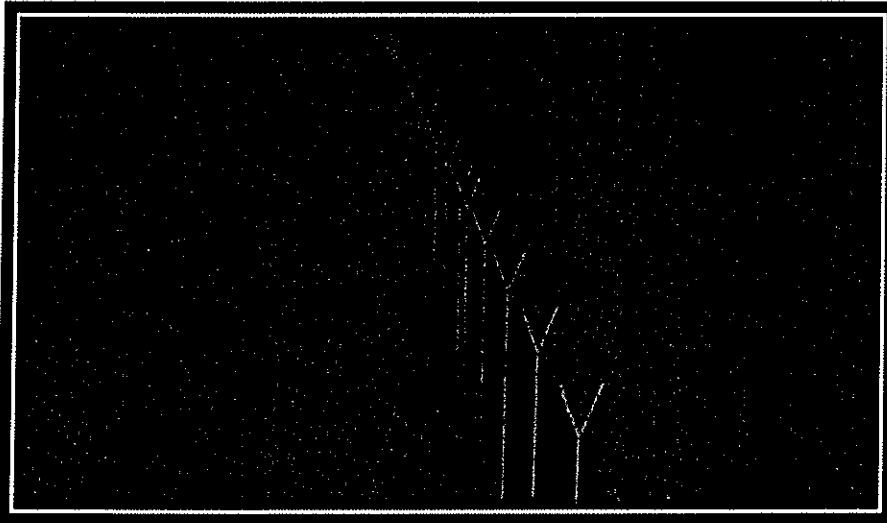
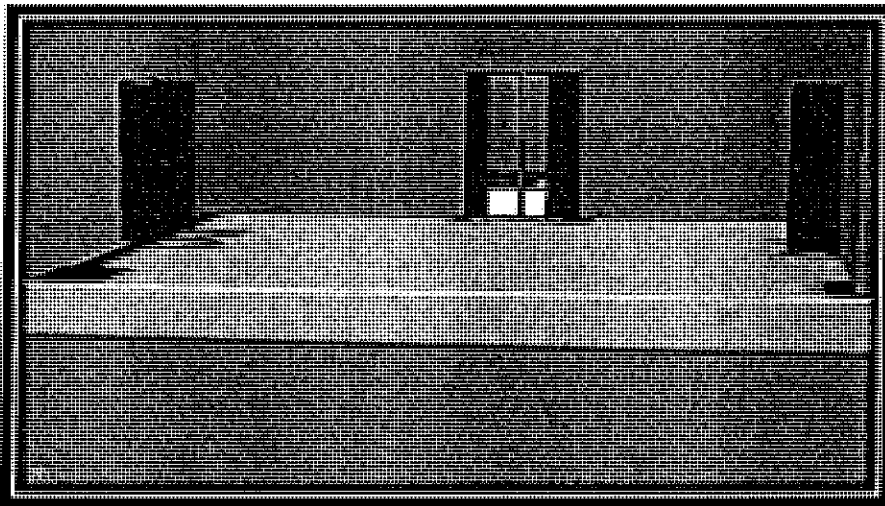


Figura 27 – Vista de la Cerca Perimetral del patio/taller

- Acceso a los edificios



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



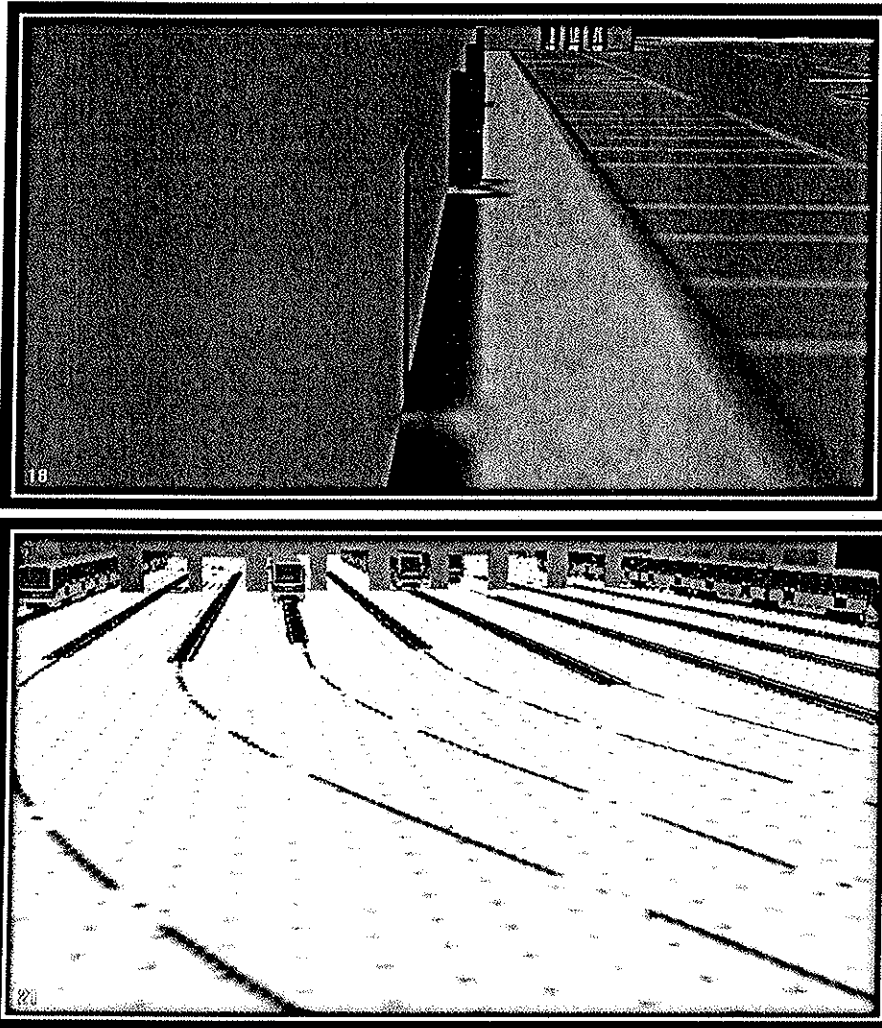


Figura 28 - Entradas al Edificio del patio/taller

- Sala de control, salas técnicas, salas de almacenamiento con materiales de almacenamiento peligrosos

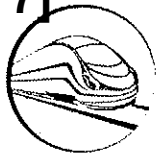
#### 2.4.3. Cámaras de línea

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 NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

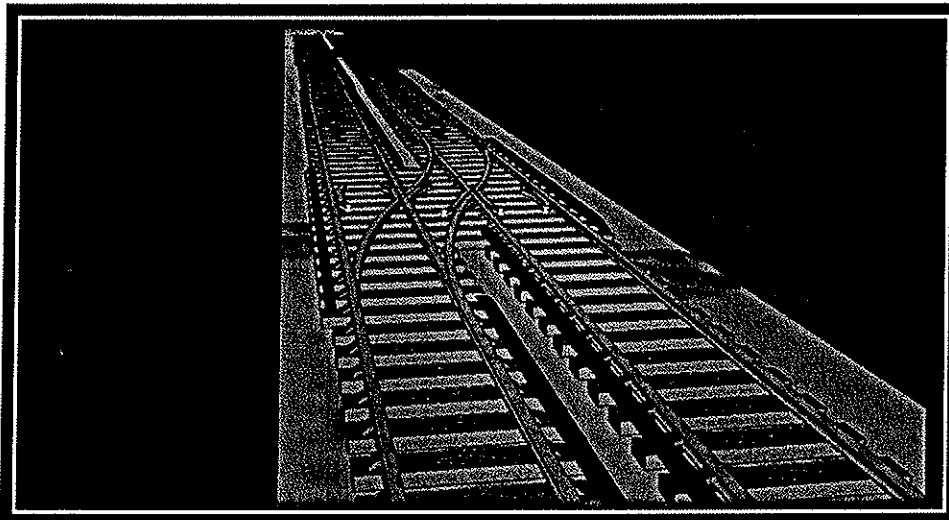


Figura 29 – Vista de las maniobras de conmutación de las cámaras de línea

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

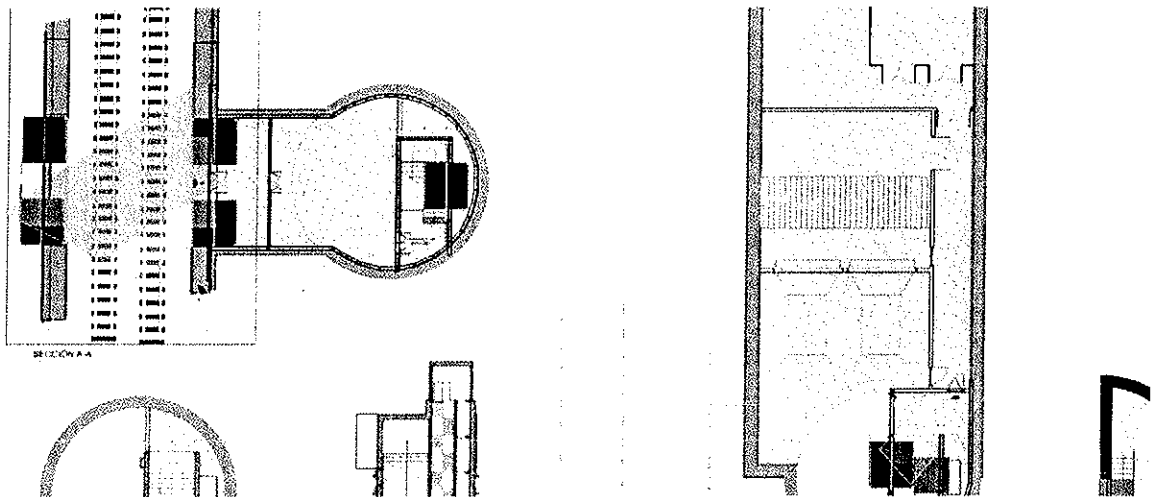


Figura 30 – Ubicación de la Cámara del Pozo Tipo 1

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABÉ GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



004209

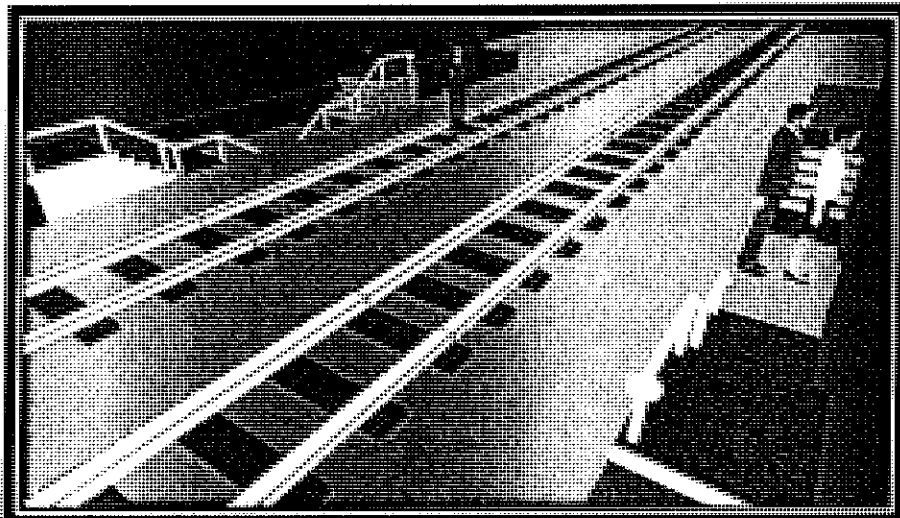


Figura 31 – Vista de la Entrada al Pozo Tipo 1

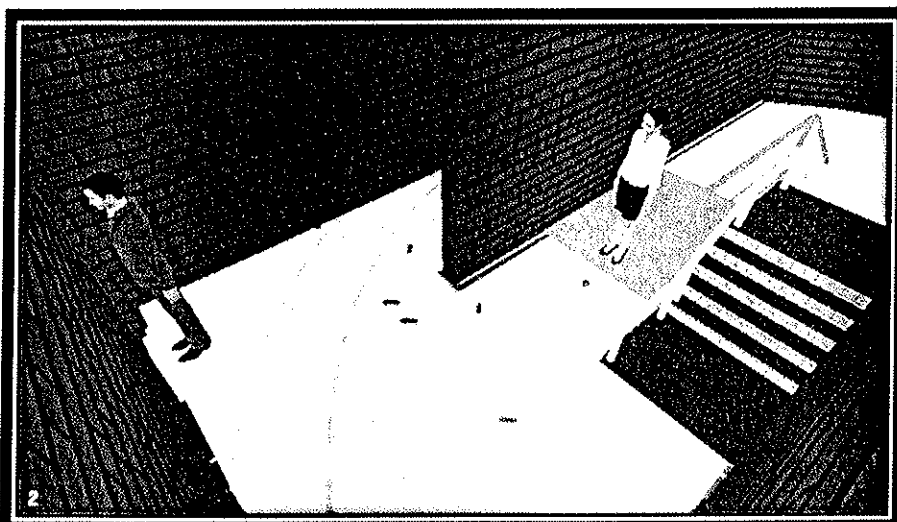
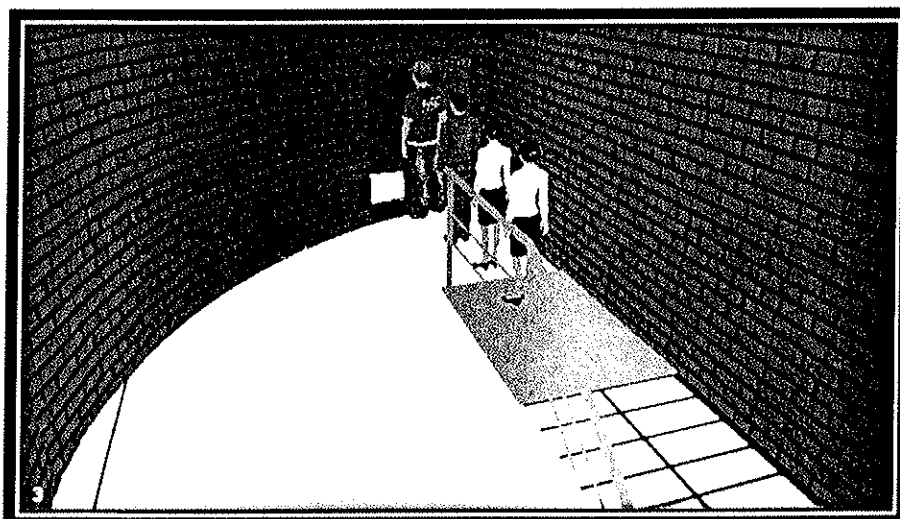



Figura 32 – Vista del Área Crítica del Pozo Tipo 1



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL 



A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

Figura 33 – Vista de la Salida de Emergencia Tipo 1

004210

- Salidas de Pozo y de Emergencia Tipo 2

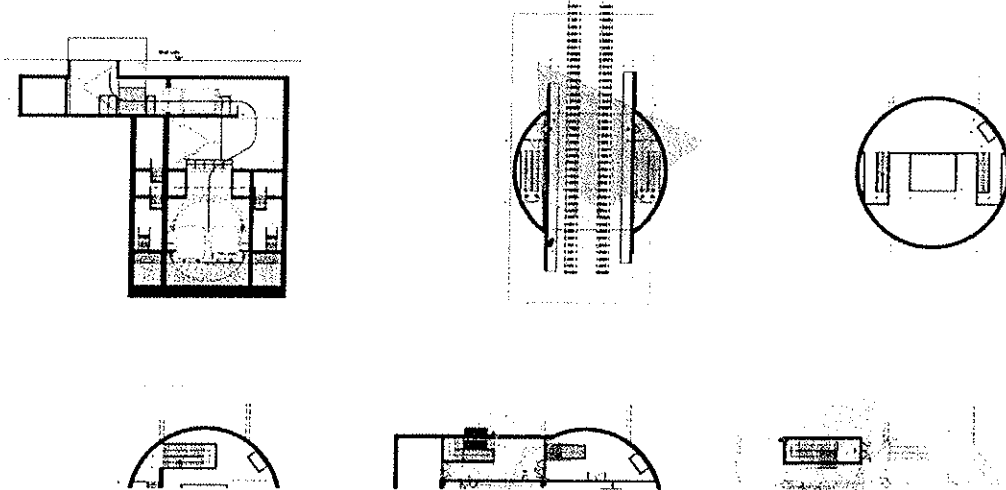


Figura 34 – Ubicación de la Cámara del Pozo Tipo 2

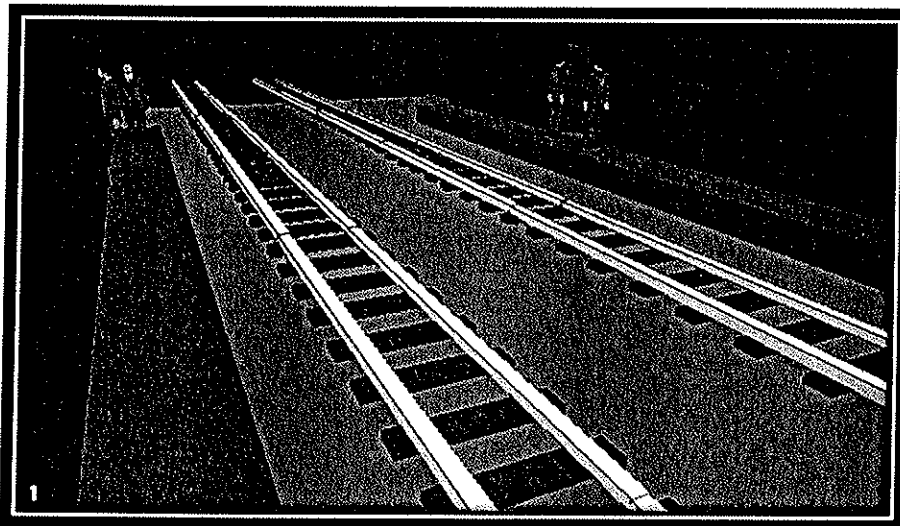
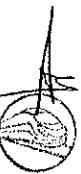


Figura 35 – Vista de la Entrada al Pozo Tipo 2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





004211

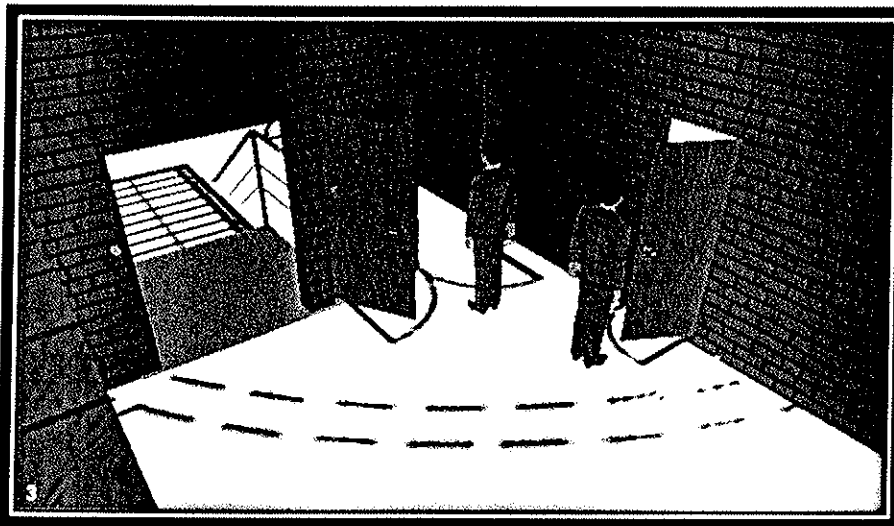
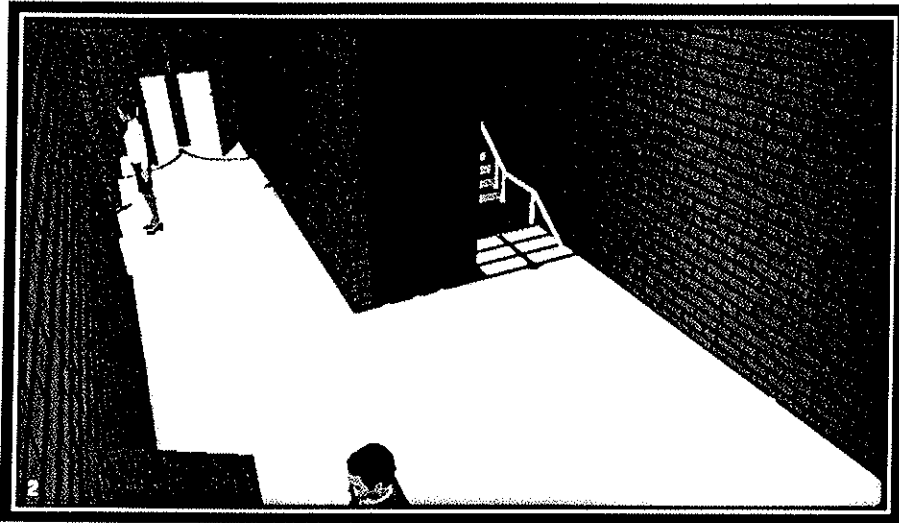


Figura 36 – Vista del Área Crítica del Pozo Tipo 2

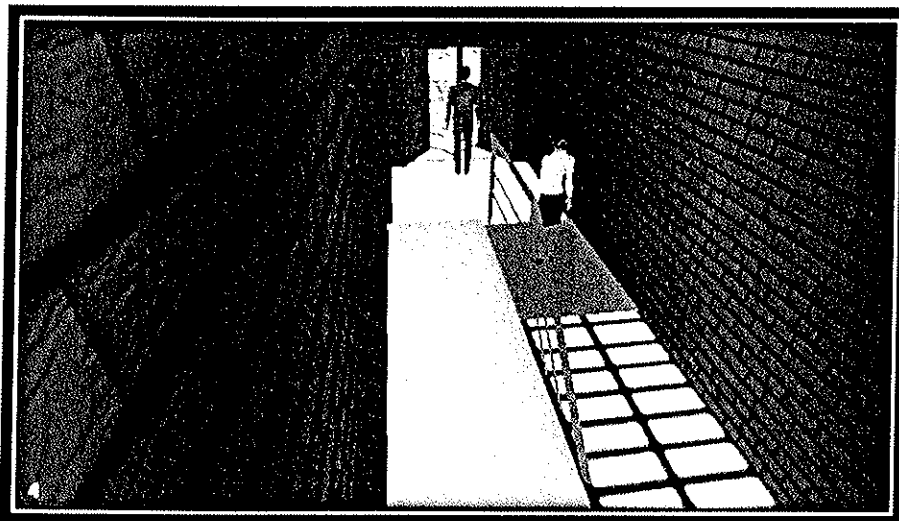


Figura 37 – Vista de la Salida de Emergencia Tipo 2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



004212

- Salidas de pozo y de emergencia tipo 3

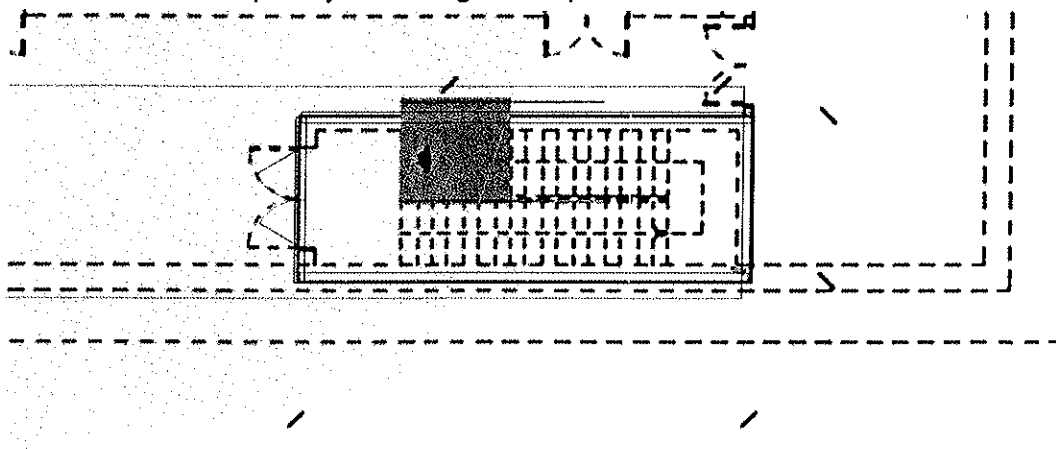


Figura 38 – Ubicación de la Cámara del Pozo Tipo 3

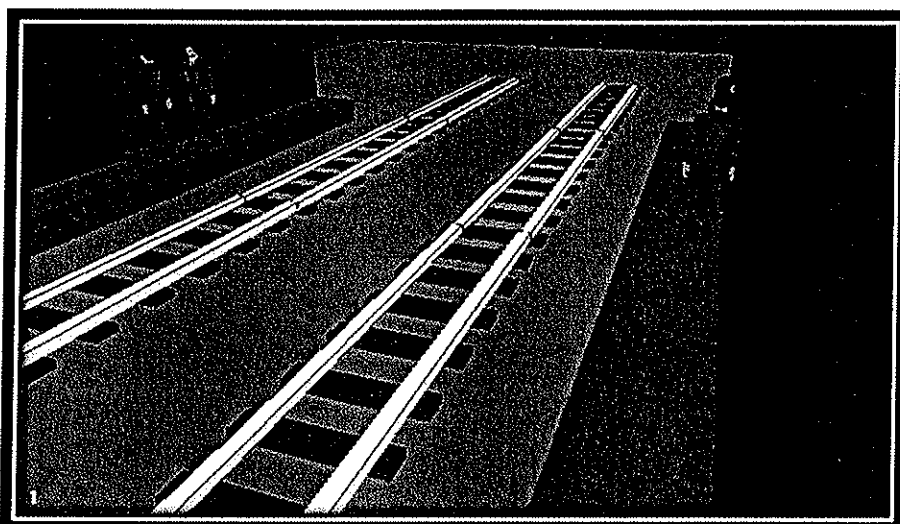


Figura 39 – Vista de la Entrada del Pozo Tipo 3

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



004213

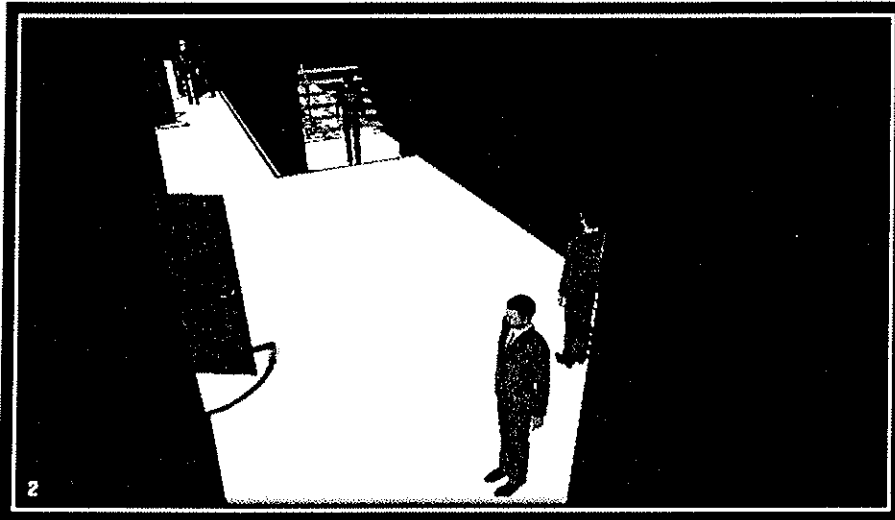


Figura 40 – Vista del Área Crítica del Pozo Tipo 3

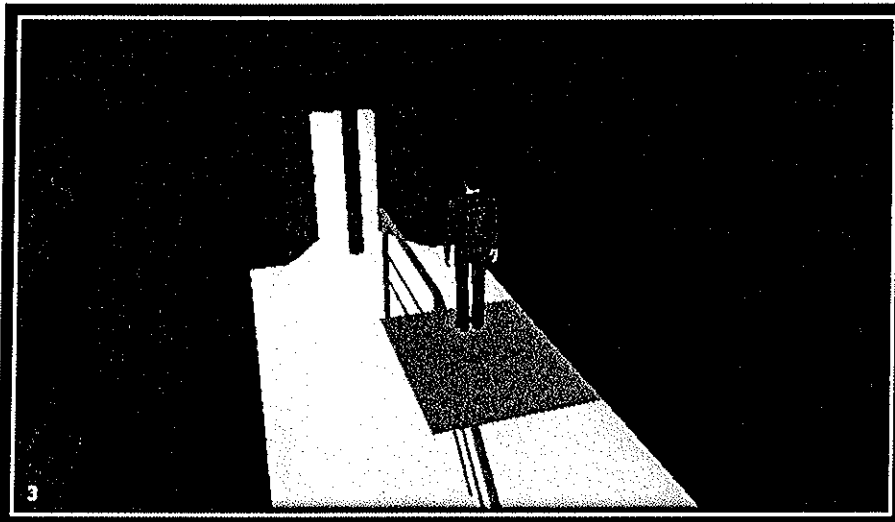


Figura 41 – Vista de la Salida de Emergencia Tipo 3

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASADE GARCÍA  
REPRESENTANTE LEGAL 


**A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones**

004214

**2.4.4. 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.

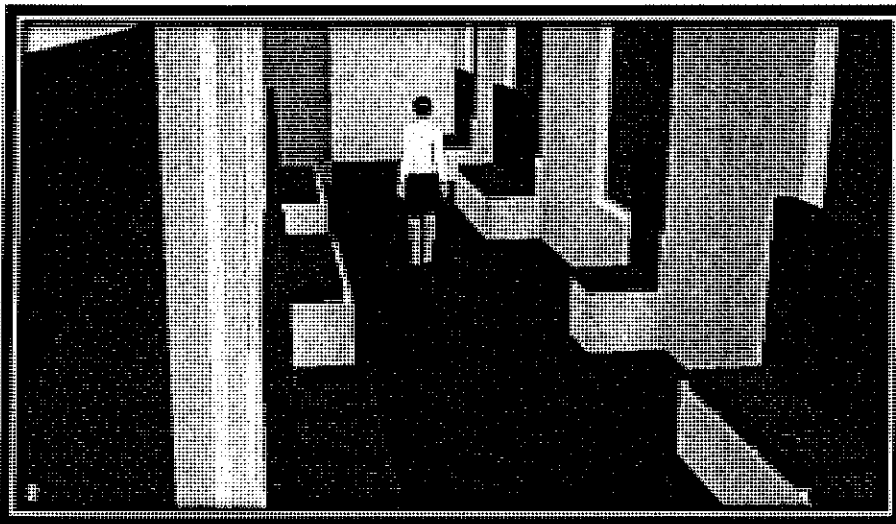
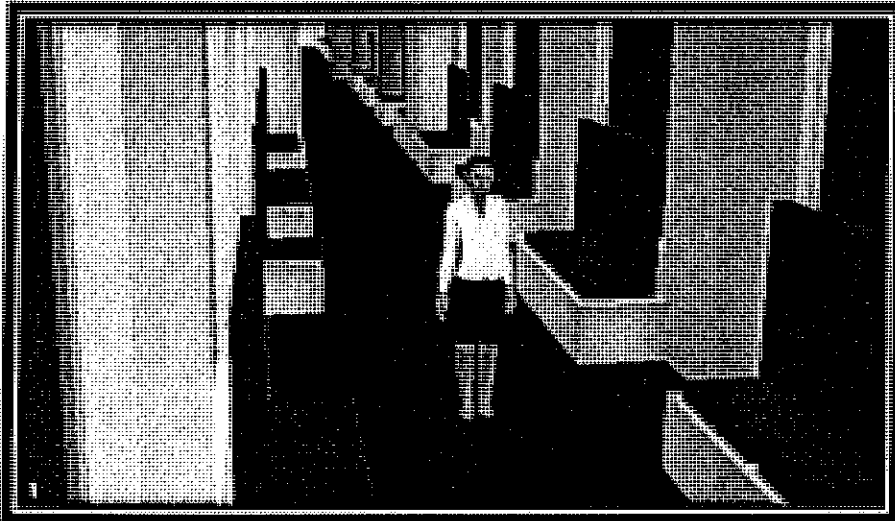


Figura 42 – Vista de las Cámaras de bordo del tren

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL





### 3. SUBSISTEMA DE TELEFONÍA AUTOMÁTICA DE SERVICIO

#### 3.1. 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.

#### 3.2. 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) :

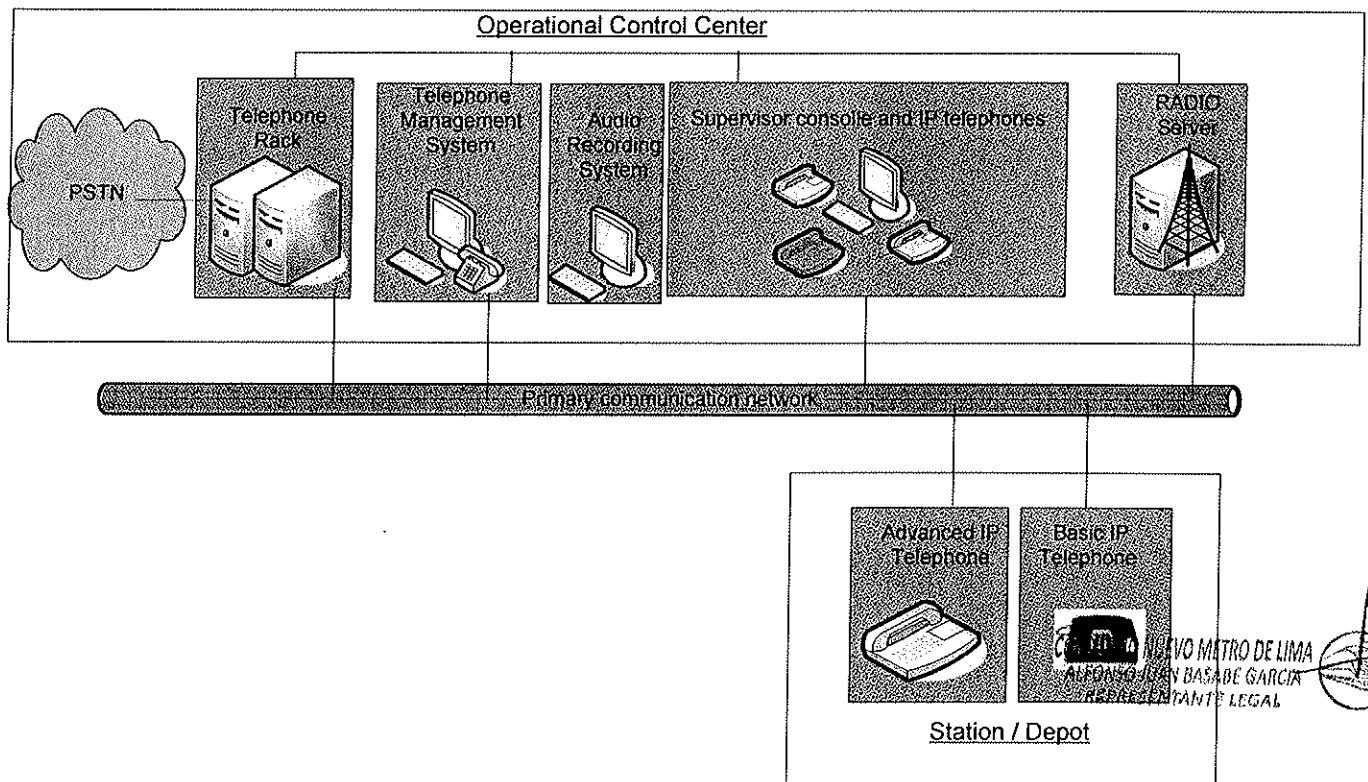


Figura 1: Servicio automático del sub-sistema de telefonía Arquitectura general

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.



#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

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.

### 3.2.1. Servicio automático del sub-sistema de telefonía En el OCC

#### 3.2.1.1. 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.

#### 3.2.1.2. Teléfonos

En el centro de control se proporcionarán diferentes tipos de teléfonos:

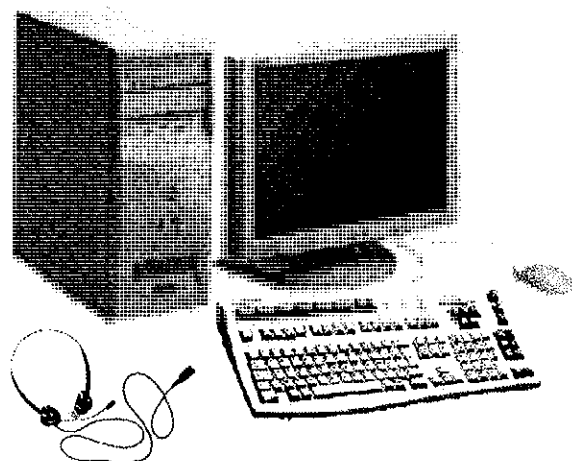
- Teléfonos IP administrativos avanzados, para los operadores del centro de control
- Teléfonos IP administrativos básicos, para las salas técnicas y oficinas.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL





### 3.2.1.3. 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

### 3.2.1.4. Sistema grabador de audio

Una grabadora de audio en el OCC grabará automáticamente todas las conversaciones entre los operadores del OCC.

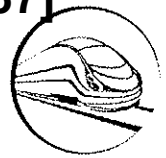
### 3.2.1.5. Consola de administración del sistema

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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

- Gestión de alarma
- Monitoreo del rendimiento

#### 3.2.2. Sistema telefónico operacional en ubicaciones periféricas

##### 3.2.2.1. 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.

#### 3.3. Funcionalidades del sistema telefónico OPERACIONAL

##### 3.3.1. Funciones básicas

##### 3.3.1.1. 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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL





#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

- Llamada en espera y recuperación
- Identificación de la línea de llamada (CLID)
- 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

004219

#### 3.3.1.2. 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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL





#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones



#### 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

### 3.4. Rendimiento del SISTEMA TELEFÓNICO OPERACIONAL

#### 3.4.1. Prestaciones básicas

##### 3.4.1.1. 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  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL



### 4. 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.

#### 4.1. 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:



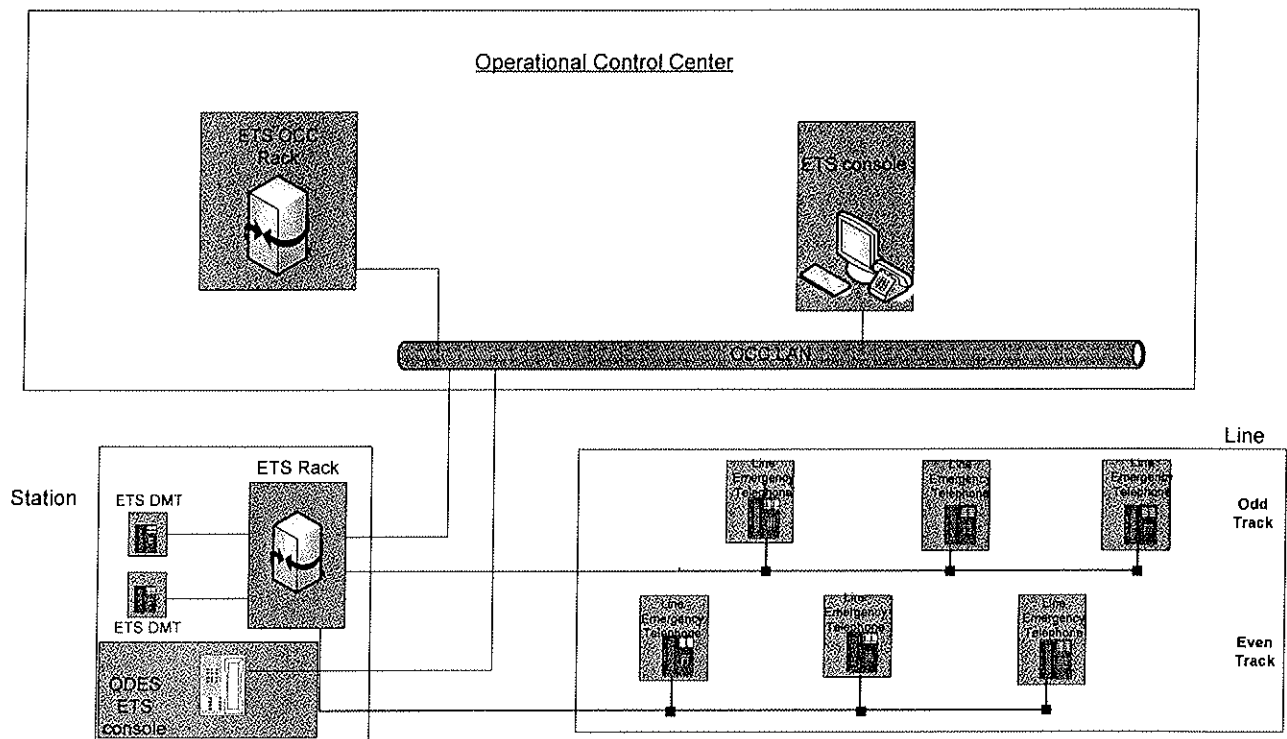


#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

- 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



#### 4.1.1. Sistema telefónico de emergencia en el OCC

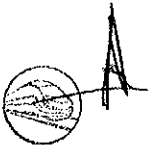
##### 4.1.1.1. Unidad de Control Central

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





#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

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.

##### 4.1.1.2. 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.

##### 4.1.1.3. 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.

#### 4.1.2. Sistema Telefónico de emergencia en la estación

##### 4.1.2.1. 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)

##### 4.1.2.2. Consola ETS ODES

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.

##### 4.1.2.3. 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.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL



A



#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

El teléfono operador también está equipado con un conector RJ45 y cable de conexión correspondiente.

004223

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.

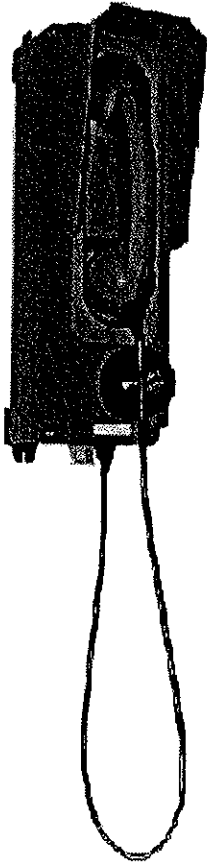
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



#### 4.1.3. Sistema de la línea telefónica de emergencia


##### 4.1.3.1. 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.

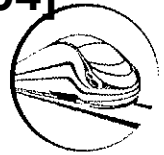


Los teléfonos están instalados a lo largo de las vías pares e impares típicamente con una separación de 100 metros (en una configuración "tresbolillo"), con especial atención a los siguientes puntos:

- 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
  - Otros puntos de entrada/salida de la línea
  - En las estaciones de luz azul

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL 

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.



#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

### 4.2. Funcionalidades del Sistema telefónico de Emergencia

004225

#### 4.2.1. 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.

#### 4.2.2. 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.

### 4.3. Prestaciones del Sistema Telefónico de Emergencia

#### 4.3.1. Prestaciones básicas

##### 4.3.1.1. 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.

## 5. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE INTERFONIA

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



#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

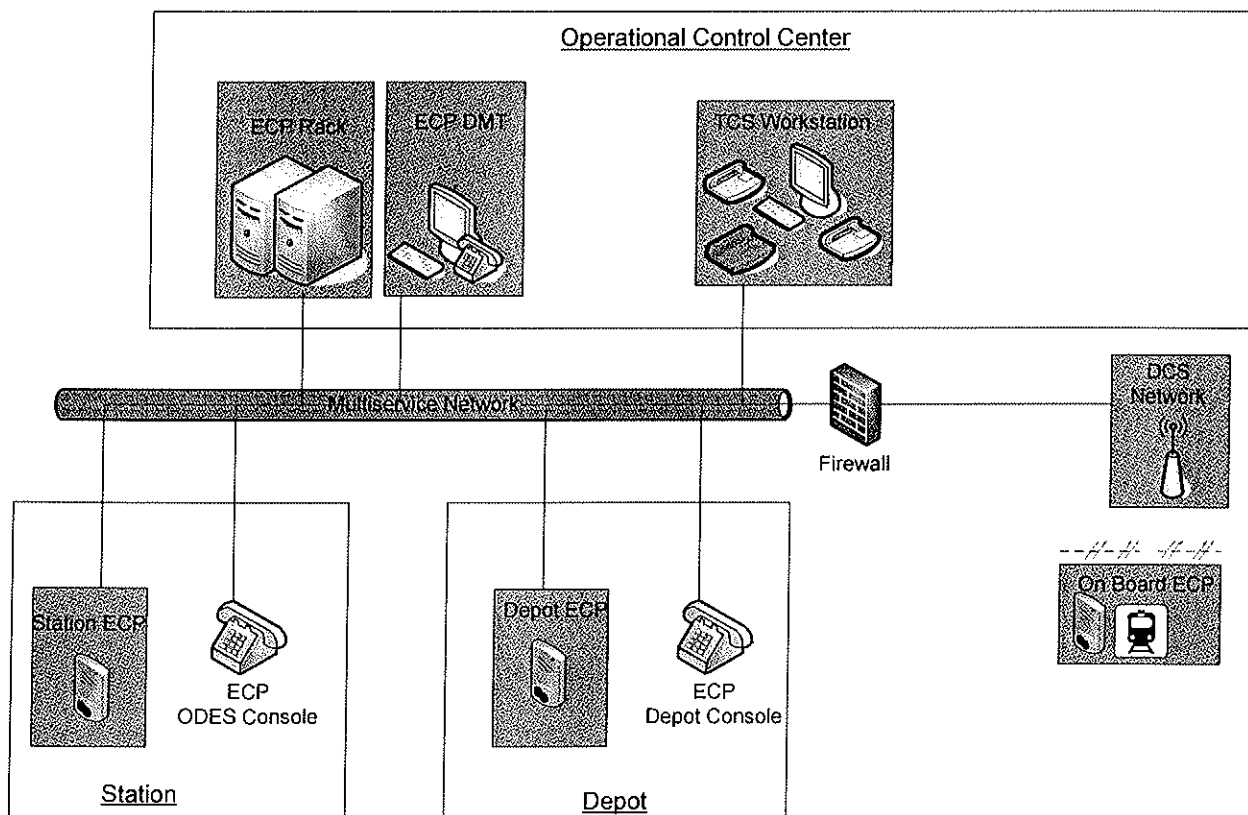
usuarios, al suministrar una herramienta de comunicación con el centro de control para informar de emergencias o situaciones complicadas.

##### 5.1. Arquitectura del punto de llamada de emergencia

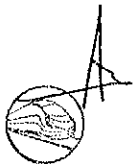
El subsistema ECP será completamente independiente respecto al subsistema automático de servicio telefónico. Para cada línea L2 y L4 esta arquitectura prevé que se pueda dividir en tres partes:

- 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:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL





#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

### 5.2. Punto de llamada de emergencia en PCO-N

#### 5.2.1. 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.

#### 5.2.2. 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

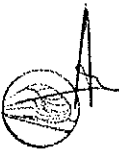
La comunicación con el servidor de ECP se realiza a través de la red Ethernet. Solo si ambos servidores de ECP no funcionaran, no estará disponible ECP DMT.

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).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL





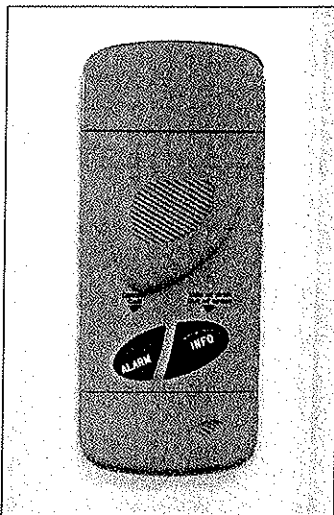
#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

##### 5.2.3. 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.

#### 5.3. Punto de llamada de emergencia en ubicaciones periféricas

##### 5.3.1. 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.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
DIRECTOR GENERAL



#### 5.4. Funciones del punto de llamada de emergencia

##### 5.4.1. Principales características

##### 5.4.1.1. 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**.

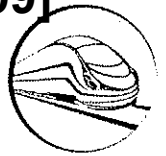
Cuando finaliza la conversación, el punto de llamada de emergencia recibe de la unidad de control el mando de corte que restablece el punto de emergencia para que pueda funcionar nuevamente.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 DIGNA BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL



#### 5.4.1.2. 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. 004230

## 5.5. Rendimientos

### 5.5.1. Rendimientos básicos

#### 5.5.1.1. 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.

## 6. SUBSISTEMA DE DIFUSIÓN SONORA

### 6.1. 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 ICCS). 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).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALEJANDRO JUAN PASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL



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.

[4600]

CONSORCIO  
NUEVO METRO DE LIMA



#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

Todos los mensajes de voz en vivo de los operadores del OCC se graban en una grabadora de audio.

004231

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





#### A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

##### 6.2. 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.

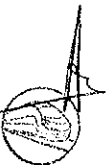
El sistema está compuesto por las siguientes partes:

- 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
- 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.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones

004233

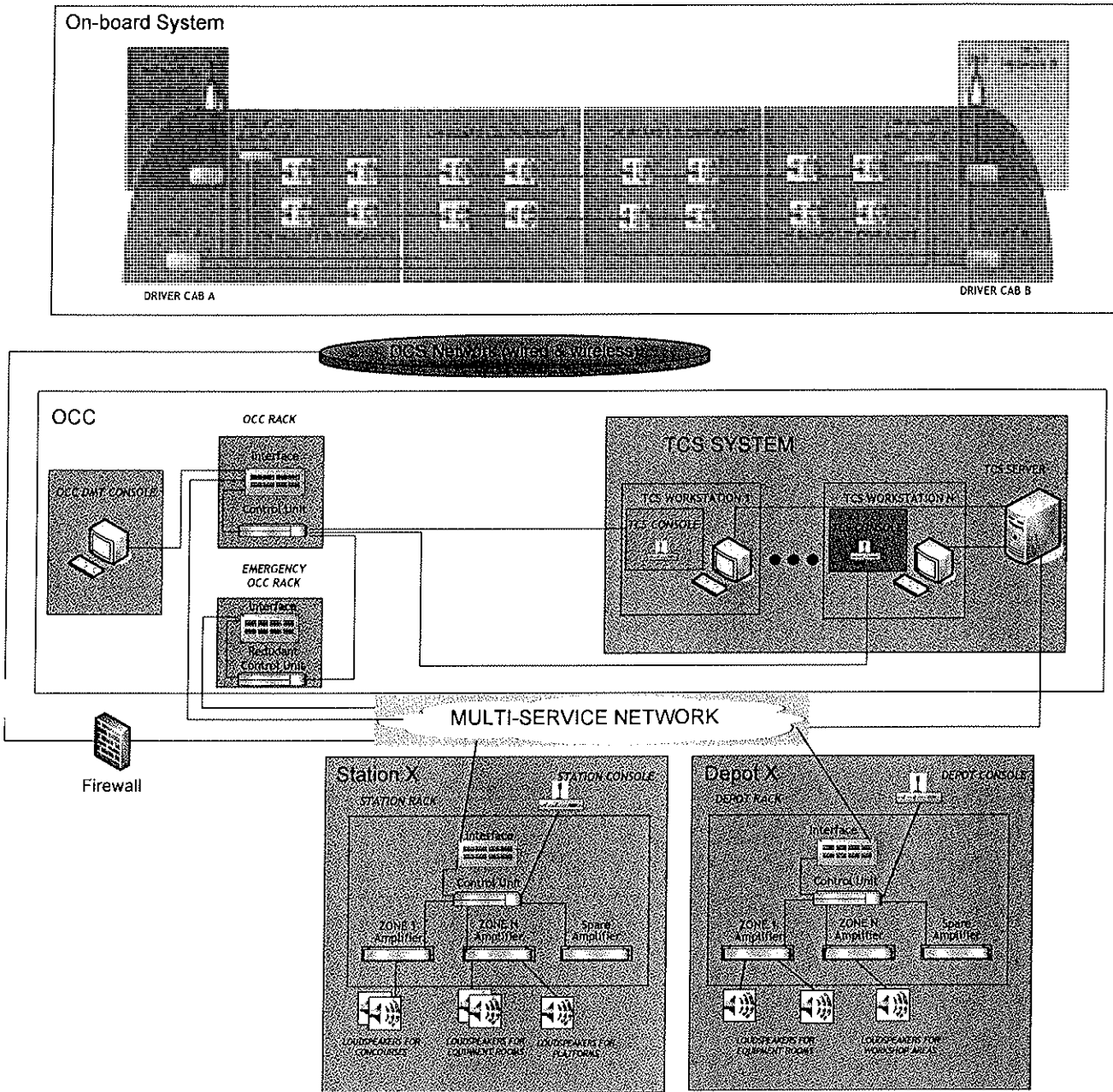


Figura 1 - Arquitectura del sistema

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABÉ GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



### **6.2.1. Equipo OCC**

El sistema está controlado por el equipo OCC, compuesto por las siguientes unidades:

- 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.

#### **6.2.1.1. 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.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO IVAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL 

#### **6.2.2. 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). 004235

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.

#### **6.2.2.1. 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.

#### **6.2.2.2. Amplificadores**

La potencia de salida y el número de los amplificadores depende de las zonas lógicas, las áreas y el número de altavoces.

#### **6.2.2.3. 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.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL 

**A.7.6.4 Sistema de Telecomunicaciones**

Los bastidores tienen puertas en los lados frontal y trasero.

004236

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





**6.2.2.4. 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

**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**

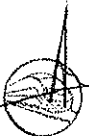
Los altavoces con megáfono están diseñados para uso en exteriores (están protegidos del agua) y para zonas muy ruidosas (garantizados para el nivel de alta presión).

**6.2.3. 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)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



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.

### **6.3. Rendimiento del sistema**

#### **6.3.1. 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.

##### **6.3.1.1. 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.

##### **6.3.1.2. 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).

##### **6.3.1.3. 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.

### **6.3.2. 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.

### **6.3.3. 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.

## **7. SUBSISTEMA DE PANELES DE INDICACIÓN (SPI)**

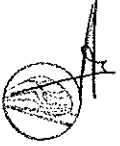
El Subsistema de Paneles de Indicación (SPI) incluye:

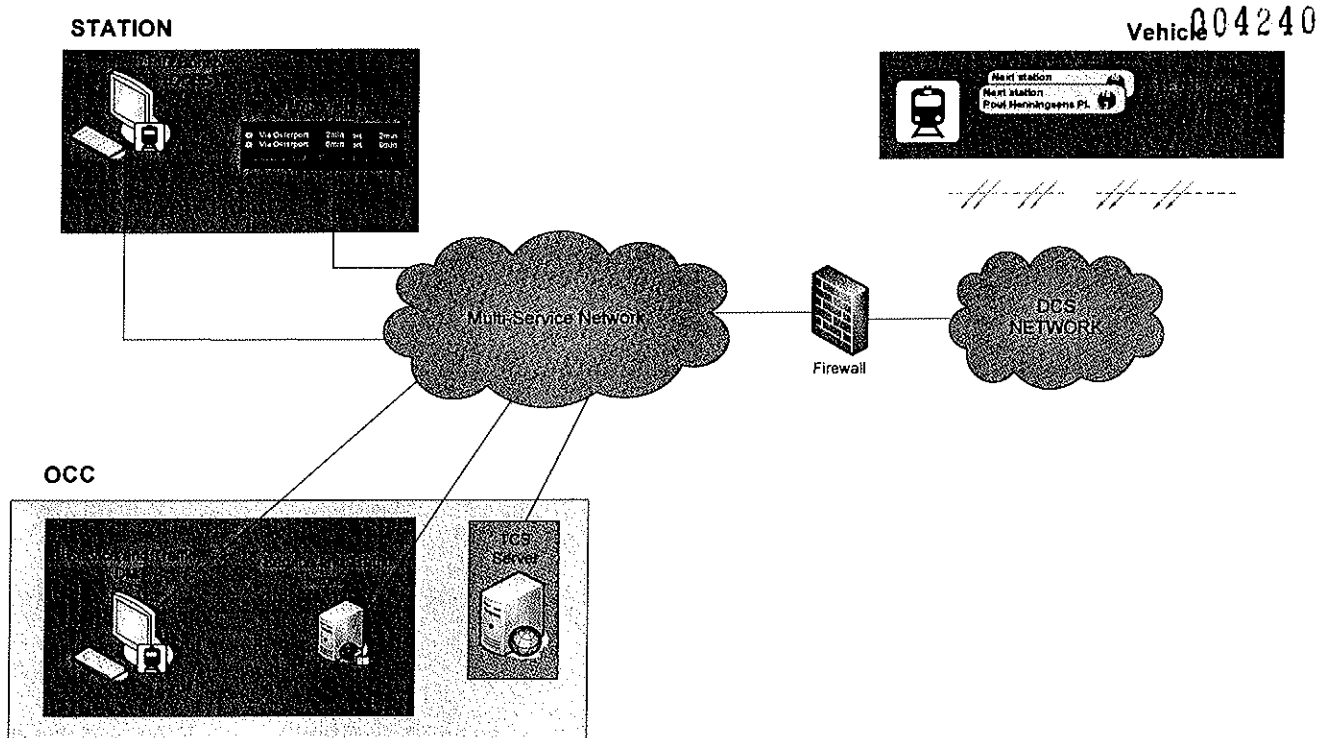
- Pantalla de Información para pasajeros en todas las estaciones;
- Pantalla de Información para pasajeros en cada Vehículo de Pasajeros;
- Hardware para PIS en todas las estaciones y en el OCC.

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:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL 



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.

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

004241

- 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.

### **7.1. Consola PID**

La función básica de la Consola PID para el Operador de Estación es:

- 1) Enviar manualmente un texto a PID

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



004242

## **7.2. Nivel de la calle**

### **7.2.1. 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.

## **7.3. Nivel de explanada**

### **7.3.1. 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.

## **7.4. Nivel de plataforma**

### **7.4.1. 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 movimiento, 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.

ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



### 7.5. Sala técnica

004243

#### 7.5.1. 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.

### 7.6. PID integrado

Todos los Vehículos de pasajeros están equipados con PID dinámico de doble cara.

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.

### 7.7. 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.

#### 7.7.1. 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.

#### 7.7.2. 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.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL







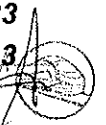
A.7.6.5  Nº DOCUMENTO	A) DISEÑO DE INGENIERÍA  TIPO DE DOCUMENTO
-----------------------------	--

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

## A.7.6.5) SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN

## Índice

<b>1. Sistema de Señalización.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Descripción hardware de los equipos del sistema CBTC de Vía.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 SUBSISTEMA DE ENCLAVAMIENTO.....</b>	<b>11</b>
2.1.1 Descripción general .....	11
2.1.2 Principales características del Subsistema de Enclavamiento.....	11
2.1.3 Arquitectura General.....	11
2.1.4 Equipo Principal de Enclavamiento (CBI).....	12
2.1.5 Núcleo en seguridad .....	15
2.1.6 ART.....	16
2.1.7 Red LAN de señalización .....	17
2.1.7.1 Interfaz entre el Núcleo de seguridad y los servidores ART, DGM y TEL17	
2.1.8 Interfaz Operador - Funciones de Enclavamiento.....	19
2.1.8.1 Puesto de Operador – Gestión del Enclavamiento.....	19
2.1.8.2 Servidor de Diagnostico y Mantenimiento (D&M) de enclavamiento .....	20
2.1.9 Puestos Periféricos de Enclavamiento.....	20
2.1.9.1 Sitios Periféricos.....	20
2.1.9.2 Red de Señalización Vital.....	20
2.1.10 Arquitectura del Puesto Periférico.....	21
2.1.10.1 Controlador de Área .....	21
2.1.10.2 Arquitectura HW de la tarjeta SBFE.....	22
2.1.10.3 Arquitectura HW de la tarjeta ISCA.....	23
2.1.10.4 Comunicación con los Controladores de dispositivos de vía. ....	23
2.1.11 Interfaz entre el Controlador de Área y el Núcleo de seguridad .....	24
2.1.12 Controladores de dispositivos de vía .....	24
2.1.12.1 Arquitectura Hardware del módulo VIP.....	25
<b>2.2 Descripción de los equipos DEL SUBSISTEMA CBTC.....</b>	<b>26</b>
2.2.1 Controladores de Zona (ZC) .....	26
2.2.1.1 Funciones típicas del Controlador de Zona (ZC).....	26
2.2.1.2 Arquitectura general del Controlador de Zona (ZC) .....	27
2.2.1.3 Arquitectura 2de3 del ZC.....	27
2.2.1.4 Conexiones de suministro eléctrico y redes .....	28
2.2.2 Frontam.....	29
2.2.2.1 Funciones típicas asignadas al Frontam .....	29
2.2.2.2 Arquitectura general del equipo Frontam .....	29
2.2.2.3 Conexiones de suministro eléctrico y redes .....	30
<b>2.3 Descripción de los equipos del subsistema ATS.....</b>	<b>31</b>
2.3.1 Funcionalidades típicas del ATS.....	31
2.3.2 Descripción general del Sistema.....	32
2.3.2.1 Sistema de Supervisión Automática de Trenes (ATS) .....	32
2.3.2.2 Servidores de Comunicaciones.....	32
2.3.2.3 Servidores de Base de Datos.....	33
2.3.2.4 Servidor de Gestión de Red.....	33
2.3.2.5 Estaciones de Trabajo.....	33



2.3.2.6	Red de datos .....	33
2.3.2.7	Impresoras de alta velocidad .....	33
2.3.2.8	Video controlador TCO .....	33
2.3.2.9	Display general TCO .....	33
2.3.3	Distribución de Alimentación .....	33
2.3.4	Descripción Técnica de los equipos .....	33
2.3.4.1	Servidores ATS (8) .....	33
2.3.4.2	Servidores de Comunicaciones (8) .....	34
2.3.5	Servidores de Base de Datos (4) .....	35
2.3.5.1	Servidor de Gestión de Red (NMS) (1) .....	35
2.3.5.2	Estaciones de Trabajo (17) .....	36
2.3.5.3	Monitores de Estaciones de Trabajo (51) .....	36
2.3.5.4	Sistemas de Almacenamiento en Red (NAS) (2) .....	36
2.3.5.5	Conmutador Teclado/Vídeo/Ratón (KVM) (4) .....	36
2.3.5.6	Switches de red (8) .....	36
2.3.5.7	Impresoras (4) .....	36
2.3.5.8	Armarios para los equipos .....	37
2.4	Equipos de Vía .....	37
2.4.1	Circuitos de Vía .....	37
2.4.1.1	Herramientas del circuito de vía .....	39
2.4.1.1.1	Sistema de diagnóstico del circuito de vía de audiofrecuencia (opcional) 39	
2.5	Balizas .....	47
2.6	Cambiavías .....	50
2.7	CaBLEs .....	51



**1. Sistema de Señalización**

El sistema ofertado corresponde al más avanzado sistema de señalización CBTC sin conductor de Ansaldo STS, el cual, desarrollado sobre la más última tecnología, está actualmente siendo implantado en diferentes fases y configuraciones en varios Metros alrededor del mundo como por ejemplo Copenhague y Taipei.

El sistema ATC (Control automático del tren) propuesto por Ansaldo STS es un sistema CBTC basado en señales de radio y sin conductor (UTO) que incluye equipos centrales, de vía y de a bordo del vehículo.

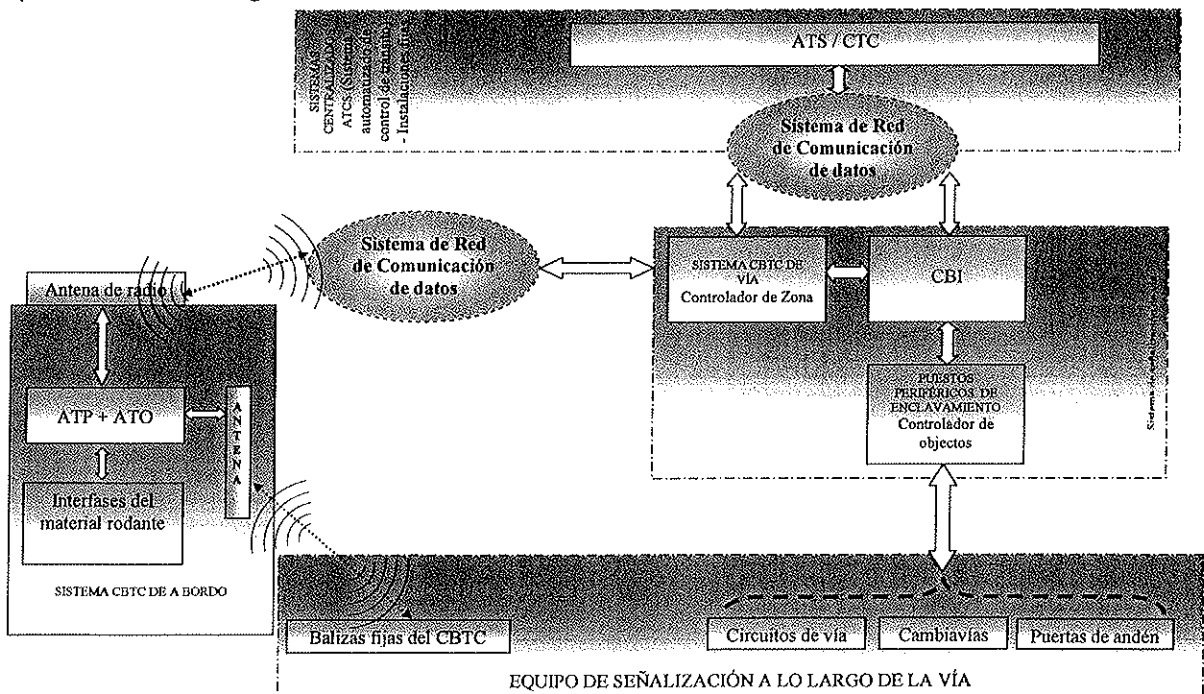
Dichos equipos proveen todas las funciones necesarias para el ATP (Protección automática del tren), el ATO (Operación automática del tren sin conductor) y ATS (Supervisión automática de trenes) de las Líneas 2 y 4 del Metro de Lima y Callao.

Los principios de señalización del ATC se basan en los principios estándar de CBTC junto con el subsistema de enclavamiento clásico. El subsistema de enclavamiento garantiza una parte de la protección de ATP en situaciones degradadas (imposibilidad de establecer la comunicación entre trenes y el PCO) o en la gestión operativa de trenes sin señalización de abordó (vehículos de mantenimiento).

El sistema ATC aquí propuesto está estructurado en capas e implementa los Requisitos técnicos del cliente para la totalidad de un conjunto de sub-sistemas que pueden resumirse de la siguiente manera:

- Supervisión automática de trenes [ATS]
- Enclavamiento electrónico [CBI]
- Separación segura de trenes (ATP de vía) [CBTC de vía]
- Protección automática del tren (ATP de a bordo) [CBTC de a bordo]
- Operación automática de trenes (ATO) [CBTC de abordó]

Las interacciones generales entre las funciones implementadas en cada subsistema se representan en la figura a continuación:



**Figura 1: Interacciones generales entre los principales sub-sistemas del ATC**

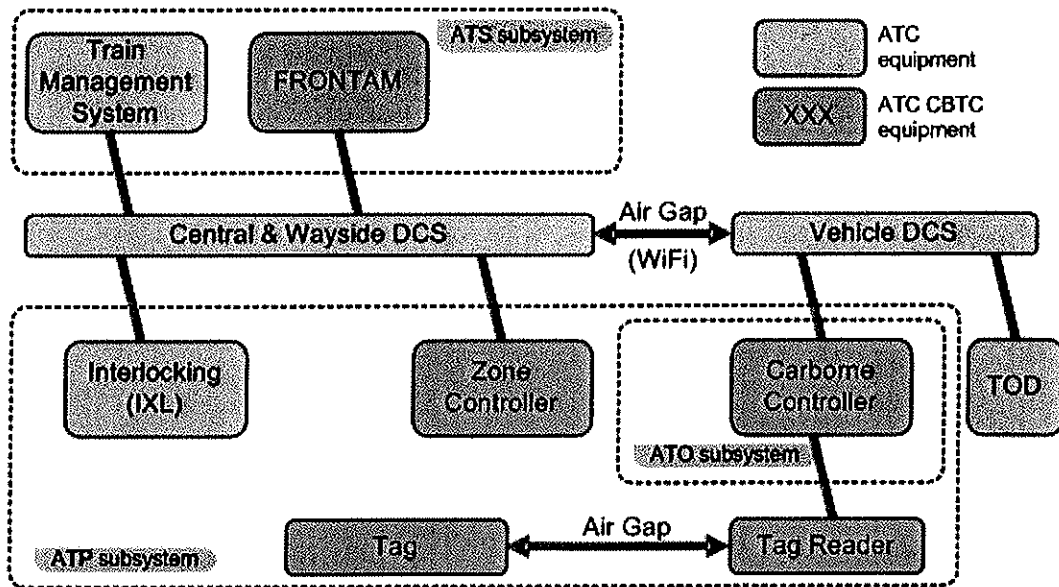


El Sistema ATC propuesto se realiza con tecnología flexible, es fácil de mantener y ha sido diseñado en relación con los otros sistemas tanto para conformar un sistema homogéneo, como también para facilitar la expansión futura del sistema.

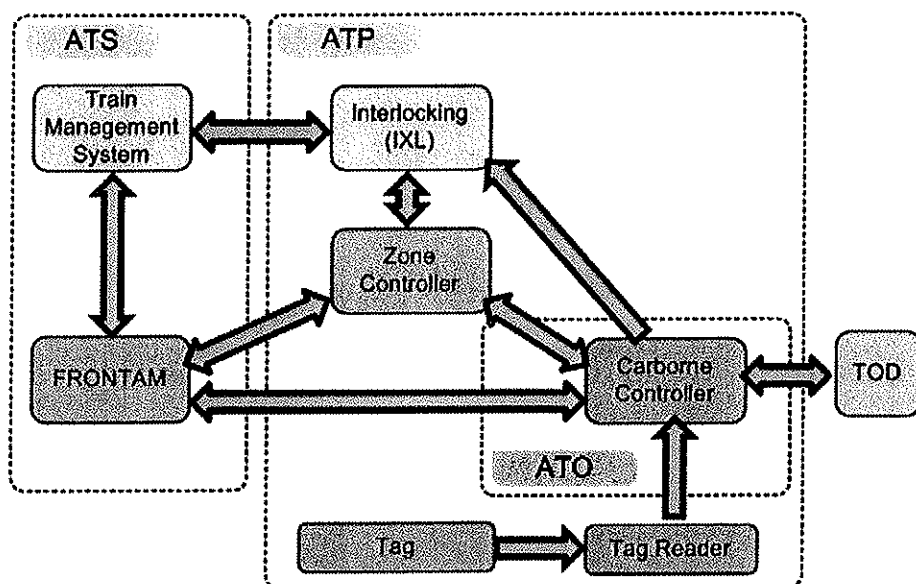
Este sistema CBTC de ASTS es un sistema de señalización Communications Based Train Control de bloque móvil, con grado de automatización GoA4 ("UTO", tal y como está definido en el estándar IEC 62690-1) y que utilizará, como detección secundaria o de respaldo, circuitos de vía de audiofrecuencia.

La siguiente figura presenta de forma abstracta un diagrama de bloques con la estructura del sistema CBTC de ASTS, permitiendo distinguir los equipos que componen el sistema:

- Subsistema de enclavamiento (Interlocking IXL)
- Subsistema CBTC de vía (Controlador de Zona ZC y balizas)
- Subsistema CBTC de abordó (Controlador de abordó CC)
- Subsistema DCS de abordó (radio y antenas vehicle DCS)
- Subsistema DCS de vía (radio y antenas)
- Subsistema ATS (Train management system y Centralización de alarmas)



Los principales interfaces se muestran en el siguiente diagrama:



Finalmente, en lo que se refiere a la localización prevista de los equipos, el sistema propuesto está compuesto de:

- Una sala de control principal en cada PCO-N (Patio Santa Anita para Línea 2 y Patio Bocanegra para Línea 4), con todos los puestos de trabajo para el control y la administración de las líneas así como también de los talleres.
- Una sala de control de respaldo (PCO-E), en la estación Carmen de la Legua (compartida entre ambas líneas), con todos los puestos de trabajo para el control y la administración de las líneas 2 y 4 así como también de los patios y talleres de Santa Anita (línea 2) y Bocanegra (línea 4). Además, se instalarán en esta localización también los puestos de capacitación (que sólo se utilizarán cuando el PCO-E no se encuentre activo).
- Un conjunto de equipos centralizados localizado en los recintos técnicos principales de señalización en los PCO-N y en los PCO-E (ambos instalados, aunque en recintos técnicos separados, en la estación Carmen de la Legua) que administra la supervisión y las comunicaciones tanto de las líneas principales como de los Talleres.
- Un conjunto de equipos vitales principales localizado en la estación de Colectora Industrial para la Línea 2 y en el recinto técnico del Patio Santa Anita para el deposito, las cocheras y los talleres de la Línea 2 que gestionará las funciones de enclavamiento y CBTC de vía;
- Un conjunto de equipos vitales principales localizado en el recinto técnico del Patio Bocanegra para para la Línea 4 y el deposito, las cocheras y los talleres de la Línea 4 que gestionará las funciones de enclavamiento y CBTC de vía;
- El equipo distribuido en cada recinto técnico a lo largo de las líneas principales y en los recintos técnicos en el área de talleres. Más precisamente se diseñarán 2 tipologías de recinto técnico periférico: estación con maniobras y estación de paso.
- El equipo lateral de vía, instalado a lo largo de las mismas.
- Equipo de a bordo para cada vehículo de pasajeros.

Un esquema general de la arquitectura funcional que se propone para el Metro de Lima y Callao se presenta en la figura siguiente (se ha tomado como ejemplo la Línea 2).

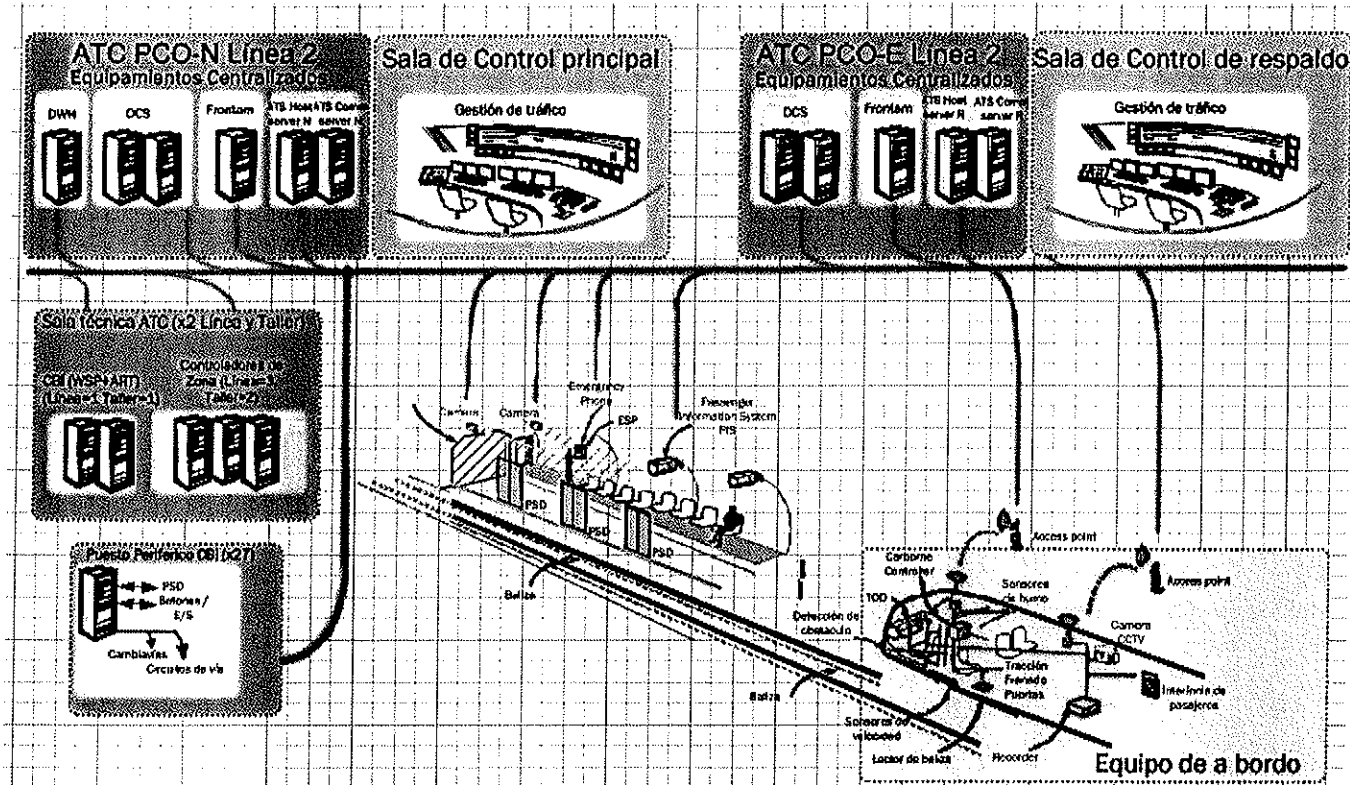


Figura 2: Arquitectura referencial del Sistema de señalización CBTC

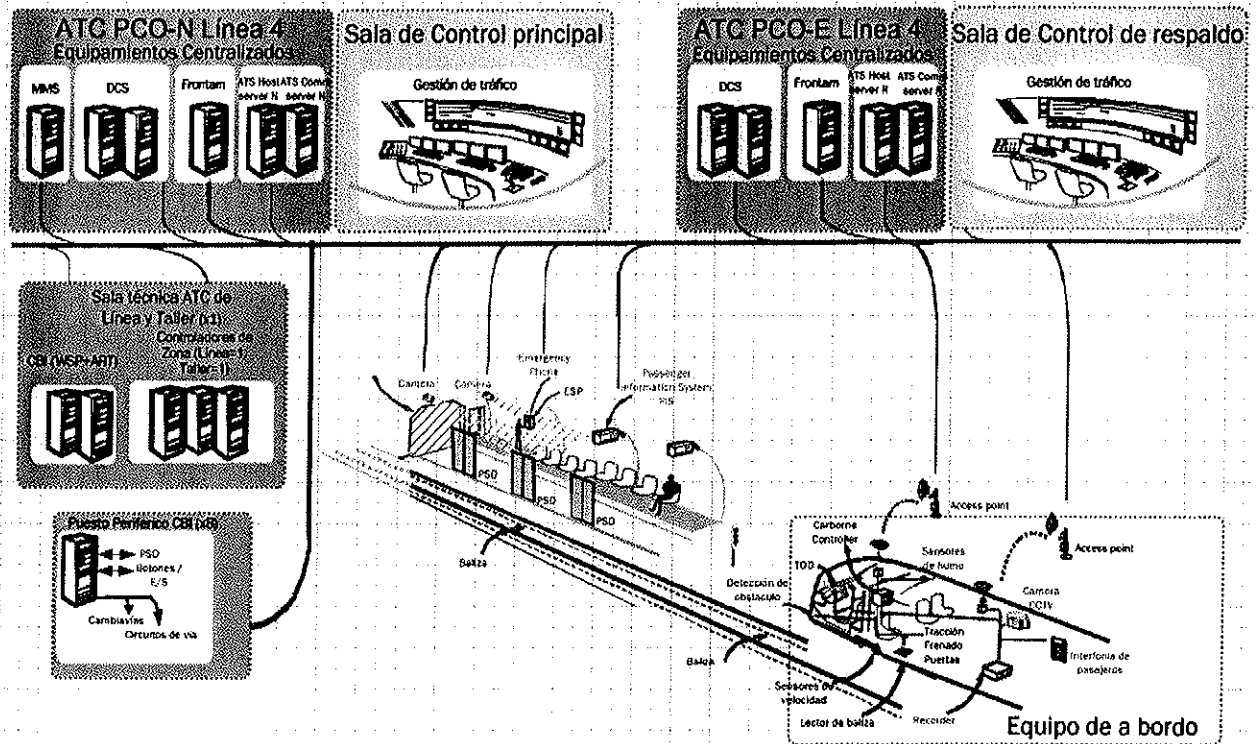
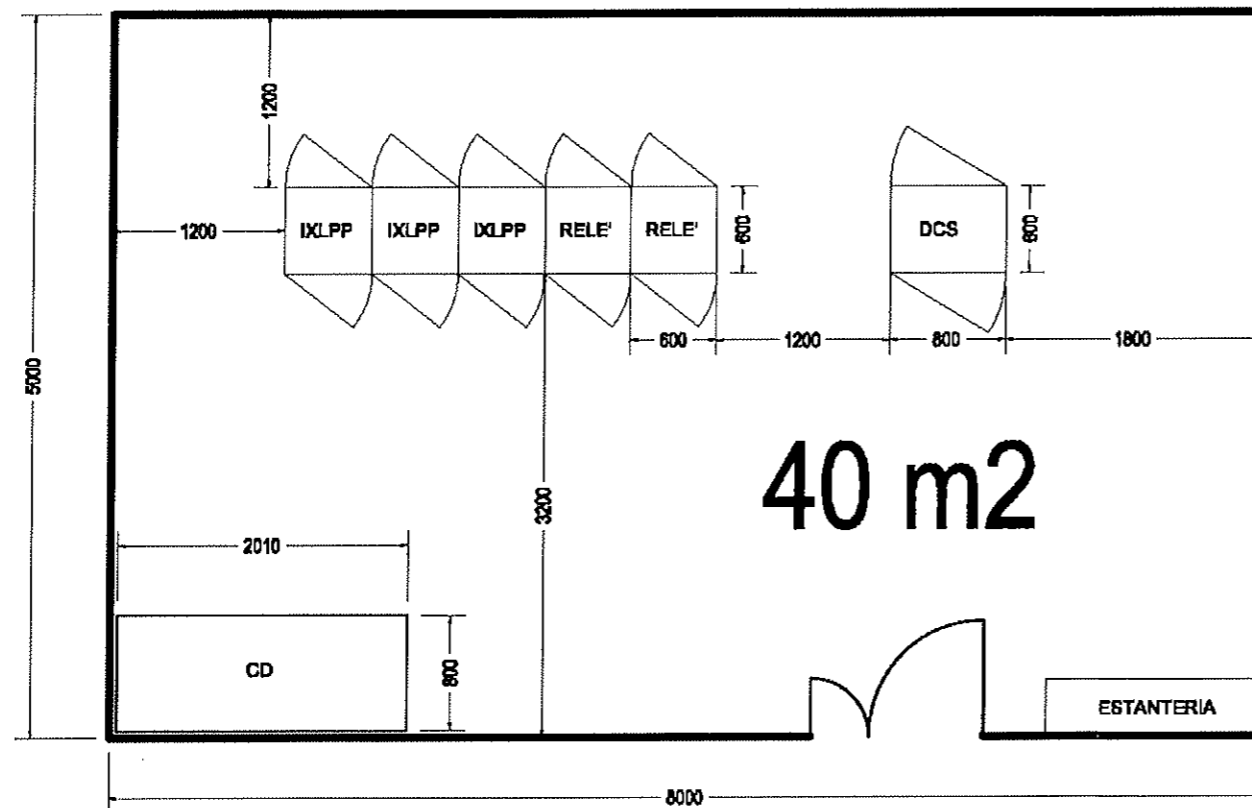


Figura 3: Arquitectura referencial del Sistema de señalización CBTC

En las páginas siguientes se proporcionan los detalles de la instalación de los equipos de señalización en los diferentes tipos de recinto técnico.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JURADO SÁBIDO GARCÍA  
 REPRESENTANTE LEGAL



**Recintos técnicos (Línea 2-4)**

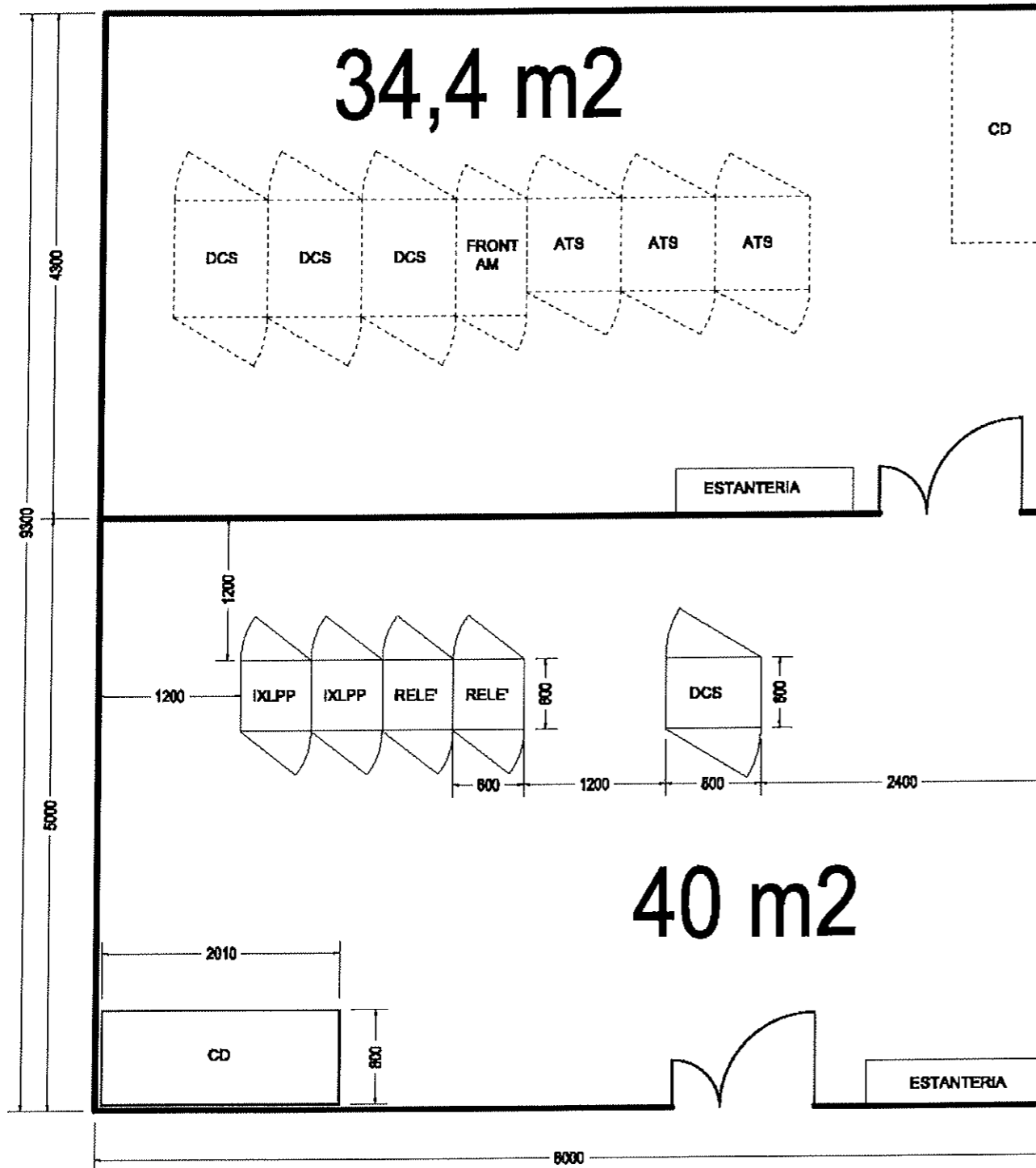
Estación:

Todas las estaciones excepto  
Colectora Industrial

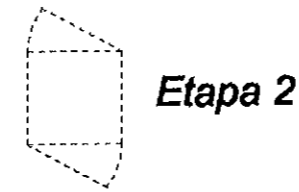
LEYENDA	
CD	Cuadro de Distribución y distribución de energía
IXL Server	Subsistema de Enclavamiento – Bastidor de Servidores gestión de alarmas e interfaces de comunicación
WSP /ART	Subsistema de Enclavamiento – Unidad de Enclavamiento de Zona
DXLPP	Subsistema de Enclavamiento – Controlador de dispositivos de vía
ZC	Subsistema CBTC – Controlador de Área





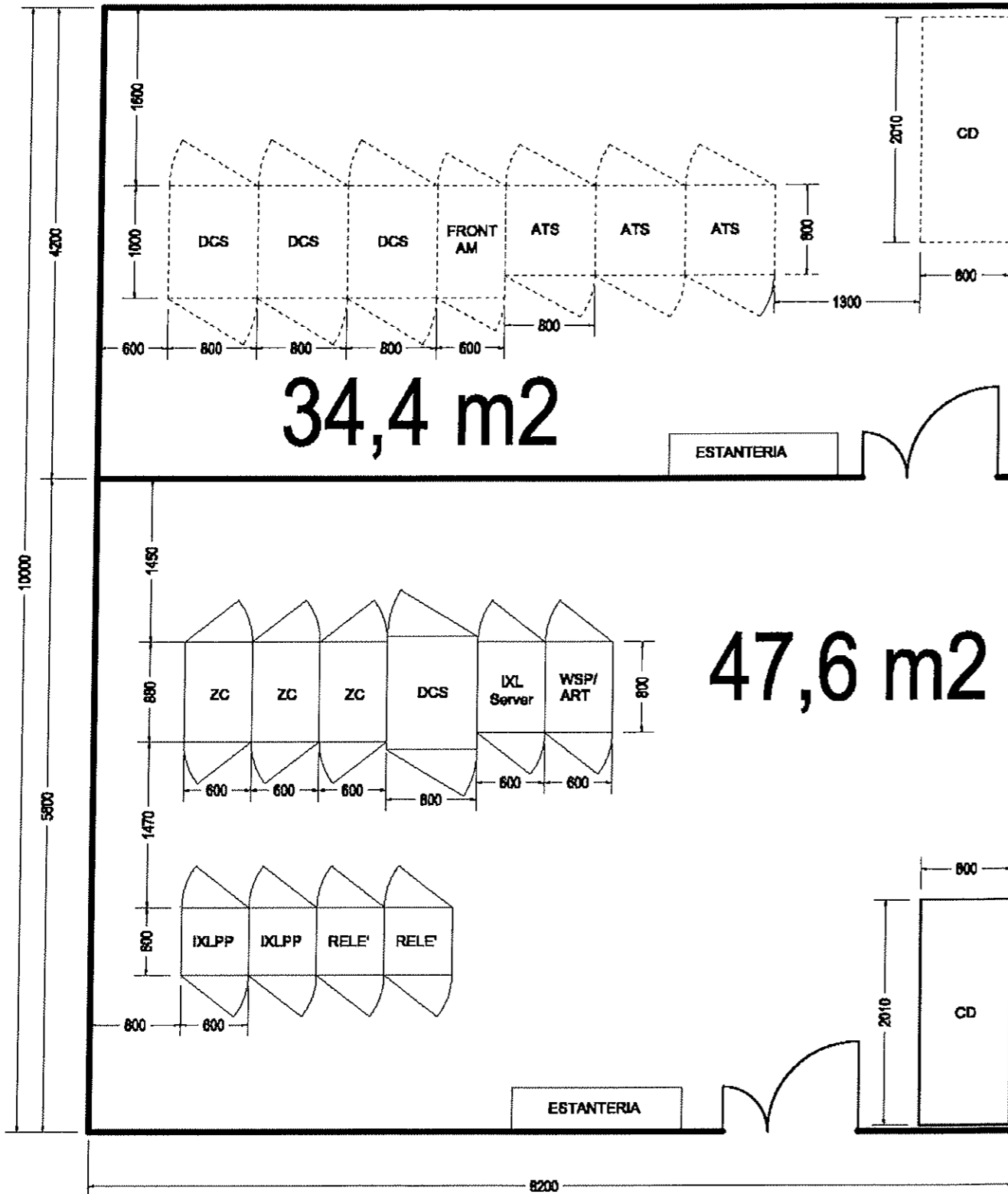


Recinto técnico OCC  
Carmen de la Legua  
Línea 2



LEYENDA	
CD	Cuadro de Distribución y distribución de energía
IXL Server	Subsistema de Enclavamiento – Bastidor de Servidores gestión de alarmas e interfaces de comunicación
WSP /ART	Subsistema de Enclavamiento – Unidad de Enclavamiento de Zona
IXLPP	Subsistema de Enclavamiento – Controlador de dispositivos de vía
ZC	Subsistema CBTC – Controlador de Área



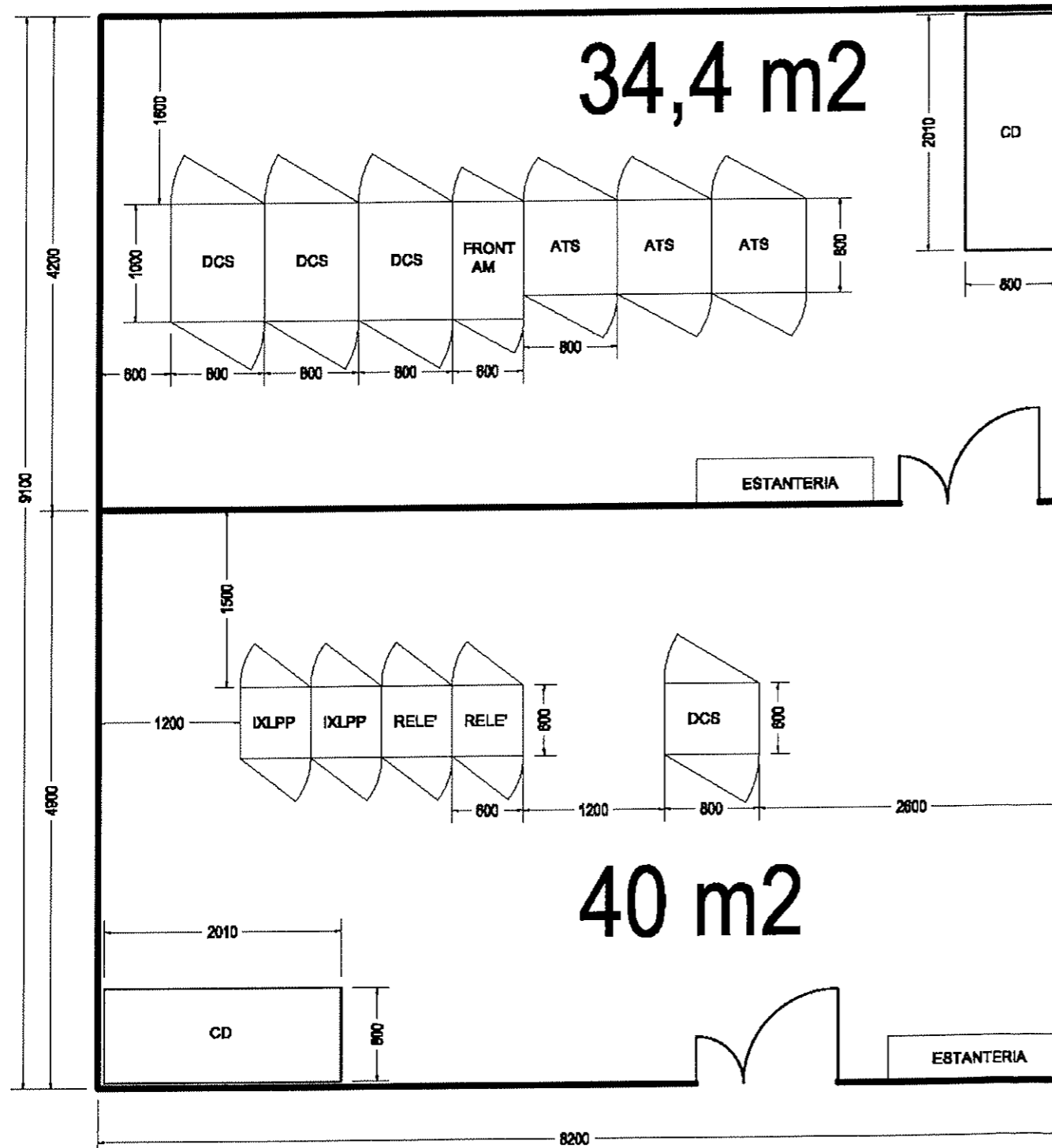


Recinto técnico OCC  
Colectora Industrial  
Línea 2



Etapa 1A-1B

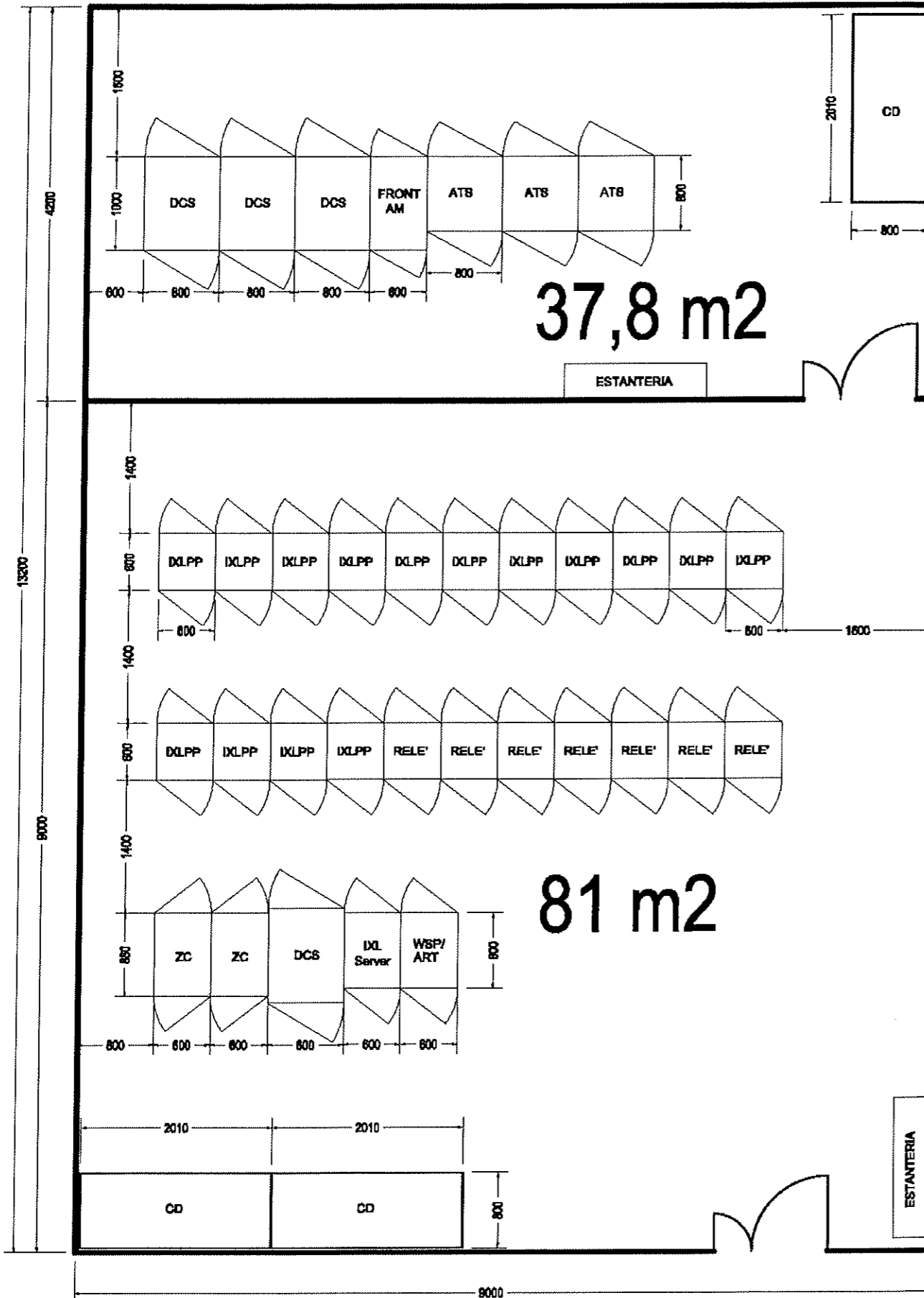
LEYENDA	
CD	Cuadro de Distribución y distribución de energía
IXL Server	Subsistema de Enclavamiento – Bastidor de Servidores gestión de alarmas e interfaces de comunicación
WSP /ART	Subsistema de Enclavamiento – Unidad de Enclavamiento de Zona
IXLPP	Subsistema de Enclavamiento – Controlador de dispositivos de vía
ZC	Subsistema CBTC – Controlador de Área



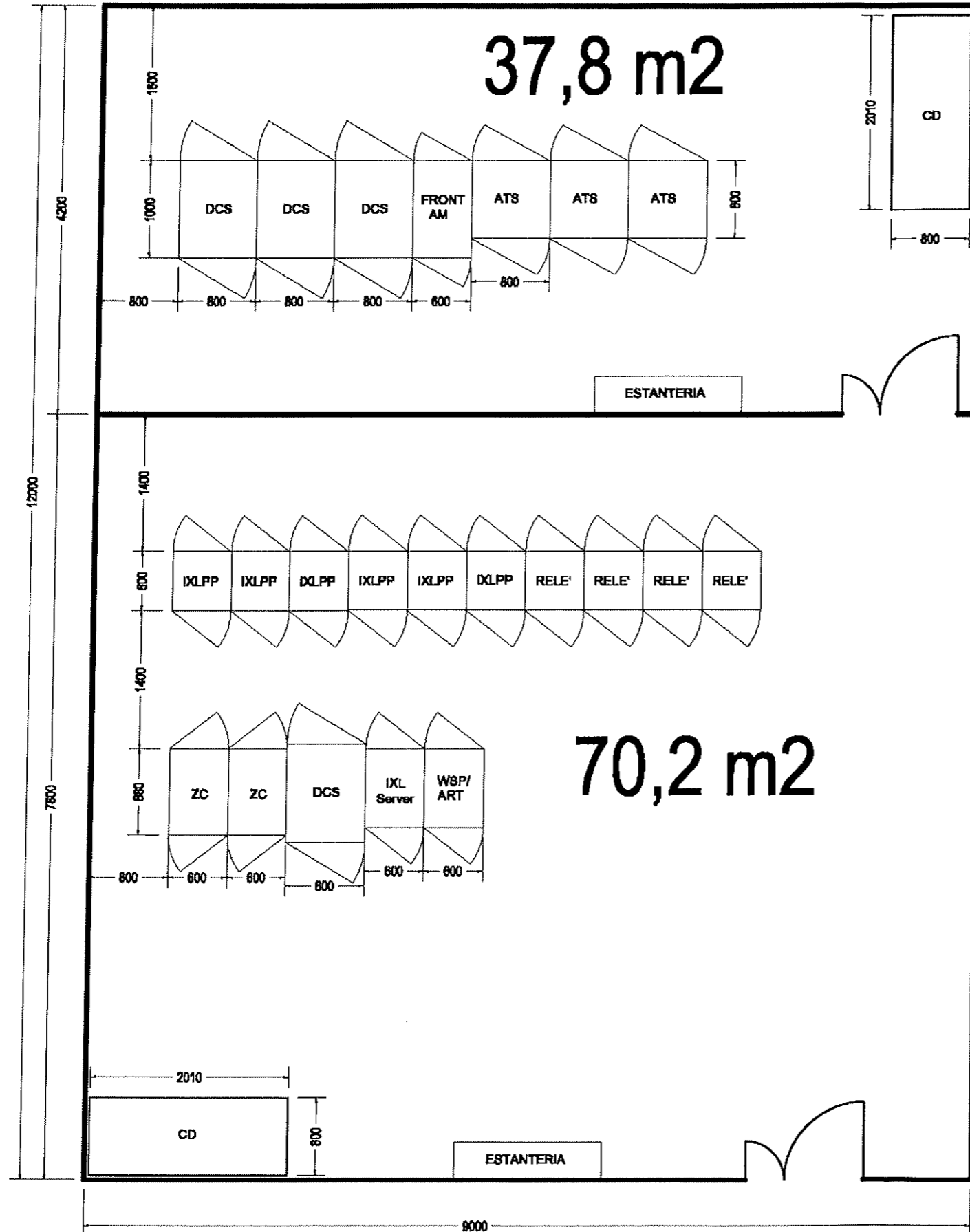
Recinto técnico OCC  
Carmen de la Legua  
Línea 4

LEYENDA	
CD	Cuadro de Distribución y distribución de energía
IXL Server	Subsistema de Enclavamiento – Bastidor de Servidores gestión de alarmas e interfaces de comunicación
WSP /ART	Subsistema de Enclavamiento – Unidad de Enclavamiento de Zona
IXLPP	Subsistema de Enclavamiento – Controlador de dispositivos de vía
ZC	Subsistema CBTC – Controlador de Área

Recinto técnico  
Santa Anita  
Taller Línea 2



LEYENDA	
CD	Cuadro de Distribución y distribución de energía
IXL Server	Subsistema de Enclavamiento – Bastidor de Servidores gestión de alarmas e interfaces de comunicación
WSP /ART	Subsistema de Enclavamiento – Unidad de Enclavamiento de Zona
IXLPP	Subsistema de Enclavamiento – Controlador de dispositivos de vía
ZC	Subsistema CBTC – Controlador de Área



Recinto técnico  
Bocanegra  
Taller Línea 4

LEYENDA	
CD	Cuadro de Distribución y distribución de energía
IXL Server	Subsistema de Enclavamiento – Bastidor de Servidores gestión de alarmas e interfaces de comunicación
WSP /ART	Subsistema de Enclavamiento – Unidad de Enclavamiento de Zona
DLPP	Subsistema de Enclavamiento – Controlador de dispositivos de vía
ZC	Subsistema CBTC – Controlador de Área





## 2. Descripción hardware de los equipos del sistema CBTC de Vía

En esta sección se proporcionan las informaciones sobre los equipamientos a ser instalados en las estaciones y a lo largo de la vía.

### 2.1 SUBSISTEMA DE ENCLAVAMIENTO

#### 2.1.1 Descripción general

El subsistema de enclavamiento propuesto está basado en el producto genérico de Ansaldo STS llamado ACC/WSP (ACC es un acrónimo italiano para indicar Computer Based Interlocking y WSP es el acrónimo inglés de Wayside Standard Platform) que es un producto al nivel del estado del arte actual (state of the art), y que está ya siendo utilizado ampliamente en todo el mundo, tanto para aplicaciones de metro y ferrocarriles

El producto genérico ACC/WSP soporta tanto arquitecturas centralizadas como distribuidas.

El subsistema de enclavamiento propuesto se basa en una estructura de enclavamiento distribuida por áreas funcionales: todas las funciones/lógicas serán agrupadas en una sala técnica para cada zona de señalización y las computadoras IXL de cada zona enviarán comandos y recogerán controles a/desde los dispositivos de campo y equipos a lo largo de la vía por medio de unos equipos dedicados llamados Puestos Periféricos (PP). Estos PP serán distribuidos en recintos técnicos llamados sitios periféricos (Peripheral Locations, PL en inglés) en cada estación a lo largo de la vía y se conectarán al enclavamiento de zona por medio de una red dedicada de comunicación geográfica (red de telecomunicaciones de larga distancia: TLC-LD).

Además de lo anterior, también será posible gestionar el sistema de señalización a través de una interfaz operador centralizada en el PCO-N/PCO-E.

El (IXL) subsistema de enclavamiento funcionará automáticamente, bajo el subsistema de supervisión ATS; si es necesario (es decir, en caso de escenarios de falla debido a problemas en los dispositivos de vía), el operador IXL puede tomar el control, por medio de la interfaz centralizada, y enviar comandos específicos vitales para gestionar las situaciones degradadas de la línea (por ejemplo, comandos para restaurar el control de posición de un cambiavía).

#### 2.1.2 Principales características del Subsistema de Enclavamiento

Las principales características son:

- Funciones de enclavamiento agrupadas por "áreas funcionales"/"zonas de gestión";
- Interfaz operador centralizada en el PCO-N/PCO-E;
- Supervisión de diagnóstico de los equipos;
- Grabación cronológica de eventos;
- Comunicación segura con el subsistema de separación de tren (subsistema CBTC);
- Comunicación con el subsistema ATS para la supervisión automática;
- Gestión de situaciones y escenarios de operación degradada.

Por otra parte, la arquitectura adoptada es escalable y puede ser actualizada para la futura integración de nuevas funciones y/o extensiones de las líneas.

#### 2.1.3 Arquitectura General

Todo el subsistema de enclavamiento se basa en tres tipologías de instalaciones principales. Éstas son:

- |   |     |
|---|-----|
| • Computer Based Interlocking                       | CBI |
| • Puesto Periférico                                 | PP  |
| • Dispositivos de vía (equipos a lo largo de línea) | FD  |

La siguiente imagen muestra una representación esquemática de la arquitectura del subsistema IXL.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



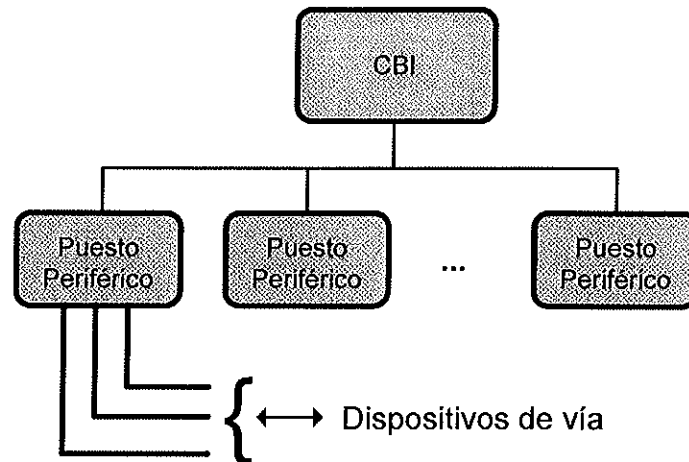


Figura 4: Representación esquemática de la arquitectura del subsistema IXL

#### 2.1.4 Equipo Principal de Enclavamiento (CBI)

El equipo principal de IXL llevará a cabo las siguientes funciones principales:

- Control de los dispositivos de vía (por ejemplo, señales y cambiavías), a través de tarjetas electrónicas dedicadas o interfaces de relés para los equipos que no sean estándar de Ansaldo STS;
- Procesamiento de comandos de ruta y funciones de protección de seguridad (por ejemplo, bloqueo de aproximación, superposiciones (overlap), protección de flanco);
- Gestión de las interfaces de operador relacionadas con el enclavamiento;
- Supervisión y diagnóstico de los equipos y componentes del subsistema de enclavamiento;
- Grabación de eventos;
- Intercambio de datos con el subsistema de supervisión ATS;
- Intercambio de datos con el subsistema CBTC.

El CBI incluye:

- *Sección Núcleo de Seguridad* - Un bastidor con una Unidad de Enclavamiento Centralizada (CIU) ACC/WSP, llamado también "Núcleo de Seguridad WSP", que incluye el núcleo de las funciones lógicas de señalización. Se basa en una arquitectura de computación paralela donde las funciones de seguridad se ejecutan mediante una estructura 2x2oo2 (2 de 2 con reserva en caliente); esta arquitectura además se replica en configuración redundante con el fin de asegurar la disponibilidad
- *Subsistema ART*, que incluye:
  - **ART 1/2:** ART1 y ART2 son un par de servidores; cada uno se basa en la plataforma HW comercial CompactPCI® y el sistema operativo Windows;
  - **DGM 1/2:** DGM1 y DGM2 son un par de servidores; cada uno se basa en la plataforma HW comercial CompactPCI® y el sistema operativo Windows;
  - **TEL 1/2:** TEL1 y TEL2 son un par de servidores; cada uno se basa en la plataforma HW comercial CompactPCI® y el sistema operativo Windows;
  - una red LAN para conectar servidores entre sí y a la CIU.

## A.7.6.5 SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN



Las funciones del subsistema ART no implican funciones de seguridad, pero son necesarias para la gestión de todo el sistema como, por ejemplo, el diagnóstico del sistema, el registro de todos los eventos, la interfaz con los Puestos de Operador y la conexión con el subsistema ATS.

- *Subsistema de distribución de energía*

El equipo principal de IXL descrito anteriormente se estructura en dos armarios:

- “*Armario vital*” que aloja:
  - Núcleo de Seguridad y sus tarjetas electrónicas;
  - Tarjetas DUET;
  - KVM Switch Console (dispositivo de I/O utilizado por el personal para operar en los servidores en la fase de instalación y para fines de mantenimiento);
  - Servidores ART1/2 y DGM1/2;
  - Switch LAN que realiza la interfaz entre el Núcleo de Seguridad y la red Ethernet (LAN de señalización);
  - Switches TLC-LD que realizan la interfaz entre el Núcleo de Seguridad y la red TLC-LD
- “*Armario de expansión*” que aloja:
  - Servidores TEL1/2;
  - Un bastidor que incluye 2 tarjetas VIPC para funciones de diagnóstico;
  - DS 1/2, un par de servidores para diagnóstico remoto de la red LAN y TLC-LD
  - Switches de Servicio Común (CS) que realizan la interfaz entre lo que se llaman Sistemas de Servicio Común como por ejemplo el NMS (Network Management Station)

Las líneas de alimentación en el interior de los armarios vitales y expansión están protegidas por interruptores magnetotérmicos dedicados para ofrecer un alto nivel de mantenimiento.





**ARMARIO VITAL**

**ARMARIO EXPANSIÓN**

- Interruptores Magnetotérmicos
- Núcleo en seguridad Sección On-Line
- Núcleo en seguridad Sección Back-up
- Tarjetas DUET
- Switches Ópticos (módulos FOS1)
- Consola switch KVM
- Interruptores Magnetotérmicos
- ART1/DGM1
- ART2/DGM2
- Switches LAN (N)
- Switches LAN (R)
- Switches TLC-LD (N)
- Switches TLC-LD (R)

- Interruptores Magnetotérmicos
- Bastidor Diagnóstico
- TEL1/2
- DS1/2
- Switches Servicio Común (SIG)
- Switches Servicio Común (TLCLD)

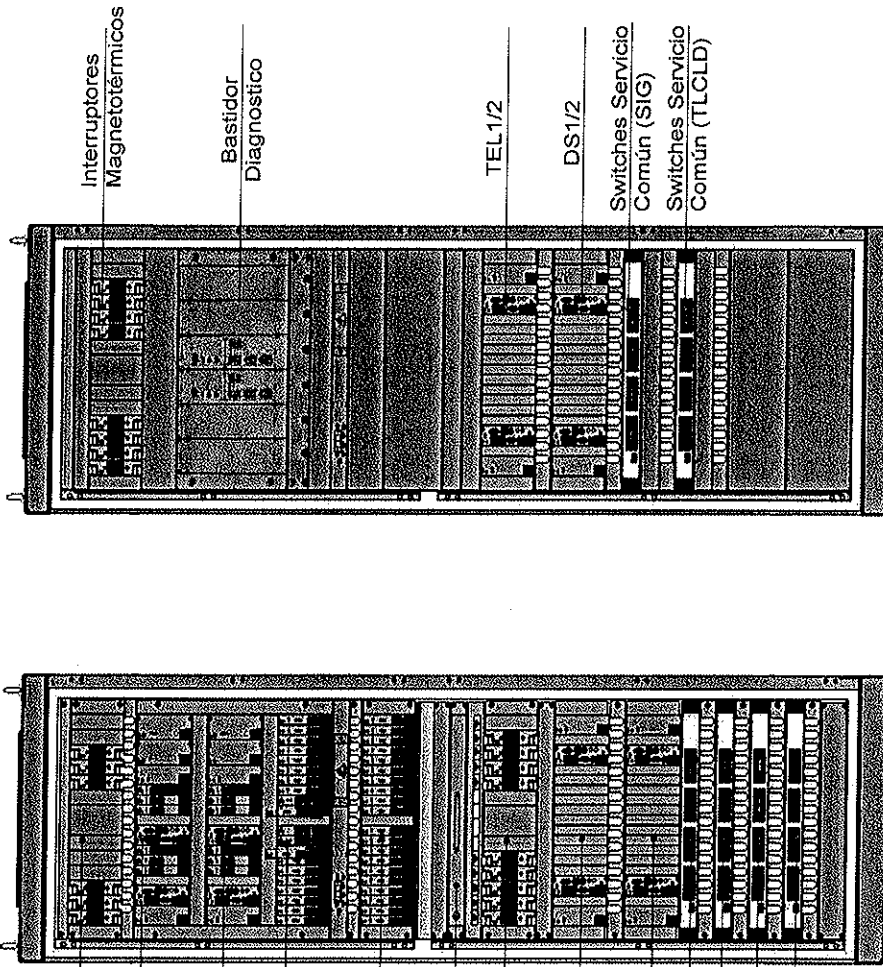


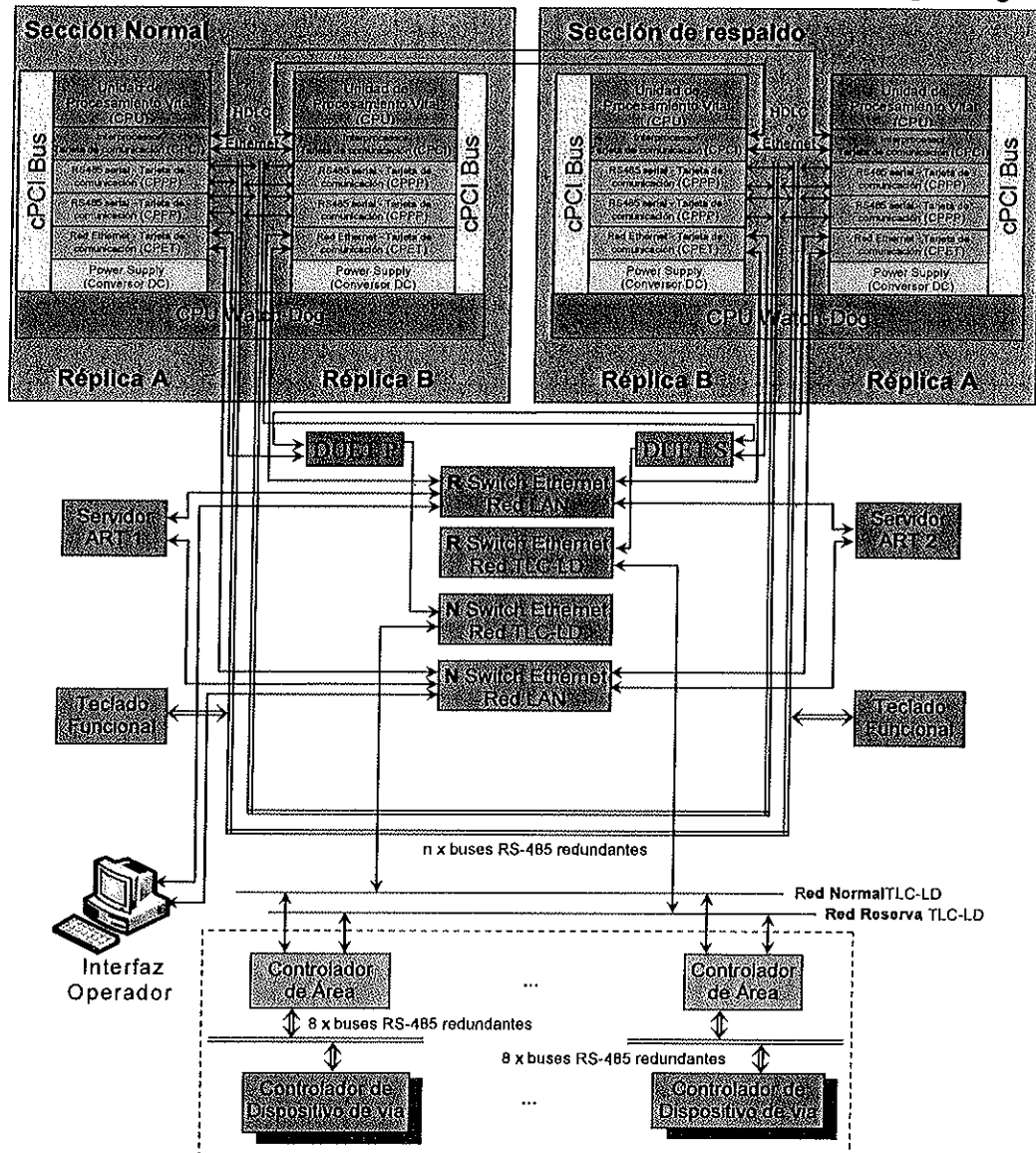
Figura 5: Armarios del CBI

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA  
REPRESENTANTE LEGAL



**2.1.5 Núcleo en seguridad**

El núcleo del subsistema de enclavamiento es el Núcleo de Seguridad, donde se ejecuta el software vital con las funciones de la aplicación de procesamiento en seguridad y de comunicaciones. Consta de dos secciones vitales 2 de 2 idénticas denominadas Sección On-Line y Sección Back-Up, que en conjunto realizan una arquitectura 2 de 2 en reserva caliente, como se muestra en la figura siguiente:



**Figura 6: Arquitectura del Núcleo en seguridad WSP**

Las dos secciones son completamente redundantes. Cada sección se puede desactivar sin interrumpir el servicio y se compone de dos réplicas. Cada réplica se compone de tarjetas hardware como se muestra en la figura anterior:

- Una tarjeta **CPU** comercial como réplica vital
- Una o dos tarjetas (la segunda es opcional y se puede insertar en función de la necesidad del volumen de comunicación hacia los dispositivos de vía) de comunicaciones serie RS485 10 Mb/ s, llamadas **CPFP**;
- Una tarjeta de comunicaciones red Ethernet, llamada **CPET**;





- Una tarjeta para intercomunicaciones del par en la misma sección del Núcleo de Seguridad y comunicaciones con el procesador homólogo de la otra pareja (entre secciones), llamada **CPCI**;
- Una tarjeta comercial que proporciona alimentación para el procesador, **Convertor DC**;
- Un backplane CompactPCI para las comunicaciones entre los módulos mencionados anteriormente, llamado **BWSP**;
- Dos tarjetas de funcionalidad Watchdog Vital para cada sección (las dos son comunes para cada réplica de la sección): en caso de fallo de una sección, estas tarjetas cortarán la principal fuente de alimentación de 48 Vdc. Como resultado, toda la sección se apagará y será aislada del resto del sistema. Por lo tanto, el sistema cambia a la sección de reserva en caliente y puede funcionar de forma segura con una sola 2de2 sección activa.

El subsistema WSP es un enclavamiento vital, certificado SIL4 (Safety Integrity Level 4) de acuerdo con las Normas CENELEC EN50126, EN50128 y EN50129.

La comunicación hacia los Puestos Periféricos y los otros subsistemas se implementará a través de dos canales (llamados comunicación "primaria" y "secundaria"); la arquitectura WSP incluye tarjetas **DUET** que permiten a las 4 réplicas para comunicarse entre sí mediante el uso de los dos canales mencionados. Las principales características de **DUET** son:

- La tarjeta **DUET** primaria está conectada a las réplicas A de ambas secciones por medio de las tarjetas **CPET** y la tarjeta **DUET** secundaria a ambas réplicas B; la tarjeta **DUET** opera como un duplicador de Ethernet, dirigiendo adecuadamente los paquetes de datos hacia las dos réplicas homólogas de las dos secciones;
- Las tarjetas **DUET** están a cargo de:
  - realizar la comunicación con los Puestos Periféricos a través de la red TLC-LD;
  - realizar la comunicación con los Controladores de Zona CBTC (ZCs) a través de los firewalls del DCS.

La conexión entre el armario WSP CIU y los armarios de los Puestos periféricos se puede realizar de dos maneras diferentes:

- a través de 18 conexiones serie redundantes RS485 (18+18) proporcionadas por las tarjetas **CPPP**;
- a través de conexiones redundantes Ethernet proporcionadas por las tarjetas **CPET**.

### 2.1.6 ART

El subsistema de Alarmas, Registro y Mando remoto (ART - Alarms, Recording and Telecontrol en inglés) está compuesto por los siguientes módulos hardware:

- un par de servidores basados en la plataforma HW comercial CompactPCI® y el sistema operativo Windows, asignados a :
  - la gestión de la interfaz entre el Núcleo en seguridad y los otros subsistemas;
  - recoger las alarmas de los dispositivos de vía, de los equipos del sistema y los estados de la lógica de seguridad;
- un par de servidores DGM1 y DGM2, basado en la plataforma HW comercial CompactPCI® y el sistema operativo Windows, asignados a :
  - realizar las funciones de diagnóstico y mantenimiento;
  - registrar los eventos ocurridos en el subsistema;
- un par de servidores TEL1 y TEL2, también basado en la plataforma HW comercial
- CompactPCI® y el sistema operativo Windows, a cargo de la conexión entre IXL y ATS por:



- intercambio de datos, comandos e indicaciones;
- sincronización de hora local del WSP (datos recibidos del subsistema ATS, sincronizado a su vez con el reloj global de sistema)
- una red LAN para conectar todos los servidores entre sí y con la CIU.
- 

### **2.1.7 Red LAN de señalización**

La red LAN de Señalización puede ser considerada como parte del subsistema ART y realiza la conexión entre el Núcleo de seguridad y los siguiente equipos:

- Servidores ART1/2, DGM1/2 y TEL1/2;
- Puestos de Operador en PCO-N/PCO-E;
- Switches de Servicio Común (CS) que realizan la interfaz entre IXL y lo que se llaman Sistemas de Servicio Común, como el NMS (Network Management Station)

La comunicación se realiza a través de dispositivos Ethernet estándar que se conectan por medio de dos switches redundantes Hirschmann MACH1040 (Normal y Reserva), llamados "Switches LAN".

La Figura muestra una representación de la arquitectura de la red del equipo principal de IXL. La arquitectura es totalmente redundante con el fin de hacer que el sistema sea inmune a un fallo simple. En la figura puede verse la red de "doble anillo" en la que un anillo se denomina "Normal" y el otro "Reserva".

Estos anillos, después de cubrir todos los switches de interfaz, se concentran en los switches LAN.

#### ***2.1.7.1 Interfaz entre el Núcleo de seguridad y los servidores ART, DGM y TEL***

La conexión entre el Núcleo de seguridad y los Switches LAN se realiza a través de 4 cables Ethernet. Por medio de 2 conectores RJ45, cada cable conecta una de las 4 tarjetas CPET del Núcleo en seguridad con un switch LAN, como se muestra en la siguiente Figura 7.

Ambos switches se conectan no sólo con ART1 y ART2 sino también con los otros servidores (DGM1, DGM2, TEL1, TEL2) y con los Puestos de Operador por medio de los switches Hirschmann RS-40 que a su vez están conectados a los anillos LAN.

Ha de tenerse en cuenta que la comunicación en la red del Núcleo en seguridad está realizada mediante el intercambio de información exclusivamente con ART1 y ART2.

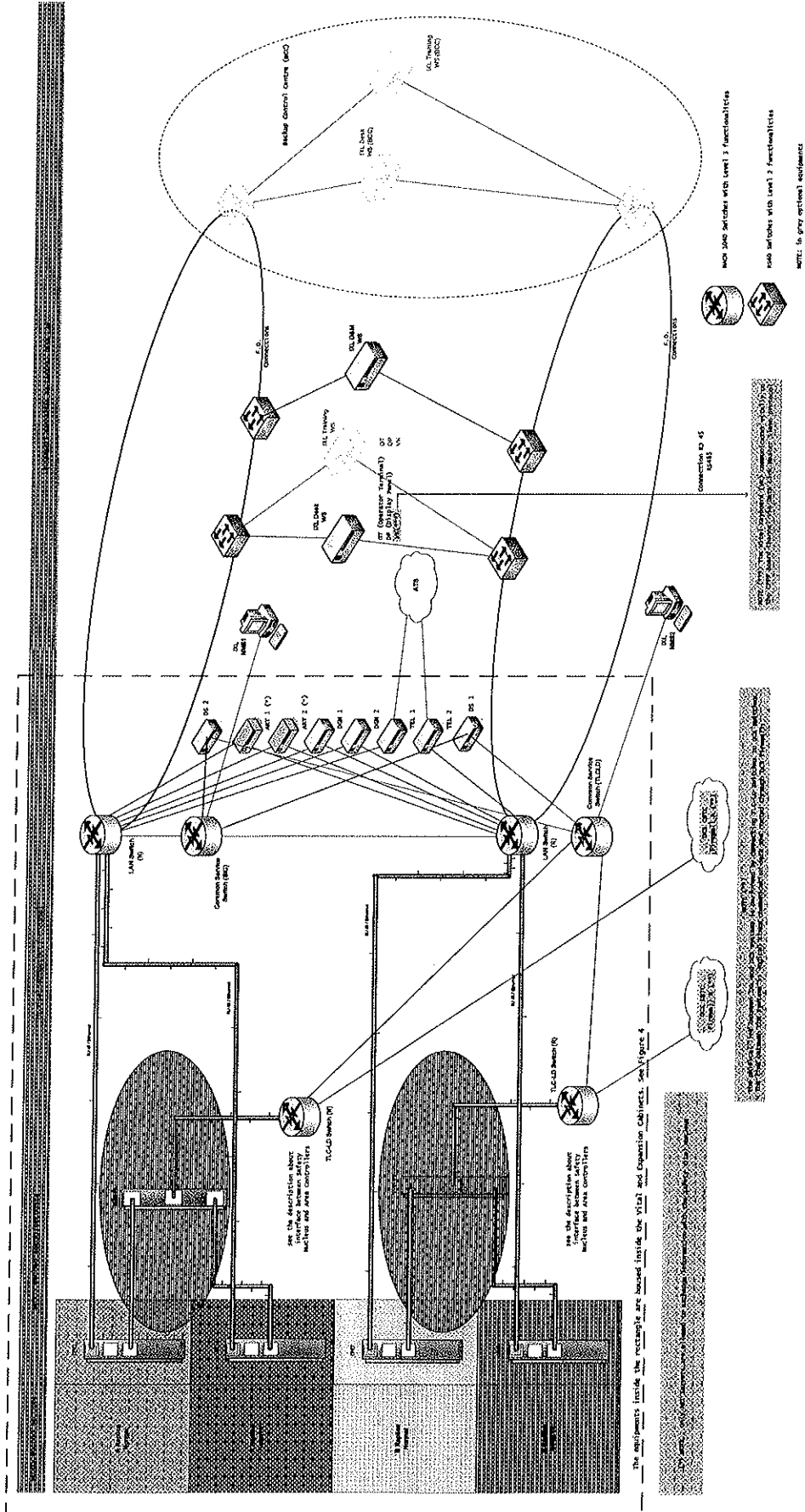


Figura 7: Arquitectura de la red LAN de señalización

### 2.1.8 Interfaz Operador - Funciones de Enclavamiento

La descripción que se proporciona en los siguientes párrafos se refiere al interfaz de operador dedicado al subsistema de enclavamiento, si bien las características y funciones son también aplicables a la interfaz operador única centralizada.

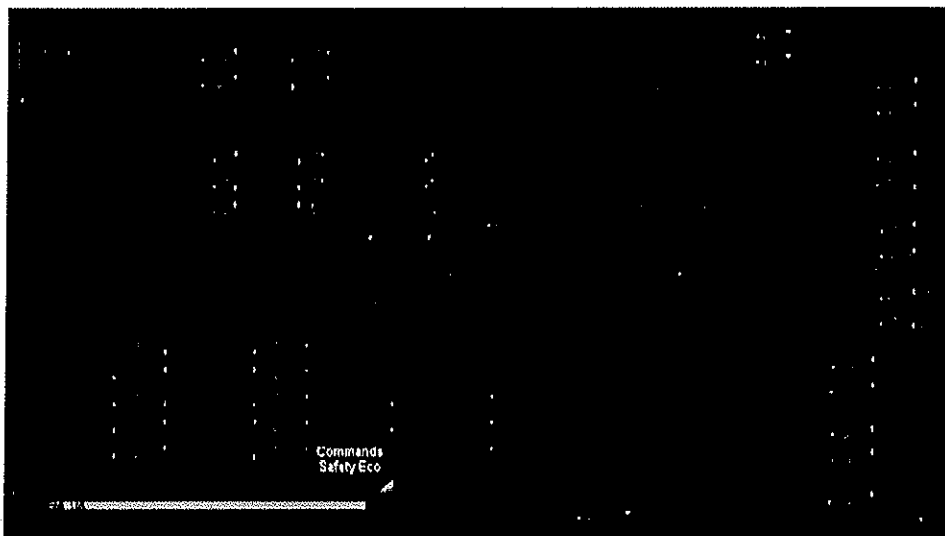
#### **2.1.8.1 Puesto de Operador – Gestión del Enclavamiento**

El Puesto Operador de enclavamiento representa la interfaz entre el Operador y el Núcleo en seguridad del subsistema de enclavamiento.

La interfaz Operador estará en idioma español.

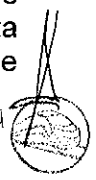
La interfaz Operador se compone normalmente de:

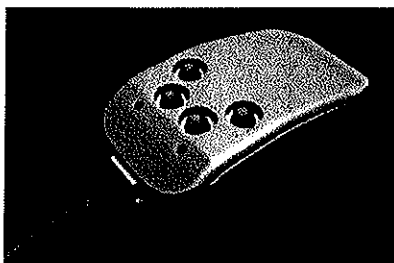
- Dos pantallas:
  - una pantalla, llamada “Display Panel” (DP), que muestra el esquema referencial de la vía y el estado de los equipos de señalización a través de símbolos dedicados. En una porción del DP hay también la ventana de “eco” que muestra el comando activado (comando que se ha enviado directamente a la CIU del enclavamiento)



**Figura 8: Ejemplo de Display Panel**

- otra pantalla, llamada “Terminal Operador” (TO), que permite al Operador enviar comandos hacia el enclavamiento. Los comandos que implican condiciones de seguridad se deberán confirmar utilizando el Teclado Funcional vital. El TO proporciona también la información sobre el estado del sistema; el TO se compone de 3 áreas funcionales:
  1. Comandos.
  2. Información al Operador, incluyendo controles para mostrar/ocultar las identificaciones de los equipos de señalización en el DP y mensajes al Operador enviados por la lógica de seguridad (por ejemplo cuando un comando no se ha ejecutado por el sistema)
  3. Alarmas del sistema.
- Un teclado funcional vital (Vital Keyboard en ingles - VK), es un equipo a prueba de fallos (fail-safe) que permite al Operador confirmar en seguridad los comandos de alta integridad. El teclado funcional también permite enviar las verificaciones de reconocimiento de los comandos en condiciones de fallo.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL 



**Figura 9: Teclado funcional**

Las funcionalidades del Teclado Funcional se pueden realizar alternativamente por medio de un procedimiento software especial denominado "procedimiento TAN" (TAN es el acrónimo inglés por "Transaction Authentication Number", es decir "Número de Autenticación de Transacción"). En este caso no se requieren dispositivos hardware adicionales.

- Un ordenador basado en la plataforma HW comercial CompactPCI® y el sistema operativo Windows, con teclado y ratón. La alimentación del CompactPCI® que gestiona el DP y el TO se comprueba mediante un circuito Watch-dog (WD) a prueba de fallos en la propia Estación de Trabajo. Si no se recibe la señal de actualización de las informaciones, el WD apaga la fuente de alimentación. Esta señal de actualizaciones se envía desde la CPU de la Estación de Trabajo hacia el WD al final de cada paso del chequeo de integridad que la misma CPU lleva a cabo sobre la imagen enviada a los monitores.

#### ***2.1.8.2 Servidor de Diagnostico y Mantenimiento (D&M) de enclavamiento***

El Puesto de D&M es equipado con un PC de tipo commercial que procesa funciones no vitales y donde hay una herramienta de software que se ejecuta y muestra información de diagnóstico de los módulos de los diferentes equipos, que se reciben por los servidores DGM basados en la plataforma HW comercial CompactPCI® y el sistema operativo Windows.

La información disponible en el Puesto de D&M se remotiza para recolectar todo el diagnóstico del sistema de señalización a nivel de PCO.

### **2.1.9 Puestos Periféricos de Enclavamiento**

#### ***2.1.9.1 Sitios Periféricos***

Los Sitios Periféricos (en inglés Peripheral Location - PL) son los sitios donde se alojarán los Puestos Periféricos (PP) que implementan la interfaz física entre el CBI y los dispositivos de vía. Los PLs son distribuidos a lo largo de la línea y cada uno de ellos es responsable de la gestión (ejecución de comandos a/recolección de estados de) de los dispositivos de señalización que se encuentran en la zona bajo su control. Cada PL aloja un PP que es controlado por el enclavamiento a través de un módulo de Controlador de Área que se encuentra en el mismo PP y que está conectado a la red de señalización TLC-LD.

#### ***2.1.9.2 Red de Señalización Vital***

La red de señalización Vital permite al CBI comunicarse con los Puestos Periféricos.

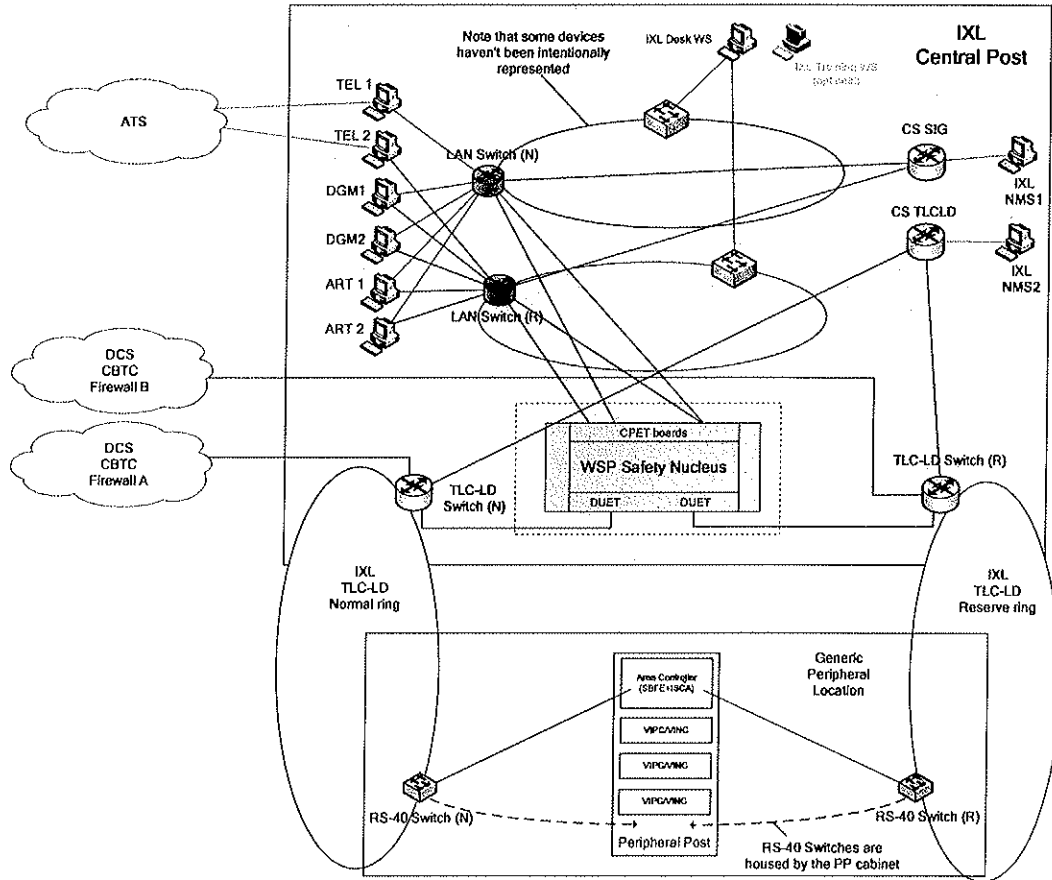
Esta red transporta los datos de señalización relacionados con la seguridad en cables de fibra óptica monomodo a través de una arquitectura basada en anillos de FO redundantes por razones de disponibilidad.

Todos los tramos de la línea están cubiertos por un par de anillos de TLC-LD, llamados Normal y Reserva.

Ambos anillos se cierran en los Switches TLC-LD (Normal y Reserva) del CBI como se

muestra en la Figura .

Cada PP está conectado a los cables de fibra óptica a través de dos switches RS-40 Ethernet incluidos en el mismo; las señales ópticas se direccionan desde las salidas de los RS-40 a las tarjetas de procesamiento del Controlador de Área a través de tarjetas de comunicación dedicadas que están en el propio Controlador de Área.



**Figura 10: Ejemplo de arquitectura de la interfaz de conexión interna de IXL y entre los subsistemas IXL, ATS y CBTC.**

**2.1.10 Arquitectura del Puesto Periférico**

Los Puestos Periféricos (PP) realizan la interfaz física entre el CBI y los dispositivos de vía. Por un lado se intercambian los datos vitales con el CBI y por otro se controla y obtiene el estado de los equipos a lo largo de la vía (Cambiavías, indicadores de posición, señales laterales, circuitos de vía (TC), botones de emergencia, entre otros).

Cada PP incluye los siguientes módulos principales:

- Controlador de Área (en inglés Area Controller - AC)
- Controlador de dispositivo de vía (en inglés Field Device Controller - FDC)

El AC gestiona el intercambio de datos entre el PC y el FDC a través de canales de comunicación serie rápidos, seguros y fiables.

El FDC controla y detecta los estados de los dispositivos de señalización en línea. Cada FDC se compone de una unidad de control digital basada en una arquitectura 2de2 y una unidad analógica estática especializada, según el tipo de dispositivo de vía bajo control.

**2.1.10.1 Controlador de Área**

En cada sitio periférico hay un bastidor Controlador de Área que está instalado en el PP al que se conecta la red TLC-LD. Cada AC puede gestionar hasta 1016 controladores de dispositivos de vía, conectados a través de 8 líneas serie RS485, cada línea es redundante.

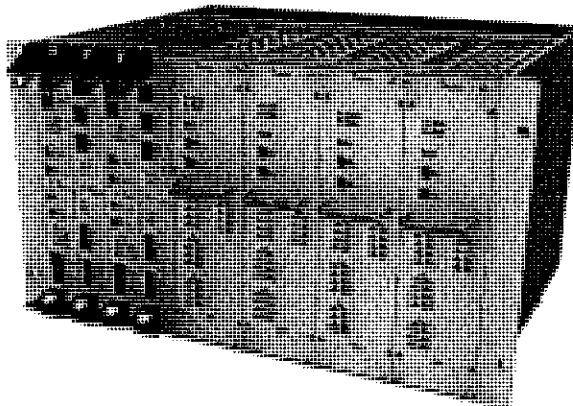


por razones de disponibilidad (línea serie normal y línea serie de reserva); por lo tanto, existirá un total de 8 líneas normales más 8 líneas de reserva.

El AC, que se muestra en la Figura, realiza las siguientes funciones:

- Implementa la interfaz con el Núcleo en Seguridad del CBI, del que recibe comandos;
- Obtiene los estados de los dispositivos de vía a través de los FDC que están conectados a él y los transmite hacia el CBI;
- Recoge la información de diagnóstico.

Cuando un AC recibe datos del PC a través de la red TLC-LD, transfiere estos datos a sus FDC a través del backplane interno RS485 duplicado. Cuando un FDC recibe los datos desde el backplane RS485, ejecuta el comando o devuelve el estado del dispositivo de vía controlado al AC y, desde éste, es enviado de nuevo al CBI a través de la red TLC-LD.



**Figura 11: Bastidor de Controlador de Área en configuración completa.**

El bastidor de Controlador de Área se compone de las siguientes tarjetas:

- 1 tarjeta SBFE Normal que es la CPU del Controlador de Área;
- 1 tarjeta ISCA Normal que realiza las siguientes funciones:
  - Interfaz Ethernet entre AC y CBI a través de la red Normal;
  - conversión electro-óptica de ocho líneas serie redundantes RS485 en la línea Normal (Primaria);
- 1 tarjeta SBFE Reserva, que realiza la misma función que la Normal, por razones de disponibilidad;
- 1 tarjeta ISCA Reserva, que realiza la misma función que la Normal en la línea Reserva (Secundaria), por razones de disponibilidad.

Las tarjetas SBFE y ISCA se instalan en un bastidor estándar de 19" que se equipa con un backplane llamado BCDS; este backplane realiza las siguientes funciones:

- Conexión entre SBFE y ISCA y entre SBFE Normal y Reserva;
- Conexión a las líneas serie RS485 a través de conectores RJ45;
- Conexión a la línea de 48 Vcc de alimentación.

Ambas tarjetas SBFE y ISCA se pueden extraer frontalmente y, gracias a su redundancia, se pueden mantener sin que ello implique una interrupción del servicio.

#### 2.1.10.2 Arquitectura HW de la tarjeta SBFE

La tarjeta SBFE se ha diseñado con una arquitectura a prueba de fallos y se basa en microprocesadores redundantes en configuración 2de2: todas las funciones relacionadas con la seguridad se realizan por separado en 2 unidades de elaboración independientes llamadas Réplica1 y Réplica2.

Cada réplica consiste de 2 microprocesadores:

- Los microprocesadores de la Réplica 1 se llaman  $\mu A$  y  $\mu C$ ;
- Los microprocesadores de la Réplica 2 se llaman  $\mu B$  y  $\mu D$ .

El procesamiento relacionado con la seguridad se realiza por  $\mu A$  (en la réplica 1) y por  $\mu B$  (en la réplica 2). Estos microprocesadores intercambian entre sí los resultados de los cálculos realizados por medio de canales serie de comunicación; después de compartir datos cada microprocesador vota los resultados de sus propias elaboraciones con las recibidas de la otra réplica, a fin de verificar que ambos procesos se han completado correctamente.

Los microprocesadores  $\mu C$  y  $\mu D$  en cambio se dedican a la gestión de las comunicaciones serie hacia dispositivos adyacentes: no realizan un tratamiento seguro sino que sólo ejecutan una parte no vital de los protocolos de aplicación y las pilas de protocolos de conexión, como TCP/IP o UDP/IP; las funciones de seguridad relacionadas con los protocolos de capa alta siempre se procesan en  $\mu A$  y  $\mu B$ ;  $\mu C$  está conectado con  $\mu A$  por medio de una línea serie con el fin de intercambiar mensajes con los dispositivos adyacentes y, de manera similar,  $\mu D$  está conectado con  $\mu B$ : no hay una comunicación directa entre  $\mu C$  y  $\mu D$ .

Además, la tarjeta está equipada con un circuito de vigilancia Watch-dog a prueba de fallos. Este permanece en estado activo mientras  $\mu A$  y  $\mu B$  obtengan un resultado positivo en el proceso de votación: en este caso se generan comandos de activación adecuados que mantienen la vigilancia en el estado activo. La desactivación del Watchdog apaga todas las interfaces serie SBFE hacia los dispositivos externos de manera fail safe.

### 2.1.10.3 Arquitectura HW de la tarjeta ISCA

La tarjeta ISCA incluye:

- Un módulo llamado Ethernet Splitter;
- Dos conversores de Fibra Óptica desde líneas serie RS485 hacia las fibras ópticas.

El módulo *Ethernet Splitter* realiza la función de interfaz entre la línea Ethernet (tanto Normal como Reserva) que llega desde el CBI y los puertos Ethernet (respectivamente  $\mu C$  por la línea Normal y  $\mu D$  por la Reserva) disponibles en las tarjetas redundantes SBFE. La lógica para el direccionamiento correcto de los mensajes entrantes y salientes se explica a continuación:

- Todos los mensajes recibidos desde (ya sea Normal o Reserva) el CBI se transmiten hacia los puertos (ya sea  $\mu C$  o  $\mu D$ ) de ambas tarjetas SBFE redundantes, dado que ambas reconocen la misma dirección IP;
- Todos los mensajes recibidos desde las puertas (ya sea  $\mu C$  o  $\mu D$ ) de ambas tarjetas SBFE redundantes siempre se transmiten por la línea exterior (ya sea Normal o Reserva) hacia el CBI.

Unos algoritmos de software avanzados definirán cuál de las dos tarjetas SBFE redundantes está realmente habilitada para gestionar las comunicaciones de línea hacia el CBI.

Las líneas de comunicaciones Ethernet cumplen con el estándar 100BaseTx.

En el panel frontal de la tarjeta ISCA están disponibles los siguientes conectores:

- 3 conectores RJ45 para la conexión Ethernet con las tarjetas SBFE;
- 2 pares de conectores fibra óptica Tx/Rx para fibras monomodo (cada par está integrado en un único dispositivo transceptor).

### 2.1.10.4 Comunicación con los Controladores de dispositivos de vía.

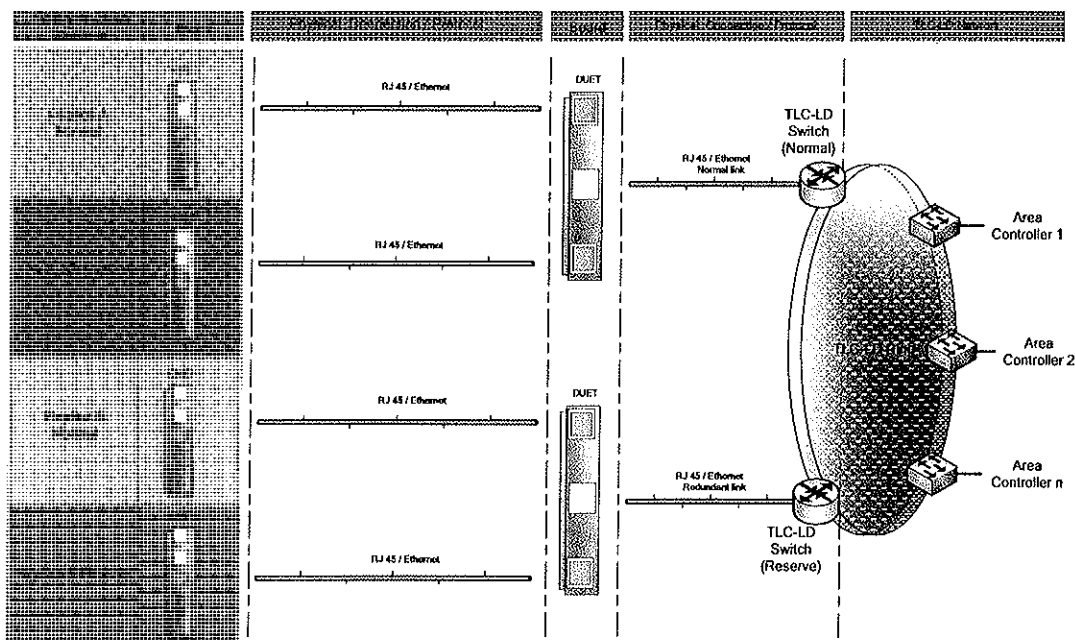
Por razones de disponibilidad, la comunicación con los Controladores de dispositivos de vía se realiza por dos canales serie llamados "línea normal" y "línea reserva", que son redundantes entre sí. Estas líneas proceden respectivamente de Réplica 1 y Réplica 2 de la tarjeta SBFE del Controlador de Área.

La conexión física de las líneas del Controlador de Área se realiza a través de conectores RJ45; en particular, para la conexión con los Controladores de dispositivos de vía se proveerán 8 puertos RJ45 para las líneas normales y 8 puertos RJ45 para las reservas.

A cada par de líneas normal y reserva se pueden conectar hasta un máximo de 127 Controladores de dispositivos de vía, lo que significa una capacidad máxima de  $8 \times 127 = 1016$  controladores.

### 2.1.11 Interfaz entre el Controlador de Área y el Núcleo de seguridad

El Núcleo de Seguridad actúa como Maestro en el proceso de comunicación con el Controlador de Área. La comunicación se realiza a través del uso de los canales Ethernet proporcionados por las tarjetas DUET a través de las CPET (véase la Figura). El Núcleo WSP consulta el Controlador de Área por medio de una red de anillo TLC-LD redundante a través de dos switches 1040 MACH (Normal y Reserva). El Controlador de Área está conectado al anillo TLC-LD por medio de dos switches RS40 (también llamados Normal y Reserva).



**Figura 12: Interfaz entre el Controlador de Área y el Núcleo de seguridad**

### 2.1.12 Controladores de dispositivos de vía

Los Controladores de dispositivos de vía son responsables del control directo y la detección del estado de todos los dispositivos de señalización a lo largo de la línea: los dispositivos de vía pueden ser gestionados ya sea directamente, por módulos electrónicos específicos, o por medio de un módulo de entrada/salida y una interfaz genérica de relé.

Cada controlador de dispositivo de vía individual se marcará con claridad y de forma permanente con una etiqueta (número de tipo, número de versión, número de serie y la función).

En el proyecto de Metro Lima, para la recolección de los estados de los equipos de señalización, se han previsto las siguientes soluciones:

- Módulos de entrada/salida vital, llamados tarjetas VIP, para las señales y las otras interfaces proporcionadas por otros proveedores como, entre otros, Puertas de Andén, Botones de emergencia, motores de aguja (en este último caso se considerará cambiar en función de la tipología de equipo elegida por el proveedor);
- Módulos electrónicos específicos, llamados tarjetas CECB para los circuitos de vía;
- Interfaces de relé.

### 2.1.12.1 Arquitectura Hardware del módulo VIP

Los Controladores de dispositivos de vía VIP tienen una estructura modular que se monta en bastidores de 19" estándar (tamaño 84TE) y que se compone de dos tarjetas electrónicas:

1. Unidad de controlador digital unificada, esta unidad se ha estructurado de acuerdo con la arquitectura siguiente:
  - a. redundancia 2de2 y diversidad de hardware;
  - b. 2 líneas serie RS485 redundantes en bus multi-drop con una velocidad máxima de transmisión de 10Mb/s, que se utilizan para comunicarse con el Controlador de Área
  - c. líneas serie USB por razones de diagnóstico, configuración y descarga de SW;
    - sensores de temperatura de la CPU (Módulo Detector de temperatura de seguridad) que permitirán al software de seguridad de la tarjeta activar su propia parada cuando se exceda el valor de la temperatura definido como umbral crítico (por ejemplo,  $83^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ).
2. Unidad analógica estática para la interfaz a la unidad de vía, especializada según el tipo de dispositivo de vía, que tiene las siguientes características:
  - a. construcción completa en estado sólido;
  - b. tensión de salida inferior a 60V con el fin de minimizar el riesgo de descarga eléctrica para personal de mantenimiento;
  - c. protección contra sobretensión y sobrecorriente y coordinación de aislamiento conforme a las normas CENELEC.

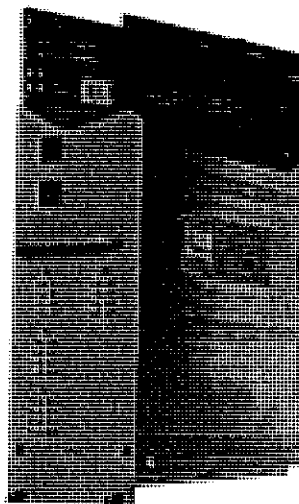
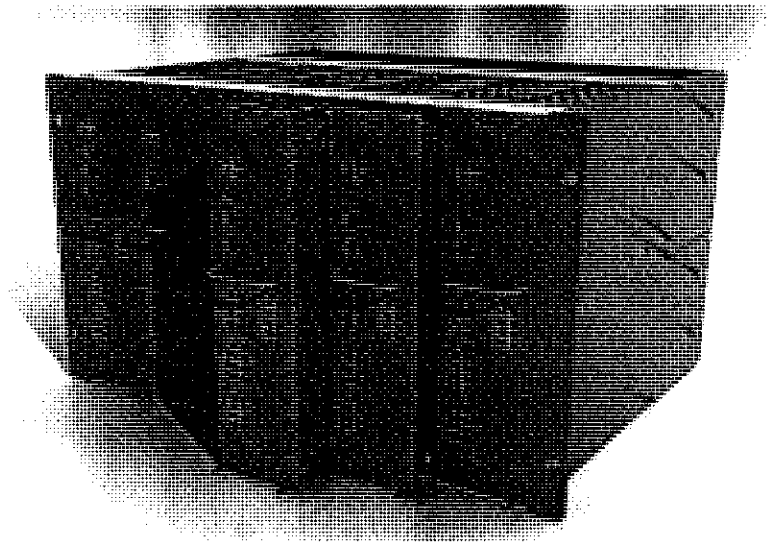


Figura 13: Módulo VIP

Cada bastidor de Controladores de dispositivos de vía puede alojar hasta 6 módulos; el diseño de un bastidor completo de módulos vitales de E/S VIP se muestra en la Figura 4.



**Figura 14: Bastidor de E/S vitales**

La comunicación entre Controladores de dispositivos de vía y Controlador de Área se realiza por un protocolo Maestro-Esclavo vital y patentado y que será implementado por el enlace serie RS-485, cumpliendo con la norma EN50159-1.

El equipo se puede enchufar en caliente: la inserción de una unidad de Controlador de dispositivos de vía en su propio espacio y la terminación de los mismos al bus de conexión posterior de la unidad implica la conexión automática al bus RS485.

El módulo VIP detecta el estado de los dispositivos de vía a través de 24 entradas vitales (de contactos secos) y envía los mandos a través de 8 salidas vitales.

El módulo tiene las siguientes características eléctricas:

- Canales de entrada:
  - Tensión de entrada: 24Vcc -20% / +30%;
  - Corriente de entrada: 10mA+/- 20%;
- Canales de salida:
  - Salida de tensión: nominal 24Vcc;
  - Corriente de salida máxima: 120mA

En los dos módulos hay dos puertos USB frontales que permiten actualizar el firmware del equipo para cada procesador del par redundante, por parte del personal de mantenimiento

## **2.2 Descripción de los equipos DEL SUBSISTEMA CBTC**

### **2.2.1 Controladores de Zona (ZC)**

#### **2.2.1.1 Funciones típicas del Controlador de Zona (ZC)**

Las funciones ATP del controlador de zona son:

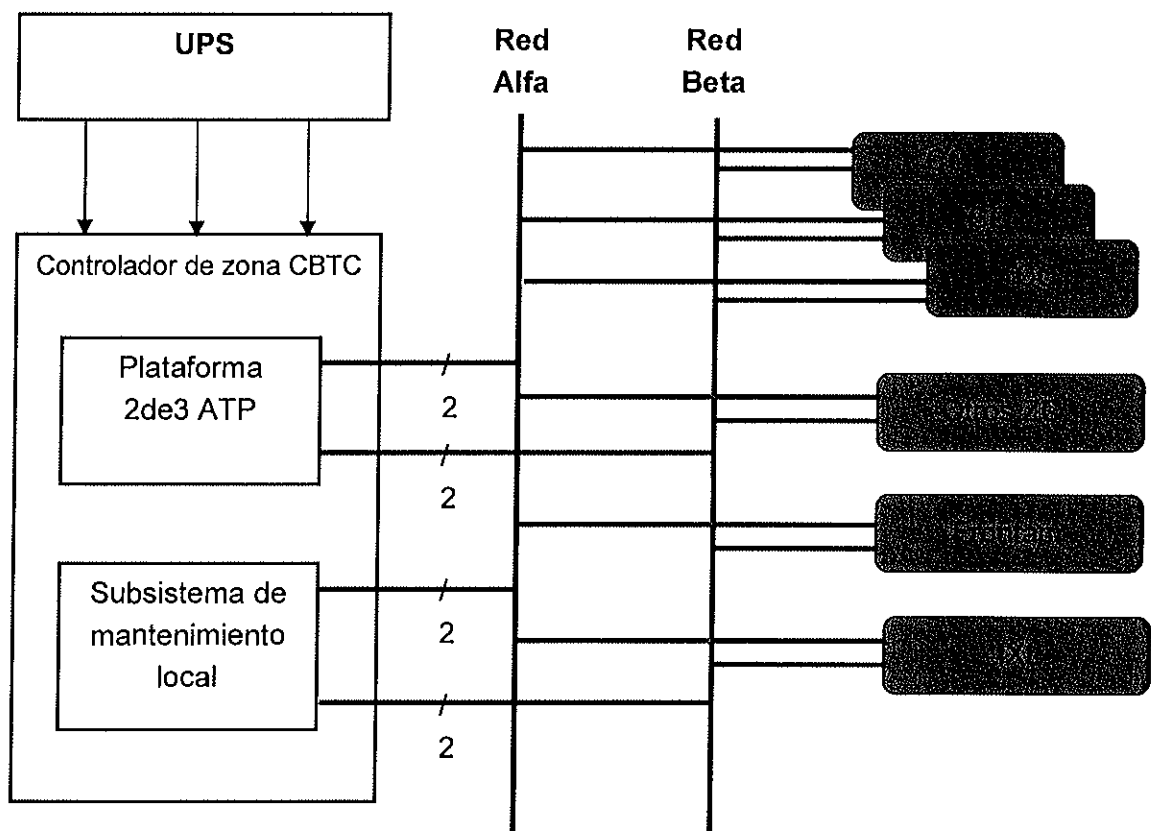
- Activar la funcionalidad del propio controlador de zona
- Monitorear el CC del tren
- Gestionar zonas específicas
  - Proteger zonas específicas
  - Configurar y eliminar restricciones temporales de la velocidad
  - Definir el nivel de adhesión de la vía
- Protección contra colisiones
  - Determinar los obstáculos fijos y móviles
  - Solicitar y emitir el bloqueo de la superposición de área con otros ZC
  - Garantizar la continuidad de la separación segura del tren en las superposiciones de área de los ZC
  - Determinar la dirección autorizada

- Asistir a la cancelación manual temporizada de ruta
- 

**2.2.1.2 Arquitectura general del Controlador de Zona (ZC)**

El equipo Controlador de Zona (ZC) se compone de:

- Una plataforma de procesamiento ATP 2003 que consiste en 3 módulos denominados "PCSG 1/2/3". Esta plataforma ofrece 2 enlaces de comunicación Ethernet a cada una de las 2 redes (alfa y beta). Esta plataforma soporta la aplicación ATP CBTC de vía y se comunica con los CC, otros ZC, el Frontam y el ACC.
- Un subsistema de mantenimiento local que consiste en 2 PCs en bastidor denominados "Silam 1/2" y asociados a Teclado/Video/Ratón. Este subsistema recopila los datos de mantenimiento correspondientes al equipo de ZC y los transmite al Frontam.



**2.2.1.3 Arquitectura 2de3 del ZC**

Cada módulo PCSG está compuesto por:

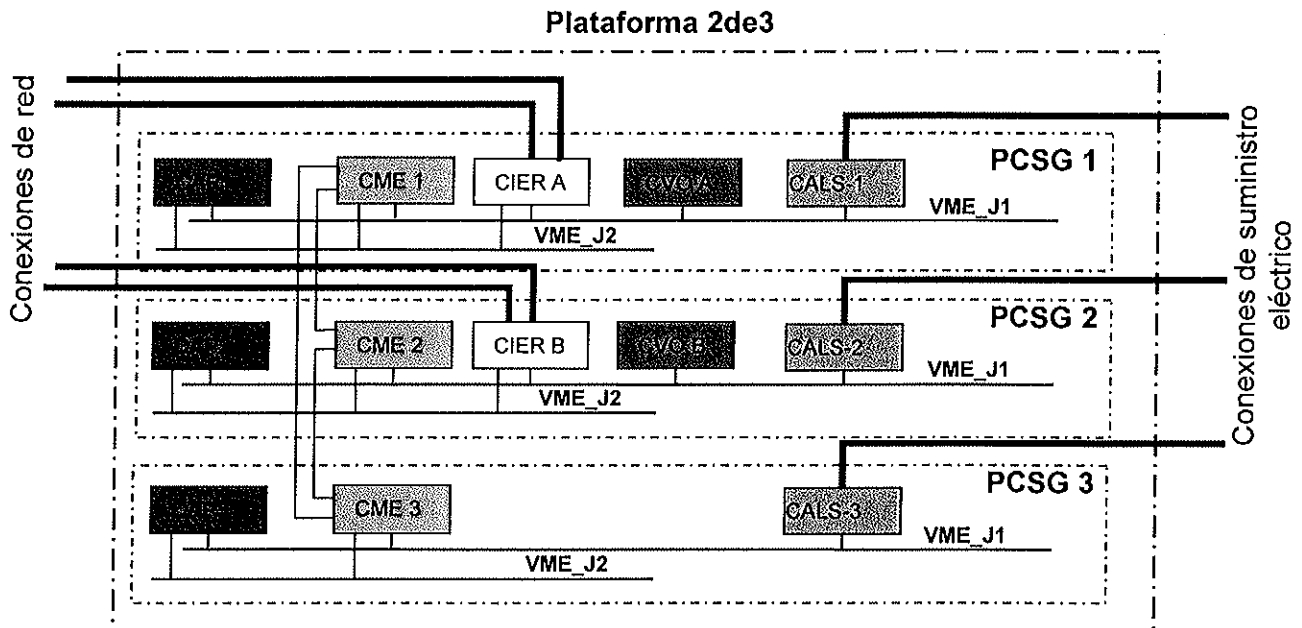
- Una tarjeta de procesamiento de la aplicación ATP denominada "CAP"
- Una tarjeta de intercambio de memoria denominada "CME"
- Una tarjeta de comunicación denominada "CIER"
- Una tarjeta de seguridad denominada "CVO"
- Una tarjeta de conversión de potencia denominada "CALs"

La misma aplicación ATP se procesa en las 3 tarjetas CAP. Las 3 tarjetas CME se utilizan para transferir datos entre las tarjetas CAP, CIER y CVO. Las 2 tarjetas CVO son tarjetas de seguridad (tecnología de monoprocesador codificado) que se utilizan para comparar las salidas de las 3 tarjetas CAP. Si al menos 2 de las 3 salidas son idénticas, la salida pasa a las

tarjetas CIER. Las tarjetas CIER se utilizan para intercambiar datos con los equipos externos a través de enlaces Ethernet.

Cada PCSG recibe energía de manera independiente a los otras.

A continuación se describe la plataforma 2de3 (PCSG1+PCSG2+PCSG3).

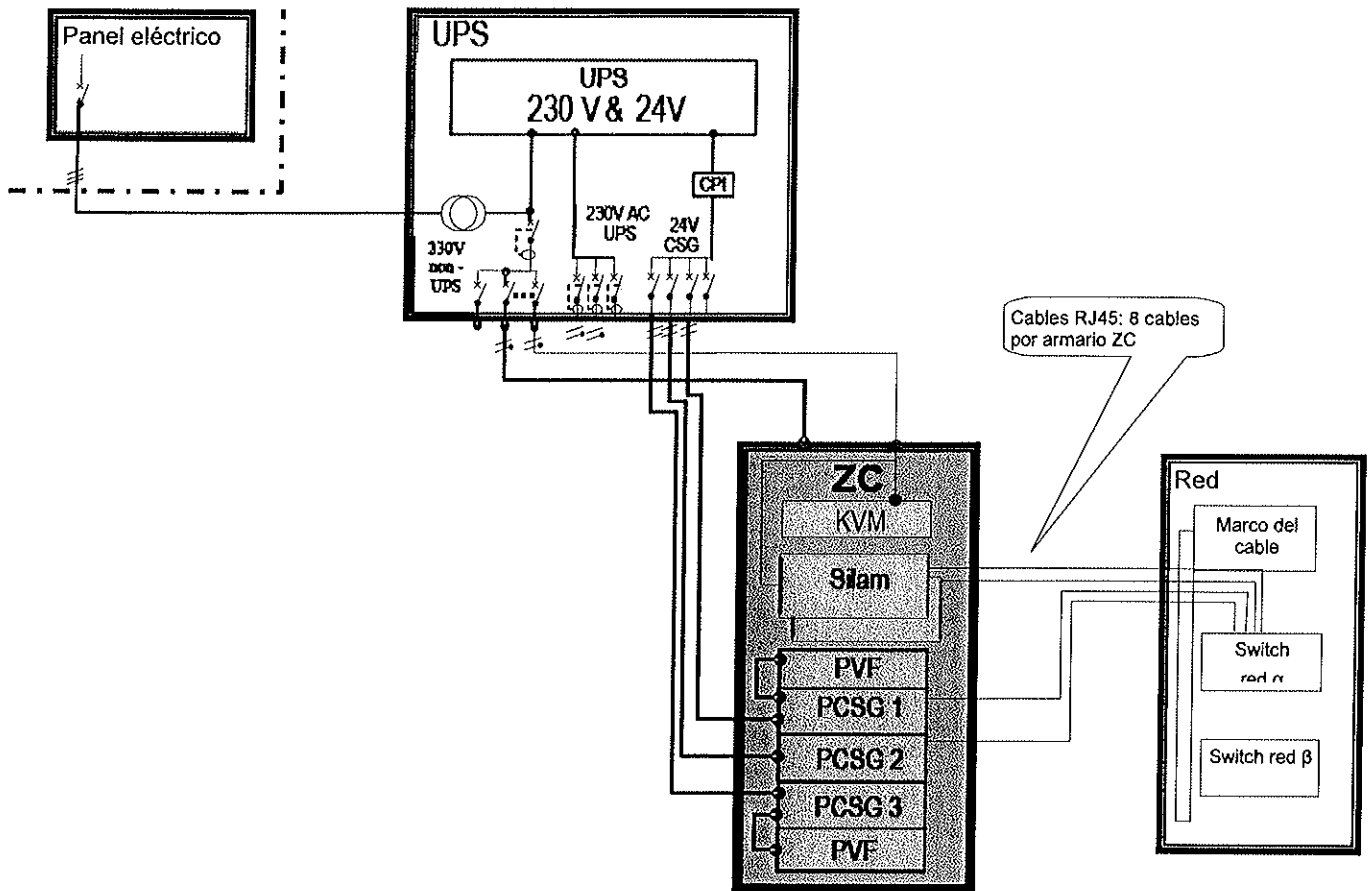


**2.2.1.4 Conexiones de suministro eléctrico y redes**

El ZC se alimenta bajo UPS por medio de dos fuentes de alimentación de 230Vca y 24Vcc.

La computadora SILAM y el KVM son alimentados con 230Vca mientras que el módulo PCSG recibe alimentación de 24Vcc.

El ZC está integrado en un armario de 42 U que se comunica con otros equipos (el Frontam, el Controlador del vehículo (CC) y el IXL) por medio de la red DCS.



## 2.2.2 Frontam

### 2.2.2.1 Funciones típicas asignadas al Frontam

Las funciones de Frontam son:

- Supervisar el funcionamiento y el mantenimiento de los equipos CC y ZC
- Proporcionar asistencia al funcionamiento
- Proporcionar asistencia al mantenimiento
- Registro de datos y eventos

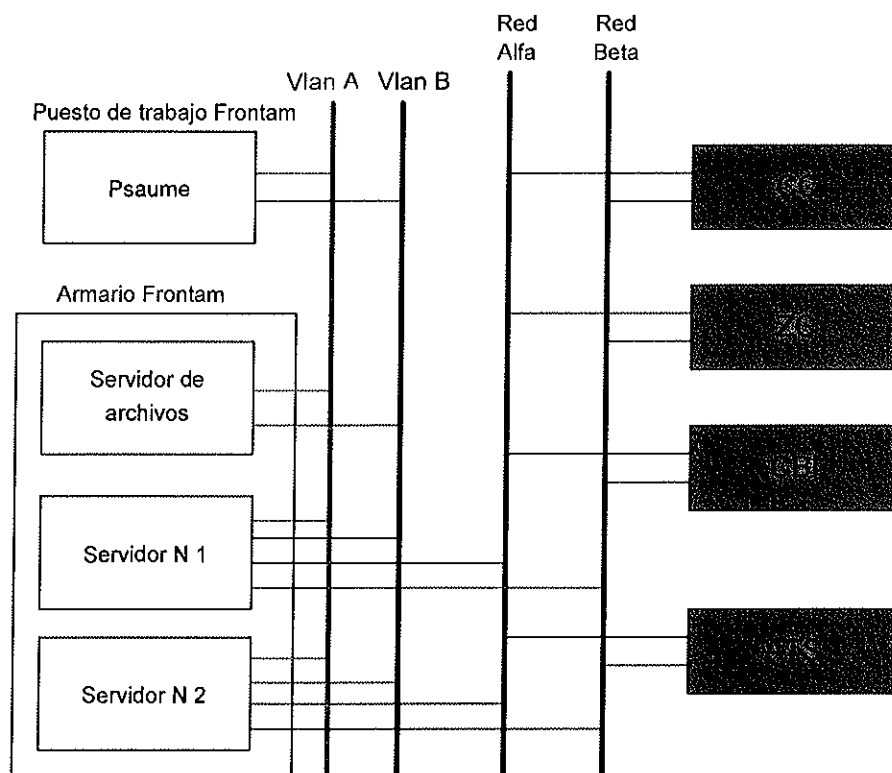
### 2.2.2.2 Arquitectura general del equipo Frontam

El equipo de Frontam está compuesto por :

- Un armario Frontam con 2 servidores de aplicación, 1 servidor de archivos, 2 bastidores para ventiladores y un grupo KVM (teclado, video y ratón) para instalación en acceso a los servidores.
- Uno o varios puestos de trabajo Frontam denominados "Psaume" para la aplicación de IHM del Frontam

Los servidores Frontam y los puestos de trabajo se conectan entre sí y con los equipos externos a través de enlaces Ethernet.





**2.2.2.3 Conexiones de suministro eléctrico y redes**

El armario FRONTAM interactúa con el suministro eléctrico externo (generalmente bajo UPS) a través de cables específicos de 230 V CA.

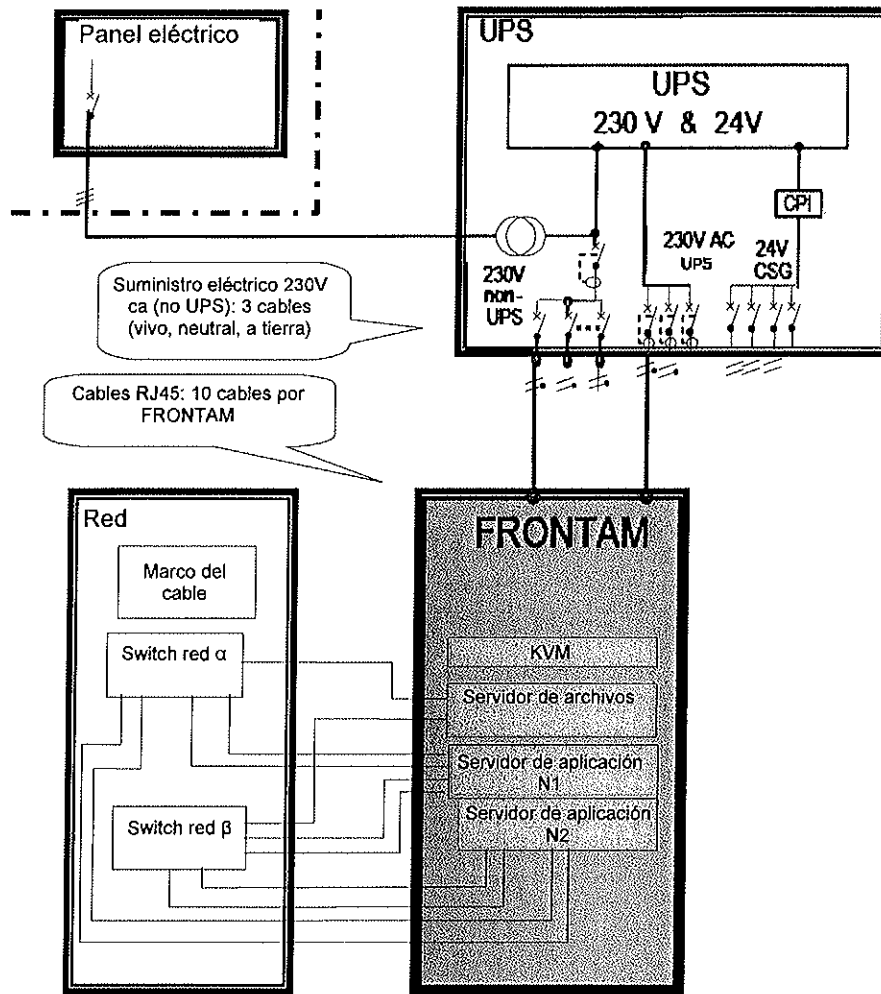
El armario FRONTAM tiene 2 terminales en el panel eléctrico de distribución; uno para una UPS de 230V y otro para alimentación de 230V no bajo UPS.

Todos los elementos del armario son alimentados bajo UPS de 230V.

Las fuentes de 230V que no están bajo UPS se utilizan para la iluminación del bastidor y para alimentar los dispositivos de mantenimiento externo. El bastidor se protege mediante un interruptor diferencial de 30 mA.

El armario FRONTAM interactúa con el DCS a través de enlaces Ethernet de 100 Mbits/s que utilizan UDP/IP.

Las conexiones se realizan por medio del cable RJ45 externo desde el DCS hasta los servidores FRONTAM.



### 2.3 Descripción de los equipos del subsistema ATS

#### 2.3.1 Funcionalidades típicas del ATS

Las funciones típicas que proporciona el subsistema ATS se identifican en la siguiente lista.

La lista detallada de funciones es específica para cada proyecto y para las líneas 2 y 4 de Lima se definirá en la etapa de diseño.

- Interfaz de Usuario
- Identificación y seguimiento de trenes
- Gestión del programa de horarios
- Gestión de itinerarios
- Regulación automática de trenes
- Gestión de niveles de desempeño
- Gestión de paradas en estación
- Gestión de operaciones restringidas
- Gestión de paradas de emergencia
- Petición de itinerarios manuales en operaciones degradadas
- Operación de las vueltas automáticas en terminales
- Gestión y registro de eventos
- Cierre temporal de zonas
- Intercambio de información y handover de trenes a otros ATS
- Funciones de apoyo al ATS

Todas las funciones listadas se ponen a disposición de los operadores por medio del Interfaz de Usuario. Esta función se describe en las siguientes secciones de este documento.

### **2.3.2 Descripción general del Sistema**

El sistema ATS suministrará todo el equipo del PCO y del PCO de respaldo, incluidos los materiales tales como ordenadores, cables, herrajes, bastidores y dispositivos de red necesarios para la operatividad del sistema. Este sistema se basa en una red de procesamiento distribuido con las diversas funciones que se realizan en procesadores independientes.

Se ha seleccionado Crystal Group como el proveedor de las plataformas hardware del ATS debido a sus características medioambientales extremas, por el soporte global de servicio, a la alta compatibilidad Linux y las experiencias satisfactorias en cuanto a soporte, procesamiento, arquitectura e instalaciones que tiene Ansaldo STS con esta serie de servidores.

Se instalarán cuatro servidores ATS de Crystal Group, dos en el rack Sistema A y dos en el rack Sistema B, que gestionarán las Estaciones de Trabajo así como las comunicaciones externas e internas al WSP y al FrontAM.

Las Estaciones de Trabajo de tipo consola serán también del fabricante Crystal Group.

Estas Estaciones de Trabajo soportan la arquitectura PCI-e X16 que se requiere para los adaptadores gráficos avanzados que gestionarán las pantallas de alta resolución.

El sistema de almacenamiento en red (NAS) será suministrado por un equipo EMC VNXe Series 3150.

La red se compone de unos switches Ethernet de capa 3 10/100/1000 y pares redundantes de switches de capa 2 10/100/1000. Los switches de capa 3 (para E0 y E1) se instalarán en las salas técnicas del PCO-N y del PCO-E. En cada sala de control (A y B) se instalarán dos switches de capa 2 (para E0 y E1). Cada computadora en la red estará así conectada a ambas redes y tendrá acceso a todos los demás elementos.

Las comunicaciones entre los sistemas ATS del PCO-N/PCO-E y las estaciones remotas de campo será realizada mediante el Sistema de Comunicación de Datos (DCS). Los switches del subsistema ATS de capa 3 se conectarán al sistema DCS, que será un anillo de fibra óptica (E0 y E1).

Cada uno de estos subsistemas será descrito en las secciones a continuación junto con una descripción técnica de los elementos.

#### ***2.3.2.1 Sistema de Supervisión Automática de Trenes (ATS)***

En el PCO se instalarán dos servidores de aplicación ATS para la línea 2 y otros dos servidores de aplicación ATS para la línea 4. Estos servidores serán replicados en el PCO de respaldo. Los servidores operarán en una configuración Normal/Reserva para realizar todas las funciones de control automático de tren como las de Regulación y Programa. Esta redundancia protegerá ante situaciones de pérdida de funcionalidad en caso de que ocurra algún fallo.

Para las funciones de archivado, se instalará un dispositivo de almacenamiento en red (NAS) en cada red E0 y E1.

#### ***2.3.2.2 Servidores de Comunicaciones***

Se proveerán dos servidores ATS de Comunicaciones. Estos servidores operarán también en una configuración Normal/Reserva para poder realizar todas las comunicaciones internas y externas al subsistema ATS, como por ejemplo al IXL y FrontAM. De igual manera, esta

redundancia protegerá ante situaciones de pérdida de funcionalidad en caso de que ocurra algún fallo.

#### ***2.3.2.3 Servidores de Base de Datos***

Se proveerán dos servidores de Base de Datos. Estos servidores operarán también en una configuración Normal/Reserva y realizarán las funciones relacionadas con el almacenamiento y archivado de datos. De nuevo, la configuración en redundancia protegerá ante fallos simples de manera que no existirá pérdida de funcionalidad.

#### ***2.3.2.4 Servidor de Gestión de Red***

Se proveerá un servidor de Gestión de Red. Este servidor se instalará en el PCO y operará en configuración simple para monitorizar toda la red del subsistema ATS.

#### ***2.3.2.5 Estaciones de Trabajo***

Se instalarán diecisiete (17) Estaciones de Trabajo de tipo consola, idénticas, en el PCO-N y en el PCO-E. La funcionalidad accesible en cada consola será determinada por la información proporcionada al acceder a ellas; por tanto cada estación puede actuar como respaldo de cualquier posición de operador en caso de que alguna sufra un fallo. Desde el punto de vista hardware, todas las estaciones son idénticas e intercambiables.

#### ***2.3.2.6 Red de datos***

La red de datos del subsistema ATS consistirá de cuatro switches de capa 3, tipo MOXA Catalyst 7828 24 port, 10/100/1000 en configuración redundante de modo que se dispondrán en un arreglo de dos pares de dos equipos redundantes.

Un par de equipos será instalado en la sala técnica del PCO-N y otro par en el PCO-E. En cada sitio, un equipo estará conectado a la red E0 y el otro a la red E1.

#### ***2.3.2.7 Impresoras de alta velocidad***

Se proveerán dos impresoras láser HP Laserjet 5200tn de red y dos HP Color LaserJet CP5525dn para servir de apoyo a las aplicaciones del ATS. Dos impresoras serán conectadas a la red E0 y las otras dos a la red E1, tanto en el PCO-N como en el PCO-E.

#### ***2.3.2.8 Video controlador TCO***

Suministrado por otros

#### ***2.3.2.9 Display general TCO***

Suministrado por otros.

### **2.3.3 Distribución de Alimentación**

Ansaldo STS suministrará el panel de distribución eléctrica y los circuitos de distribución y accesorios necesarios para operar los equipos ATS, estando las UPSs fuera del alcance del suministro.

### **2.3.4 Descripción Técnica de los equipos**

#### ***2.3.4.1 Servidores ATS (8)***

Como se ha descrito anteriormente, se instalarán en el PCO-N dos servidores de aplicación ATS para la línea 2 y otros dos servidores de aplicación ATS para la línea 4. Estos servidores,

serán también replicados en el PCO-E y todos operarán en una configuración Normal/Reserva para realizar todas las funciones de supervisión automática de los trenes.

Cada servidor ATS Crystal Group BBS IS200 será configurado con los siguientes elementos:

- Sistema Operativo RedHat Enterprise Linux
- Dos procesadores Xeon E5-2620, 2.0GHZ, Hex Core , 7.2GT/S QPI, 1333MHZ, 12MB, LGA2011, 95W
- Ocho módulos de memoria 4GB, DDR3 Reg ECC, 1600MHZ
- Tarjeta de interfaz de red PCI-EX8, 10/100/1000, Copper, 2 Port, Low Profile
- DVD +/- RW, SATA, Int, Slimline , Black
- Dos fuentes de alimentación redundantes de 760W 1 +1
- Form Factor: Rack Mount (2U)
- Dos discos duros de 300GB ,SAS, 15K RPM, 16MB
- Controlador RAID (0,1,5,6,10,50, 60) SAS/SATA 8 Port Internal , PCI-E X8 LP
- 3 ventiladores de alta velocidad y capacidad controlados por temperatura
- Rango de temperatura operacional :-10 C a +55 C

Cada servidor incluirá una batería de pruebas de autodiagnóstico para verificar la salud del sistema en el arranque y tras realizarlos se lanzará automáticamente el software de aplicación ATS. Los servidores Normal y Reserva están aislados entre ellos para prevenir que un fallo en uno afecte a la operación del otro. El sistema activo (Normal) basculará al Reserva en caso de ocurrir un fallo crítico que impida la operación normal del sistema activo. Se generarán todas alarmas correspondientes a través del software del sistema.

#### **2.3.4.2 Servidores de Comunicaciones (8)**

Cada Servidor de Comunicaciones Crystal Group BBS IS200 se configurará con los siguientes elementos:

- Sistema Operativo RedHat Enterprise Linux
- Dos procesadores Xeon E5-2620, 2.0GHZ, Hex Core , 7.2GT/S QPI, 1333MHZ, 12MB, LGA2011, 95W
- Ocho módulos de memoria 4GB, DDR3 Reg ECC, 1600MHZ
- Tarjeta de interfaz de red PCI-EX8, 10/100/1000, Copper, 2 Port, Low Profile
- DVD +/- RW, SATA, Int, Slimline , Black
- Dos fuentes de alimentación redundantes de 760W 1 +1
- Form Factor: Rack Mount (2U)
- Dos discos duros de 300GB ,SAS, 15K RPM, 16MB
- Controlador RAID (0,1,5,6,10,50, 60) SAS/SATA 8 Port Internal , PCI-E X8 LP
- 3 ventiladores de alta velocidad y capacidad controlados por temperatura
- Rango de temperatura operacional :-10 C a +55 C

Cada servidor incluirá una batería de pruebas de autodiagnóstico para verificar la salud del sistema en el arranque y tras ellos se lanzará automáticamente el software de aplicación. Los servidores Normal y Reserva están aislados entre ellos para prevenir que un fallo en uno de ellos afecte a la operación del otro. El sistema activo (Normal) basculará al Reserva en caso de ocurrir un fallo crítico que impida la operación normal del sistema activo. Se generarán todas alarmas correspondientes a través del software del sistema.

### 2.3.5 Servidores de Base de Datos (4)

Cada Servidor de Base de Datos se configurará con:

- Sistema Operativo RedHat Enterprise Linux
- Procesador Xeon E5-2620, 2.0GHZ, Hex Core , 7.2GT/S QPI, 1333MHZ, 12MB, LGA2011, 95W.
- Ocho módulos de memoria 4GB, DDR3 Reg ECC, 1600MHZ
- Tarjeta de interfaz de red PCI-EX8, 10/100/1000, Copper, 2 Port, Low Profile
- DVD +/- RW, SATA, Int, Slimline , Black
- Dos fuentes de alimentación redundantes de 760W 1 +1
- Form Factor: Rack Mount (2U)
- Dos discos duros de 300GB ,SAS, 15K RPM, 16MB
- Controlador RAID (0,1,5,6,10,50, 60) SAS/SATA 8 Port Internal , PCI-E X8 LP
- 3 ventiladores de alta velocidad y capacidad controlados por temperatura
- Rango de temperatura operacional : -10 C a +55 C

Cada servidor incluirá una batería de pruebas de autodiagnóstico para verificar la salud del sistema en el arranque y tras ellos se lanzará automáticamente el software de aplicación. Los servidores Normal y Reserva están aislados entre ellos para prevenir que un fallo en uno de ellos afecte a la operación del otro. El sistema activo (Normal) basculará al Reserva en caso de ocurrir un fallo crítico que impida la operación normal del sistema activo. Se generarán todas alarmas correspondientes a través del software del sistema.

#### **2.3.5.1 Servidor de Gestión de Red (NMS) (1)**

El Servidor de Gestión de Red se configurará con los siguientes elementos:

- Sistema Operativo Windows Server
- Base de datos SQL Server
- Dos procesadores Xeon E5-2620, 2.0GHZ, Hex Core , 7.2GT/S QPI, 1333MHZ, 12MB, LGA2011, 95W.
- Ocho módulos de memoria 4GB, DDR3 Reg ECC, 1600MHZ
- Tarjeta de interfaz de red PCI-EX8, 10/100/1000, Copper, 2 Port, Low Profile
- DVD +/- RW, SATA, Int, Slimline , Black
- Dos fuentes de alimentación redundantes de 760W 1 +1
- Form Factor: Rack Mount (2U)
- Dos discos duros de 300GB ,SAS, 15K RPM, 16MB
- Controlador RAID (0,1,5,6,10,50, 60) SAS/SATA 8 Port Internal , PCI-E X8 LP
- 3 ventiladores de alta velocidad y capacidad controlados por temperatura
- Rango de temperatura operacional : -10 C a +55 C

Cada servidor incluirá una batería de pruebas de autodiagnóstico para verificar la salud del sistema en el arranque y tras ellos se lanzará automáticamente el software de aplicación. Los servidores Normal y Reserva están aislados entre ellos para prevenir que un fallo en uno de ellos afecte a la operación del otro. El sistema activo (Normal) basculará al Reserva en caso de ocurrir un fallo crítico que impida la operación normal del sistema activo. Se generarán todas alarmas correspondientes a través del software del sistema.

### 2.3.5.2 Estaciones de Trabajo (17)

Cada Estación de Trabajo ATS se compondrá de los siguientes elementos:

- Sistema Operativo RedHat Enterprise Linux
- Procesador I3-3220, 3.3GHZ, Dual Core W/HT , 3M, 55W FCLGA1155.
- Cuatro módulos de memoria 4 GB, DDR3 Reg ECC, 1600MHZ
- Tarjeta de interfaz de red PCI-EX8, 10/100/1000, Copper, 2 Port, Low Profile
- DVD +/- RW, SATA, Int, Slimline , Black
- Tarjeta Gráfica nVidia NVS510 , 2GB, 4 X DVI Quadro 4 Port
- Dos fuentes de alimentación redundantes de 760W 1 +1
- Form Factor: Rack Mount (2U)
- Dos discos duros de 300GB ,SAS, 15K RPM, 16MB
- Controlador RAID (0,1,5,6,10,50, 60) SAS/SATA 8 Port Internal , PCI-E X8 LP
- 3 ventiladores de alta velocidad y capacidad controlados por temperatura
- Rango de temperatura operacional : -10 C a +55 C

### 2.3.5.3 Monitores de Estaciones de Trabajo (51)

Estos monitores serán suministrados por otro paquete. Las características típicas que Ansaldo STS recomienda se pueden consultar en el documento C1T-MOS-2-001 - Especificaciones técnicas y funcionales del Sistema CBTC.

### 2.3.5.4 Sistemas de Almacenamiento en Red (NAS) (2)

Se suministrarán dos equipos EMC VNXe 3150 series 2XSP DPE 8GB 12X3.5 6X600GB SAS con fuentes de alimentación redundantes, configurados en RAID 6, para un total de 900GB de almacenamiento.

Se instalará uno en el PCO-N y otro en el PCO-E y serán conectados a las redes E0 y E1 para las necesidades de almacenamiento de datos en red.

### 2.3.5.5 Conmutador Teclado/Vídeo/Ratón (KVM) (4)

Se instalarán dos conmutadores KVM tipo Crystal Group RPD-1198B Industrial 19" Display w/8 port montado en rack en los bastidores de los servidores en el PCO-N y otros dos en el PCO-E para permitir compartir un monitor, teclado y ratón para cada par de servidores.

Este conmutador KVM se conectará a un cajón montado en el rack con un trackball y teclado y a un monitor LCD. El conmutador permite visualizar una lista de los servidores conectados al mismo así como la posibilidad de realizar escaneos programables de los servidores conectados.

### 2.3.5.6 Switches de red (8)

Se instalarán cuatro switches MOXA 7828 – 24 port Layer 3 10/100/1000Base-TX con cuatro módulos SFP 1G Ethernet Multi-Mode para conexión a fibra en el PCO-N y otros cuatro en el PCO-E. Se alimentarán con fuentes de alimentación redundantes y con configuración Enterprise para funciones avanzadas de enrutamiento.

### 2.3.5.7 Impresoras (4)

Las dos impresoras láser HP Laserjet 5200tn se instalarán en en cualquier punto de la sala del PCO-N y PCO-E donde haya conexión de red y son capaces de imprimir 35 páginas por minuto.

Las dos impresoras láser HP Laserjet Color CP5525dn instaladas en el PCO-N y PCO-E permitirán imprimir 30 páginas por minuto.

Una impresora será conectada a la red Normal (E0) y la otra a la red Reserva (E1) a través de un puerto Gigabit.

#### **2.3.5.8 Armarios para los equipos**

Tanto para el PCO-N como para el PCO-E, se suministrarán un total de 3 armarios Rittal NEMA 12 para alojar los equipos servidores, equipos de red y de comunicaciones.

Uno de los armarios podrá alojar, en caso necesario, una unidad de Aire Acondicionado interna mientras que los otros dos instalarán ventiladores.

Cada bastidor tendrá dos controladores de potencia para alimentar los equipos.

Cada controlador de potencia será conectado a la UPS mediante enchufe de tipo europeo. Se proporcionará una toma de tierra por cada bastidor para su conexión a la toma general de tierra.

## **2.4 Equipos de Vía**

### **2.4.1 Circuitos de Vía**

El sistema CBTC propuesto proporcionará una detección secundaria basada en tecnología de circuito de vía de audiofrecuencia, permitiendo así generar eléctricamente los bloques necesarios sin necesidad de cortes en los rieles.

Los Circuitos de Vía ofrecidos para la línea principal son del tipo de audiofrecuencia y el nombre comercial de Ansaldo STS es CBDAC.

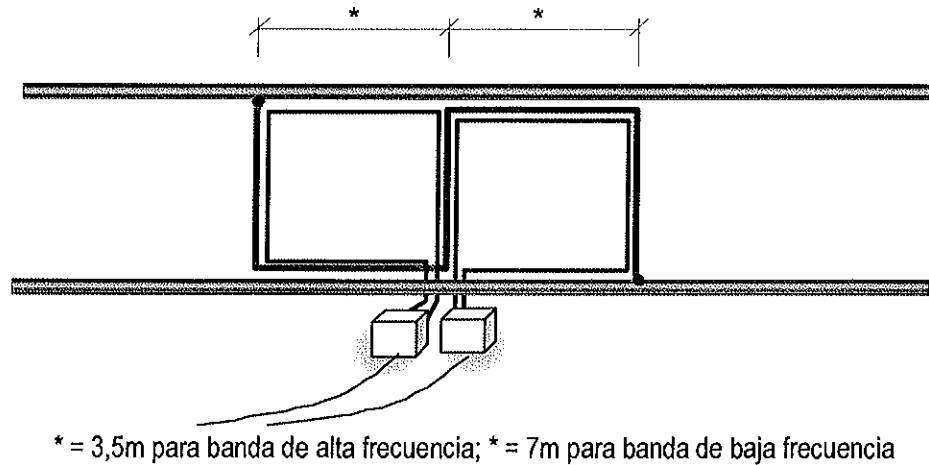
Los circuitos de vía se delimitan por un par de juntas eléctricas colocadas en cada extremo. Es importante destacar que el circuito de vía CBDAC de Ansaldo STS no requiere (excepto en las terminaciones de vía y cambiavías) juntas aislantes que necesiten de cortes eléctricos en los rieles, con las evidentes ventajas en cuanto a instalación, mantenimiento y rendimiento nominal.

La aplicación genérica del circuito de vía CBDAC permite instalar diferentes tipos de juntas eléctricas, las más utilizadas son las juntas eléctricas normales (es decir, colocadas entre dos circuitos de vías consecutivos) y juntas eléctricas terminales.

Una junta eléctrica normal típicamente consiste en un cable de cobre trenzado con forma de "S" de sección 2x185 mm<sup>2</sup> que conecta los dos rieles (línea roja en la figura)

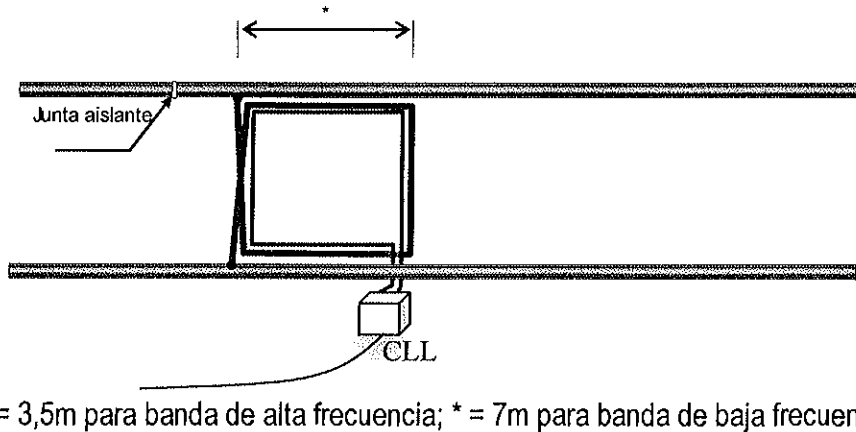
Dentro de las dos curvas de la "S" se instalan dos espiras con un solo cable de 16 mm<sup>2</sup> (líneas azules) que hacen posible, debido al acoplamiento inductivo con la "S", la transmisión y la recepción de la señal de audiofrecuencia.





**Figura 17: Junta eléctrica normal con forma de "S"**

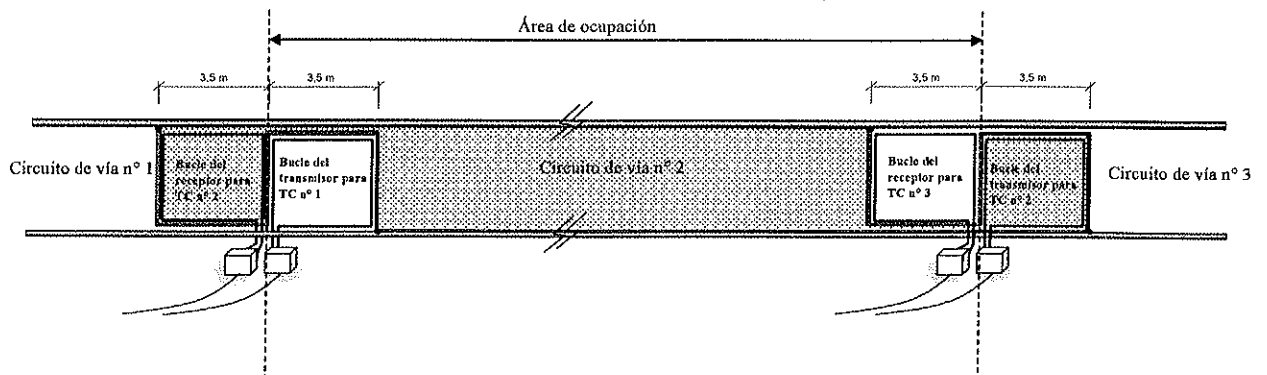
La siguiente figura ilustra la forma de la junta eléctrica para circuitos de vías terminales (Ej.: vías de corte o de interconexión).



**Figura 18: Junta eléctrica terminal**

Las espiras de inducción están conectadas a una caja ubicada junto a la vía (CLL) que contiene un transformador y los componentes necesarios para interconectar y ajustar la corriente a inyectar el bucle de la junta de audiofrecuencia.

La conexión entre la CLL y el equipo electrónico del enclavamiento en la caseta técnica se realiza por medio de un cable dúplex de doble blindaje, de longitud máxima 7 Km.



**Figura 19: Instalación de múltiples circuitos de vía de audiofrecuencia**

En la figura de arriba, el área verde delimita los límites del circuito de vía número dos. La entrada del eje del vehículo en este área de ocupación determinará por tanto la ocupación del circuito de vía número dos.

La junta eléctrica es vista, a efectos de la corriente de retorno de tracción, como un corto circuito dado que presenta una impedancia muy baja a su frecuencia, de modo que estas juntas no presentan problemas al equilibrio de la corriente de retorno de tracción entre los dos rieles, evitando de este modo los desequilibrios entre rieles que conllevan evidente riesgo.

En caso de ser necesario, el circuito de vía CBDAC también permite la instalación de equipos específicos de apoyo al equilibrio de la corriente de tracción mediante nuevas conexiones entre los rieles (retorno de bucles de corriente, sistema de enlaces mini) sin ningún efecto en los parámetros de trabajo del circuito de vía.

#### **2.4.1.1 Herramientas del circuito de vía**

El CBDAC permite la conexión de un ordenador portátil individualmente a cada circuito de vía sin necesidad de interrumpir su funcionamiento. Mediante un SW propietario y específico se pueden controlar todos los parámetros de funcionamiento y diagnóstico sin necesidad de desconectar el circuito de vía del campo.

Asimismo, una herramienta de registro permite el almacenamiento histórico de los datos adquiridos para una lectura continua durante el funcionamiento del circuito de vía.

A través de tarjetas y una red de comunicaciones específicas es posible concentrar en un solo lugar, a través de un terminal portátil, todos los parámetros de los TCs conectados a cada PP.

#### **2.4.1.1.1 SISTEMA DE DIAGNÓSTICO DEL CIRCUITO DE VÍA DE AUDIOFRECUENCIA (OPCIONAL)**

El circuito de vía de audiofrecuencia CBDAC permite también enviar su información de diagnóstico a un sistema de mantenimiento externo desde el cual el encargado del mantenimiento puede comprobar los valores eléctricos principales de cada circuito de vía de la línea.

El encargado del mantenimiento, desde un escritorio local, puede solicitar directamente el circuito de vía específico y ver el nivel de la señal y el estado de trabajo.

De nuevo, este monitoreo se puede realizar durante el funcionamiento normal del circuito de vía sin ninguna interrupción en el servicio.

En detalle, el sistema de herramienta de diagnóstico da lugar a las siguientes características:

- Monitoreo en tiempo real de los niveles eléctricos de cada circuito de vía mediante gráficos dinámicos y diagramas;
- Control del ajuste del bucle para cada TC;
- Monitoreo del nivel de "shunt" del eje;
- Registro de las mediciones;
- Monitoreo del histórico de los niveles eléctricos durante un período de tiempo;
- Informaciones acerca de la advertencia del sistema debido al posible exceso de los umbrales de señal permitidos;
- Gestión de un archivo con las informaciones principales;
- Creación de gráficos para cada nivel de señal y para cada TC.

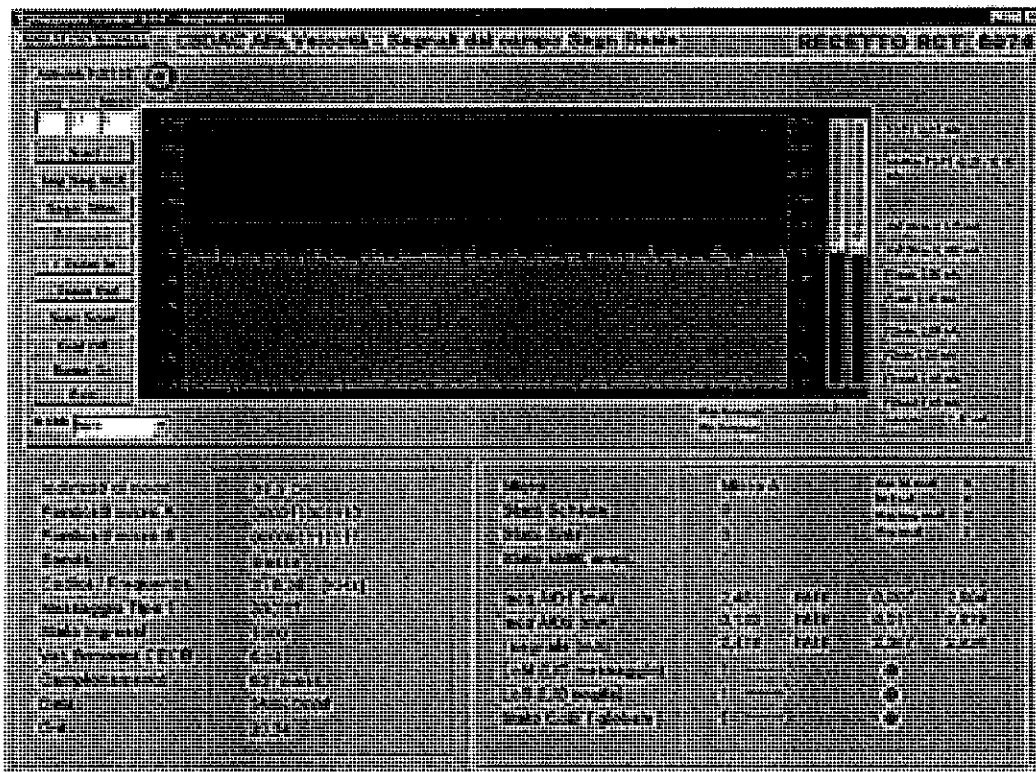
Las operaciones de diagnóstico descritas junto con:

- un programa de diagnóstico en línea
- un programa de diagnóstico fuera de línea
- base de datos
- herramientas de análisis

son posibles:

- De manera local (desde sitio periférico junto a la vía)
- Desde el PCO (mediante LAN)
- Desde un PC remoto (mediante una conexión LAN o un módem con una línea telefónica normal)

A continuación se proporcionan ejemplos de las características principales (diagramas, gráficos, registros,...) del sistema de herramientas de diagnóstico.

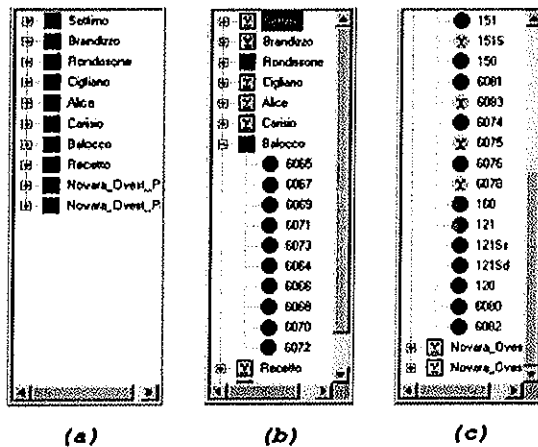


**Figura 20: Monitoreo gráfico en caliente de los niveles de un circuito de vía**

La figura muestra el monitoreo gráfico y en caliente del nivel de la señal en un circuito de vía libre. Los dos umbrales (líneas rojas horizontales) delimitan la condición libre del circuito de vía. De esta forma, niveles de señal que se encuentren fuera del alcance causarán la ocupación del circuito de vía.

**Figura 21: Tabla detallada del histórico de cada TC**

La figura muestra un ejemplo de histórico de un circuito de vía. En la tabla se registran fecha, hora, el nivel de las señales de diferentes frecuencias y la relación señal/ruido.



**Figura 22: Iconos de estado y advertencias**

La figura de arriba muestra un ejemplo de los iconos que informarán al encargado del mantenimiento acerca de los estados de un CdV específico. El operador tiene además la posibilidad de acceder a informaciones más detalladas al hacer un clic en el icono del CdV específico.

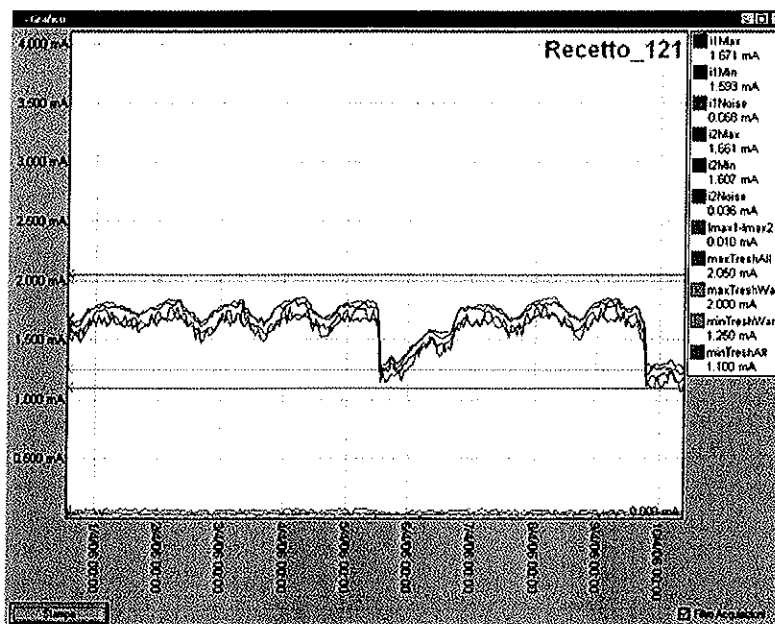


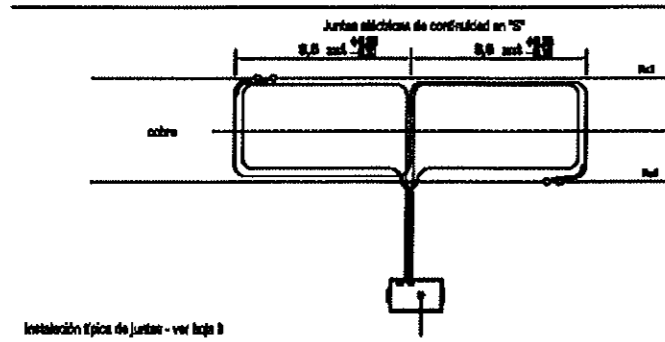
Figura 23: Registro gráfico de los niveles de un CdV

El gráfico muestra la tendencia de las señales de un CdV específico en un período de tiempo configurable.

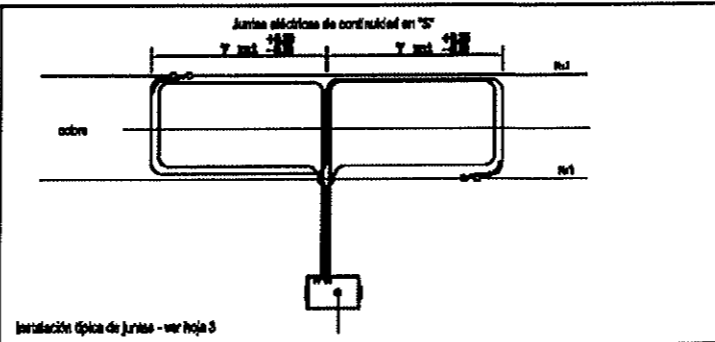
Estos gráficos son de enorme utilidad para el mantenimiento predictivo; es posible así obtener información de antemano acerca de las tendencias que podrían acabar causando una falla en el CdV, permitiendo al encargado del mantenimiento activar, antes de que el fallo se produzca, las actuaciones de mantenimiento necesarias.

El sistema propuesto incluye las herramientas necesarias para el mantenimiento y adquisición de diagnósticos en tiempo real y presentará el estado central de los diversos equipos de vía junto con las pantallas de errores para solucionar los problemas y la identificación oportuna de los componentes y funciones que fallan

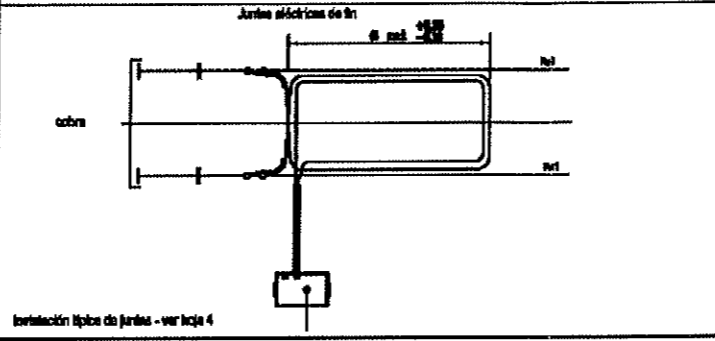
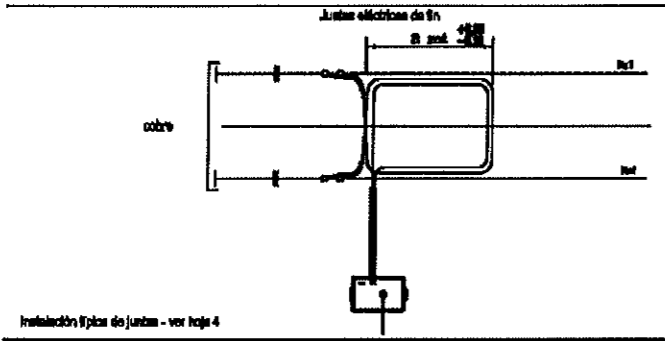
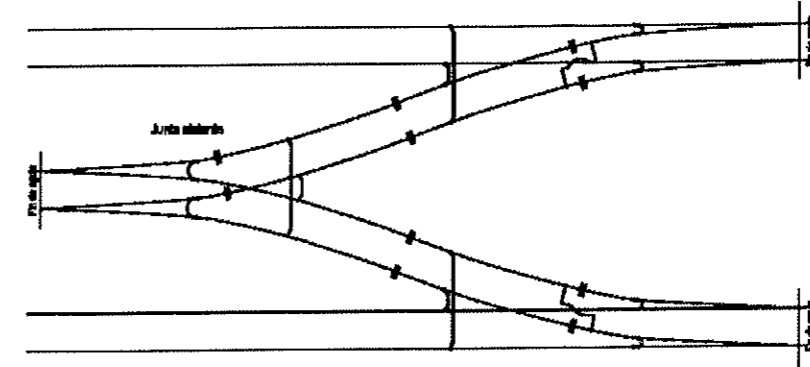
Juntas eléctricas de cobre tipo "H" (Alta frecuencia)



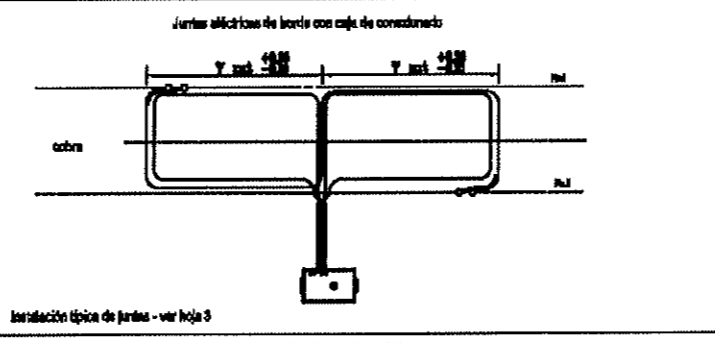
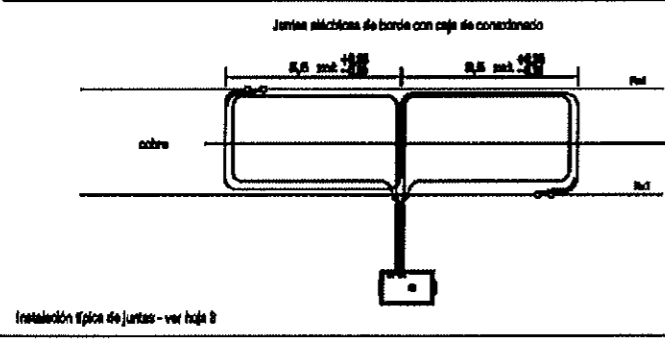
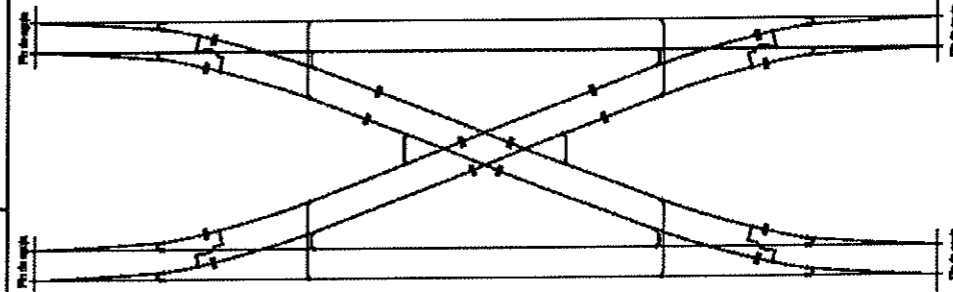
Juntas eléctricas de cobre tipo "L" - Baja Frecuencia



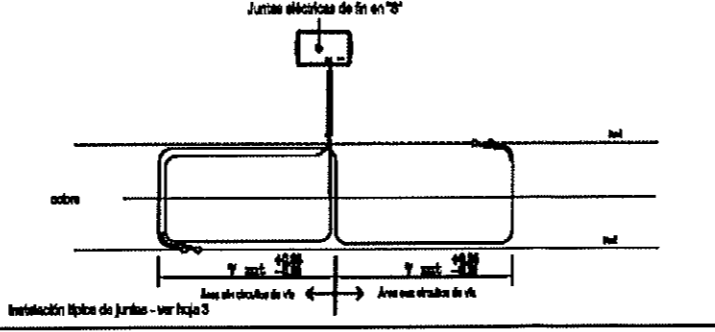
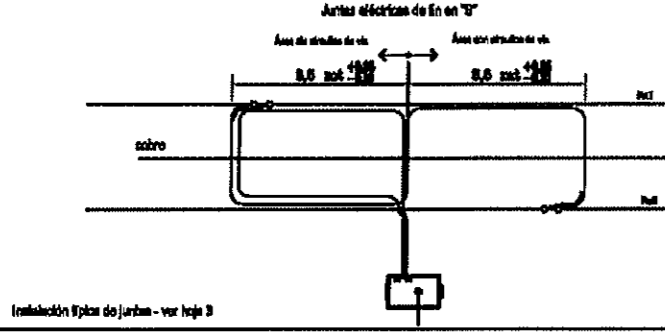
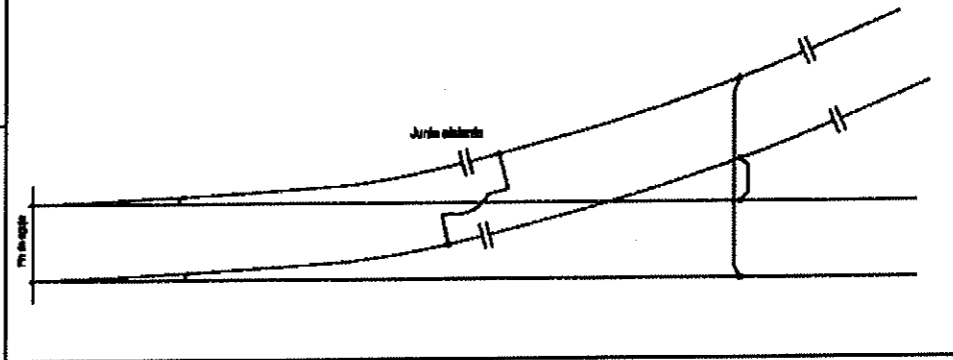
Juntas eléctricas de lazo en las agujas para controlar vía de apartadero



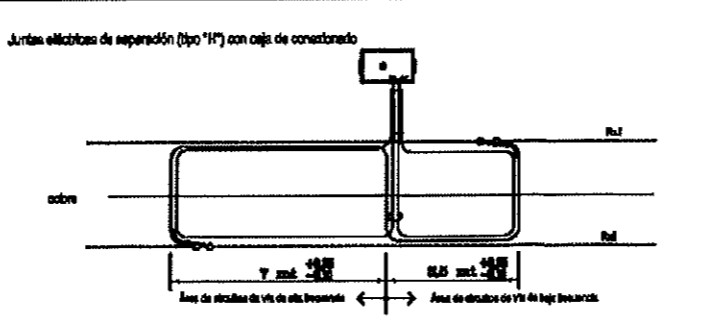
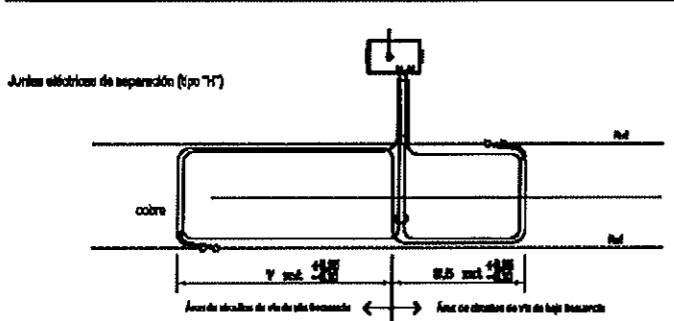
Juntas eléctricas de lazo en las agujas para controlar cruzamiento



Juntas eléctricas de lazo en las agujas para controlar raíl simple

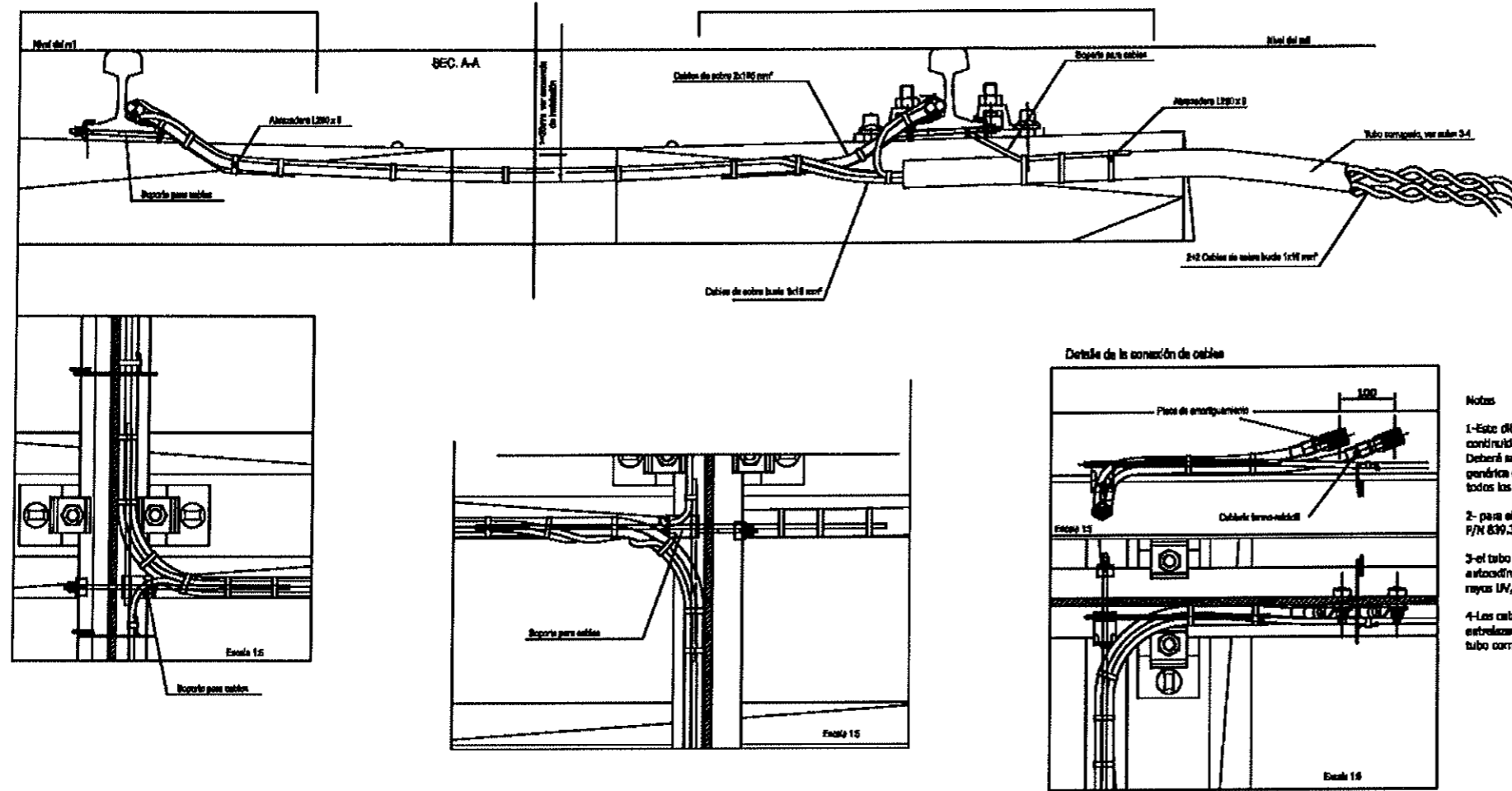


Separación eléctrica mediante cobre y/o juntas solapadas



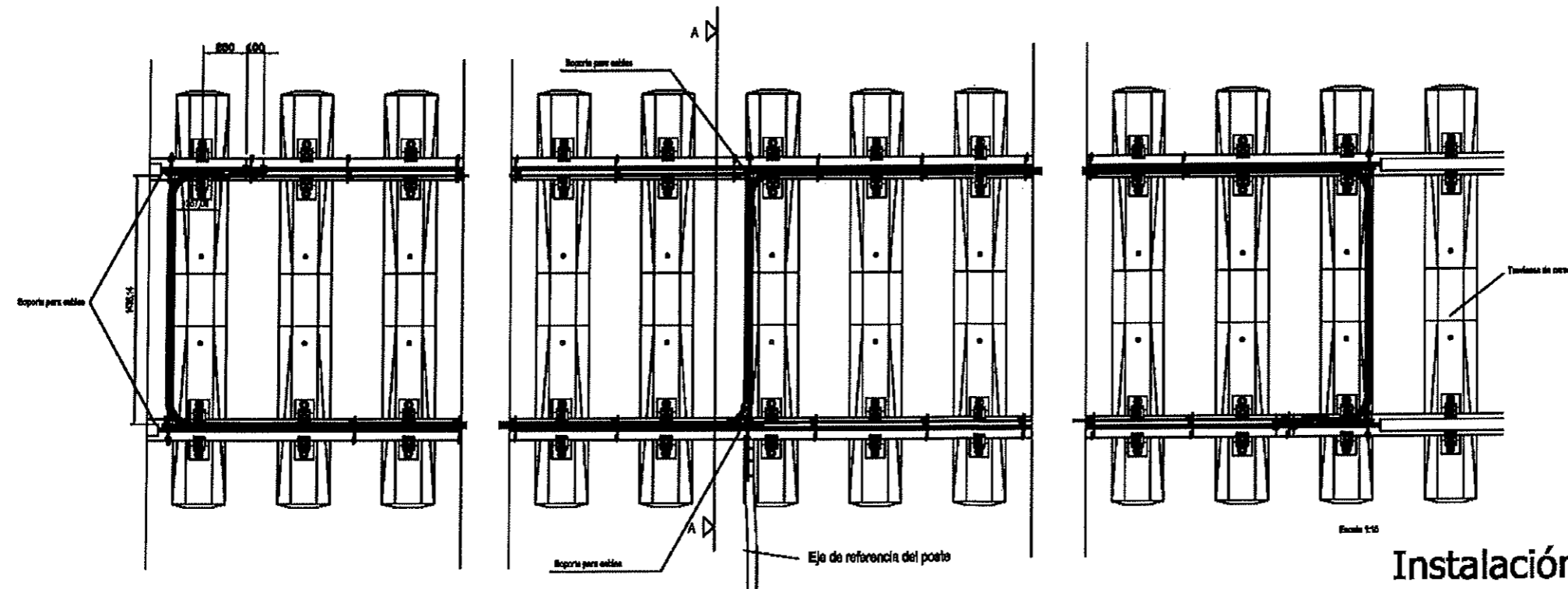
Instalación típica del CBDAC (1/4)

Juntas eléctricas típicas para circuitos de vía



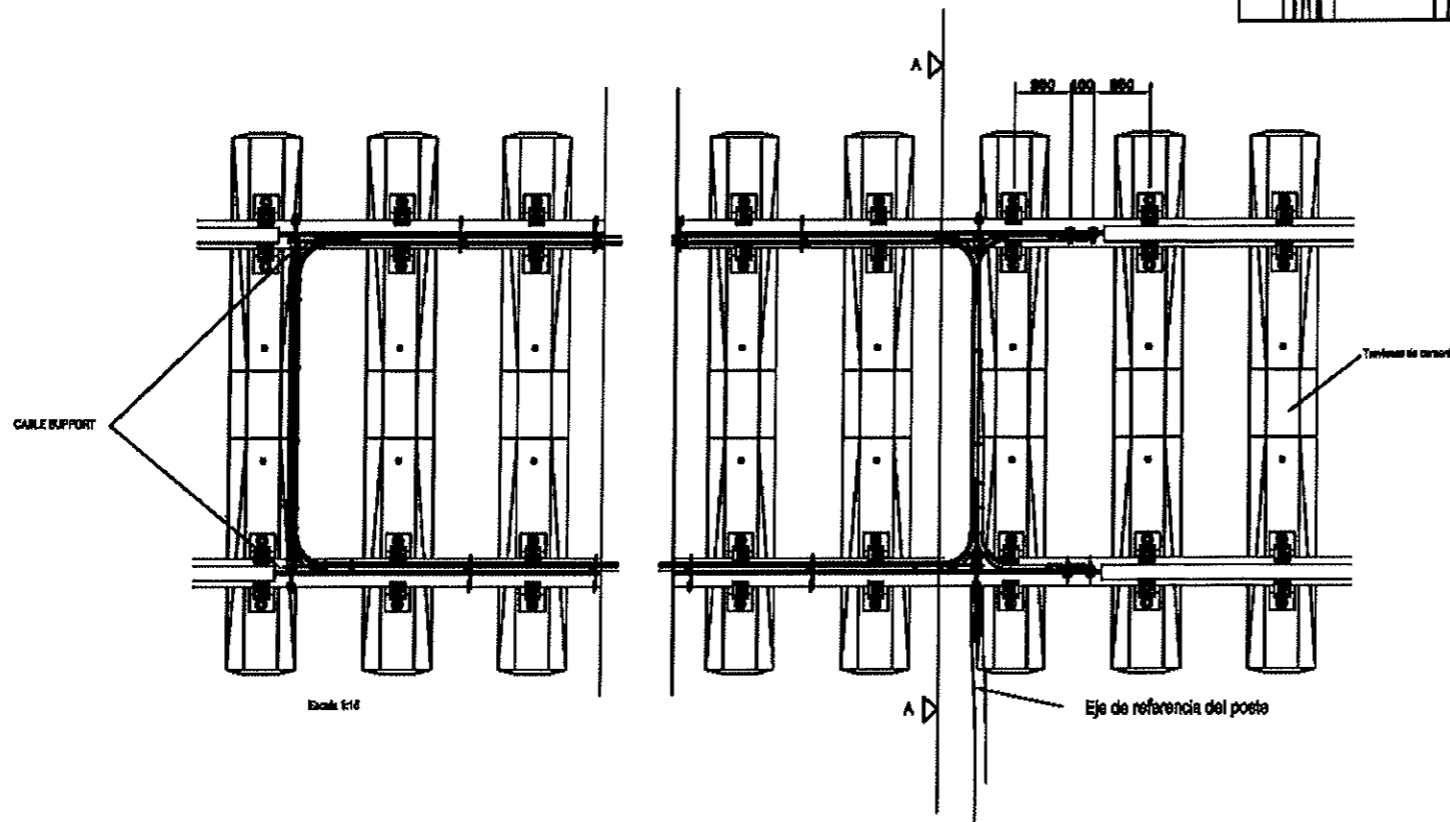
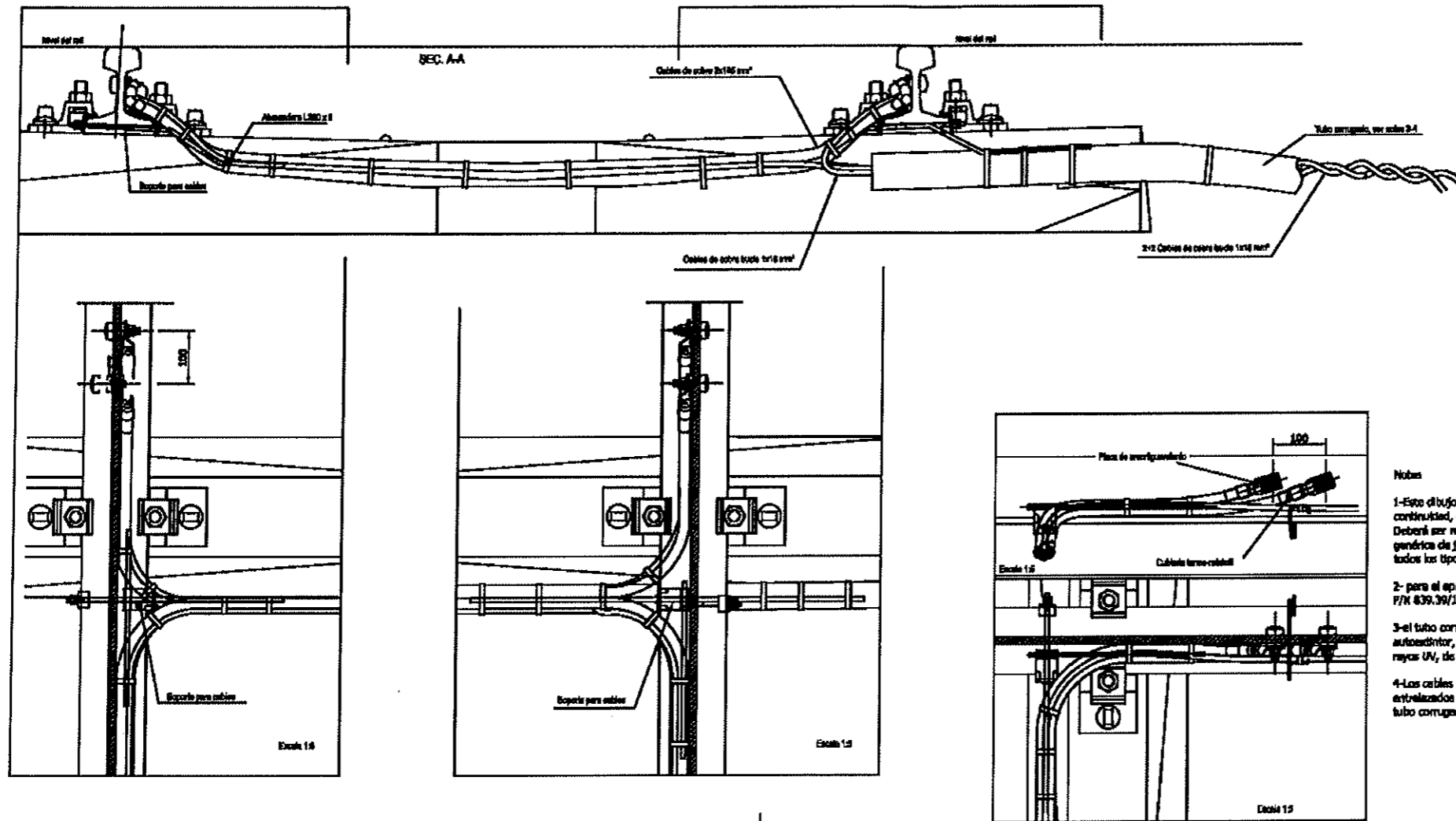
Notas

- 1- Este dibujo muestra un ejemplo de instalación de juntas de continuidad, de fin o de separación. Deberá ser referenciado como ejemplo típico de instalación genérica de juntas ya que contiene las directrices comunes a todos los tipos.
- 2- para el apriete y corte de abrazaderas de plástico usar alicates P/N 839.30/104 o equivalentes.
- 3- el tubo corrugado deberá ser de suministro local, de tipo autocollante, adecuado para instalación en exteriores, resistente a rayos UV, de color rojo y con el diámetro interno mínimo de 40mm.
- 4- Los cables 1x16mm² a la caja de conexión deben ser entrelazados entre sí con vueltas de aprox. 100mm y sujetos en el tubo corrugado.



Instalación típica del CBDAC (2/4)

Instalación de circuitos de vía:  
Juntas de continuidad, de separación y de extremo.

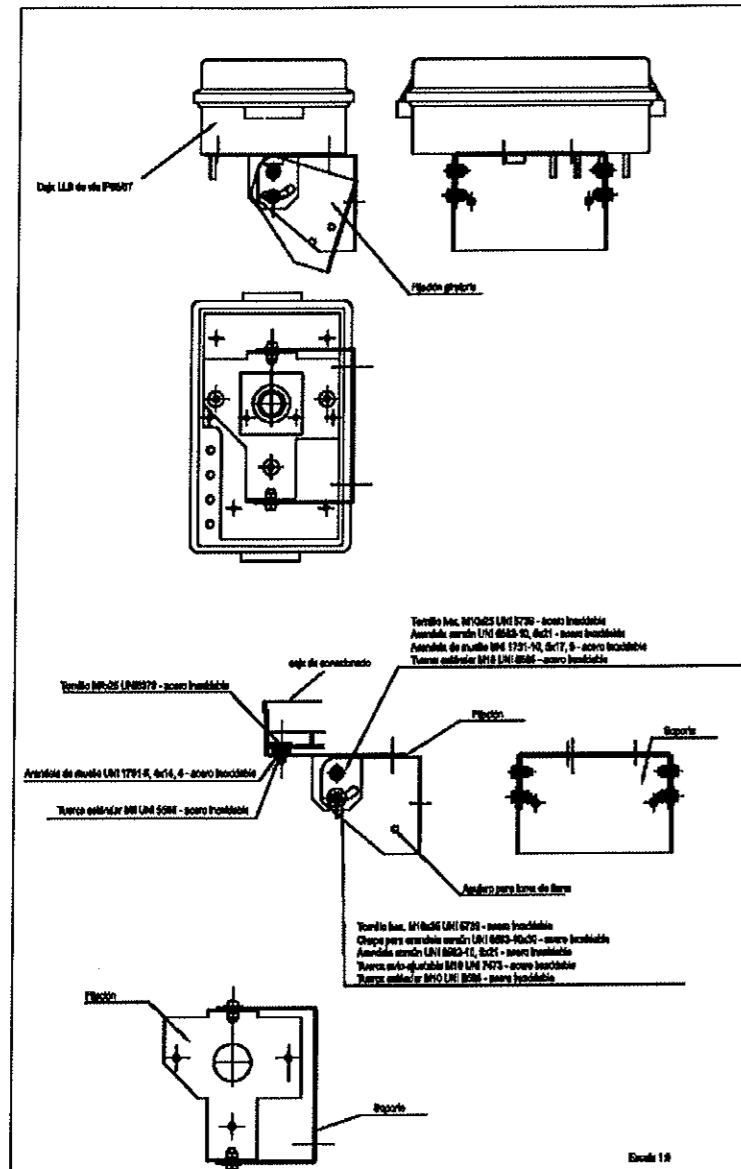


### Instalación típica del CBDAC (3/4)

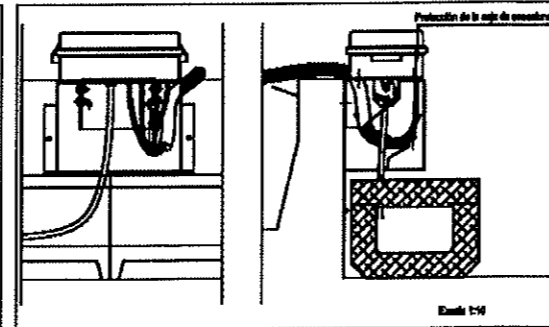
Juntas eléctricas típicas para circuitos de vía



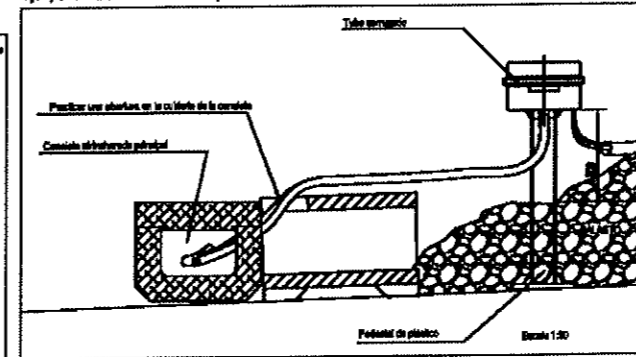
Ejemplo de la caja de conexiones en fijación giratoria



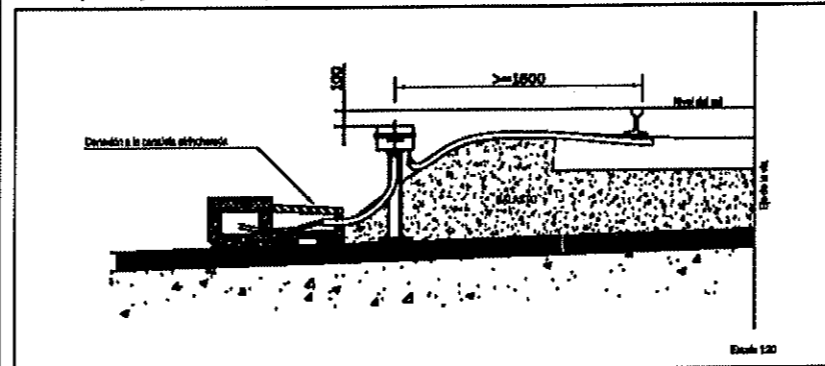
Ejemplo de instalación mural en el lateral del panel-banillo con cubierta de protección de cables



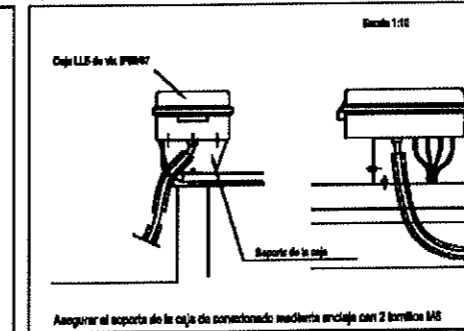
Ejemplo de instalación en balasto sobre pedestal



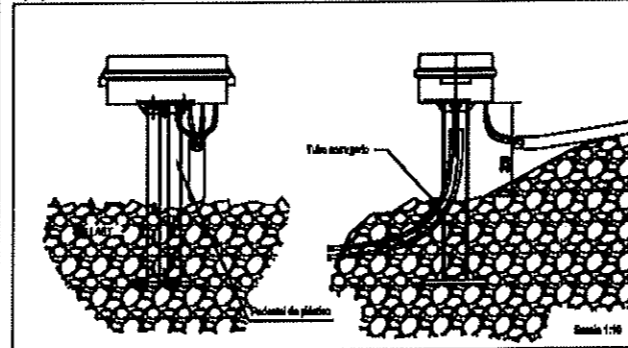
Instalación típica de la caja de conexiones con respecto a las vías



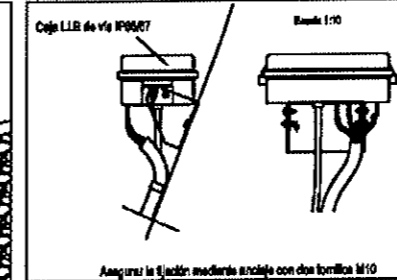
Ejemplo de instalación en superficie de concreto



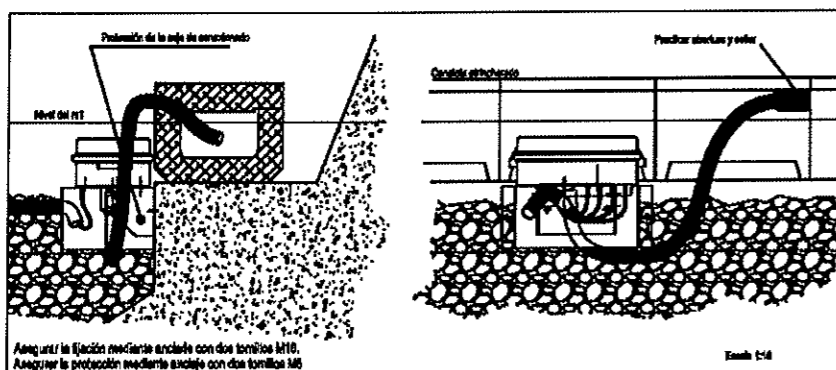
Ejemplo de instalación en pedestal sobre balasto



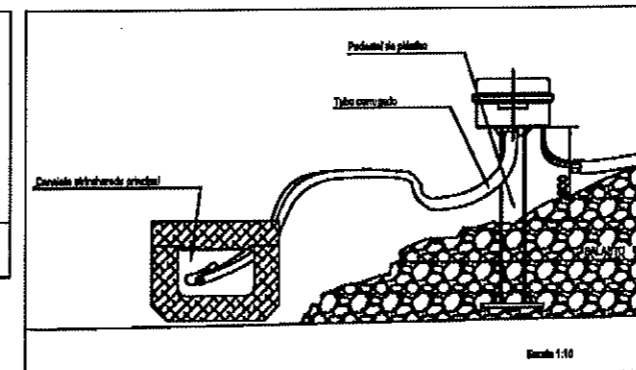
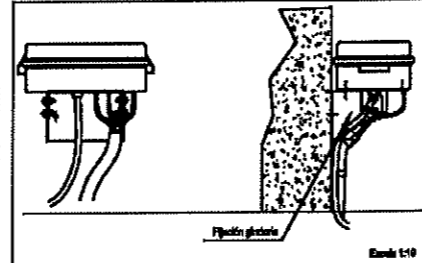
Ejemplo de instalación en panel inclinada



Ejemplo de instalación mural en luna y en balasto bajo cubierta electrificada



Ejemplo de instalación mural



NOTA

- 1- Para la conexión de cables a los relés, referirse a los esquemas de instalación típicos, hojas 3-4-4

Instalación típica del CBDAC (4/4)

Instalación de circuitos de vía:  
Esquema de instalación típica de caja de conexiones

## 2.5 BALIZAS

Una baliza es un dispositivo pasivo utilizado en el sistema CBTC como marcador de la posición.

Cada baliza proporciona al sistema de a bordo su propio ID. Todas las posiciones de las balizas a lo largo de la vía están almacenadas en la base de datos de a bordo.

Un tren que lee el ID de la baliza es capaz de determinar su posición de acuerdo con la posición de la baliza en la base de datos. Las balizas pueden ser también utilizadas para determinar la posición del tren respecto del andén. El sistema CBTC utilizará balizas electrónicas reprogramables de sólo lectura del tipo Eurobaliza para aplicaciones ferroviarias.

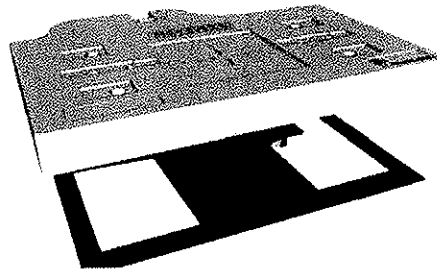
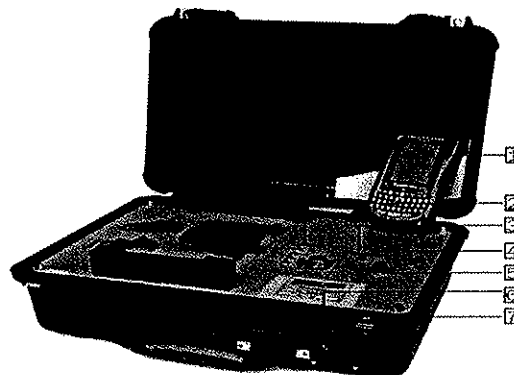


Figura 24: Eurobaliza.

Las balizas de localización segura sólo pueden ser leídas por el Lector de Balizas de localización segura o leídos y escritos por una herramienta manual para el mantenimiento. El Lector de Balizas puede localizar la baliza con una precisión de hasta  $\pm 5$  cm.



Figura 25: Lector de balizas.



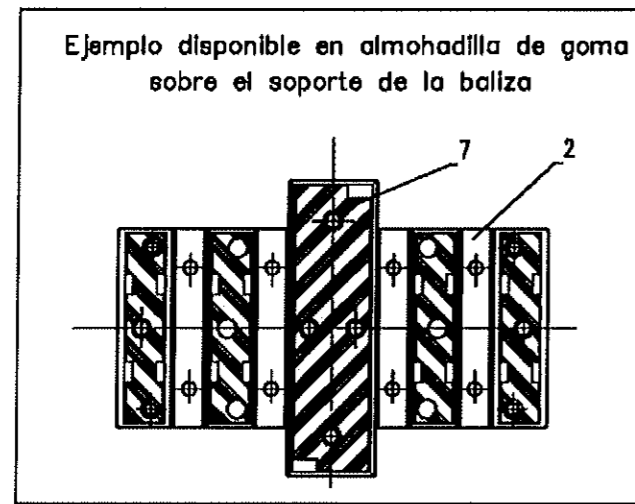
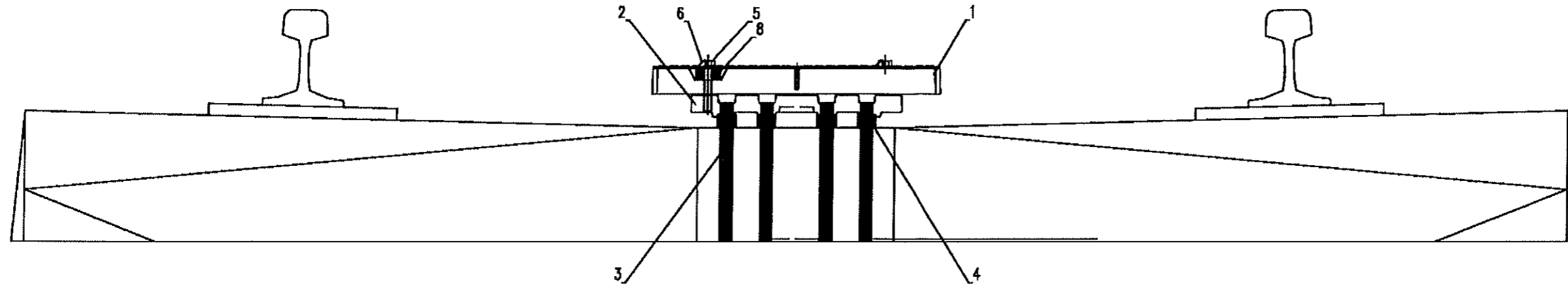
1	Herramienta manual wi-fi.
2	Conector de carga de batería y LED de diagnóstico de carga.
3	LED de programación Eurobaliza.
4	LED para la comprobación del telegrama.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL

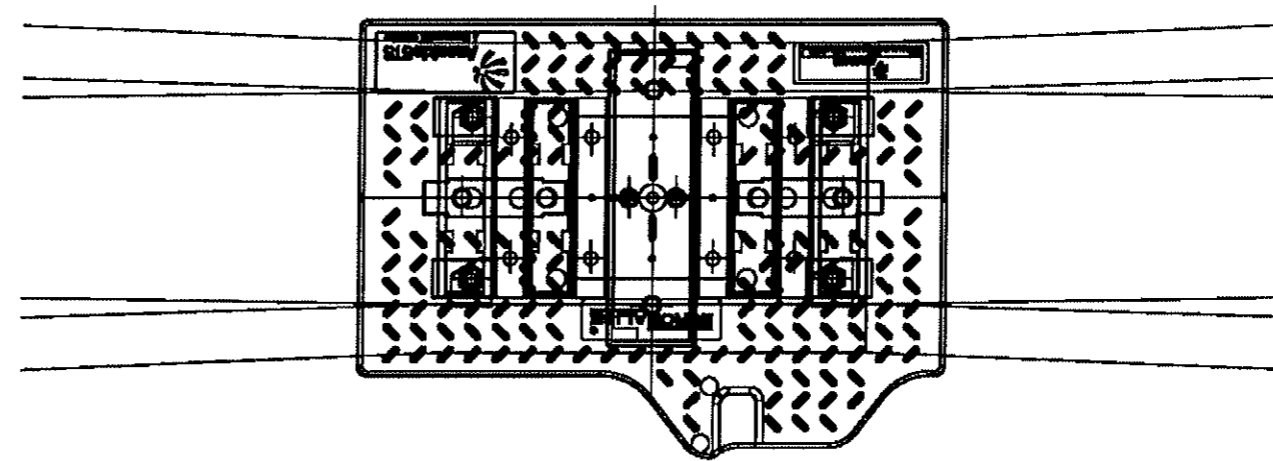
- 5 Conmutador de ON-OFF.
- 6 LED de encendido.
- 7 Selector de verifica / programación.

**Figura 26: Programador de balizas y herramienta manual de mantenimiento.**

# Instalación típica de Eurobalizas



Vista superior



ID	Descripción
1	Baliza
2	Soporte de baliza
3	BAND-IT (19 x 0.76mm)
4	Abrazadera para BAND-IT
5	Tornillo M12 x 70 UNI 5739
6	Placa de seguridad
7	Aimohadilla de goma sintética
8	Espaciador

## 2.6 CAMBIAVÍAS

El sistema propuesto integra las funciones de actuación, bloqueo y detección en una misma unidad. Esta unidad ha sido desarrollada para satisfacer las necesidades especiales de los desvíos de alta utilización, única o múltiples posiciones de bloqueo y la posibilidad de fijarlas a los raíles, instalándose en traviesas huecas de acero, sobre las traviesas o en el compartimento de las propias traviesas.



Figura 27: Cambiovía tipo Unistar HR.

### Características principales:

- Certificación SIL4
- Diseño de acuerdo a los estándares franceses, de German Railways y AREMA.
- Sistema completamente encapsulado (pruebas especiales de acuerdo a DIN EN 60068-2-68)
- Bloqueo de prisma integrado
- Disponible en opción talonable y no talonable
- Unidad única de actuación y bloqueo para todas las posiciones, gracias a su recorrido ajustable.
- Preparada para operar conjuntos de cambiovías y cambiovías de corazón móvil

### Datos técnicos, Unistar HR con sistema de actuación electro-hidráulico

Requerimiento	Valor	Comentario
Fuerza de actuador electromecánico	Hasta 15kN	Ajustable
Talonabilidad	Incluída	Talonable o no talonable
Detección de fin de carrera	Integrada	
Sistema de alimentación	Tiempo de posicionamiento < 5s	Puede usarse con cualquier sistema de enclavamiento y tensión de motor de 24V-750V
Operación manual del actuador electromecánico	Manual mediante bombeo	Opción de indicador óptico de fin de carrera
Juego aguja / brazo del actuador	60-160mm	Ajustable sin necesidad de cambio de piezas

Posibilidad de aplanamiento automático	Sí	En caso de instalación en traviesas de acero hueco o sobre traviesas
Temperatura de operación	-40°C a +80°C	

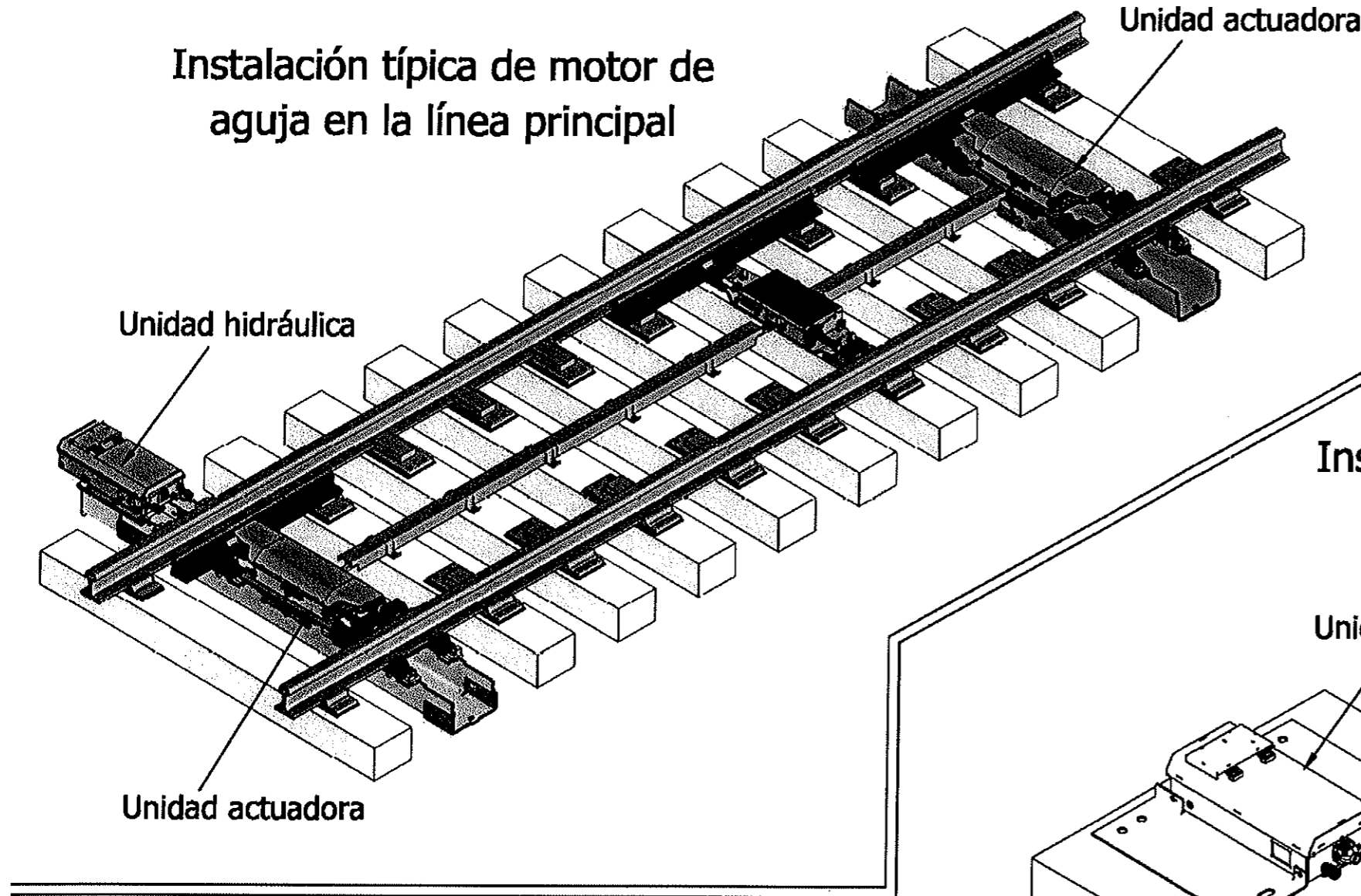
## 2.7 CABLES

Los cables y fibras ópticas suministrados con el sistema CBTC cumplirán con las normas internacionales vigentes y los cables tendrán como mínimo las siguientes características:

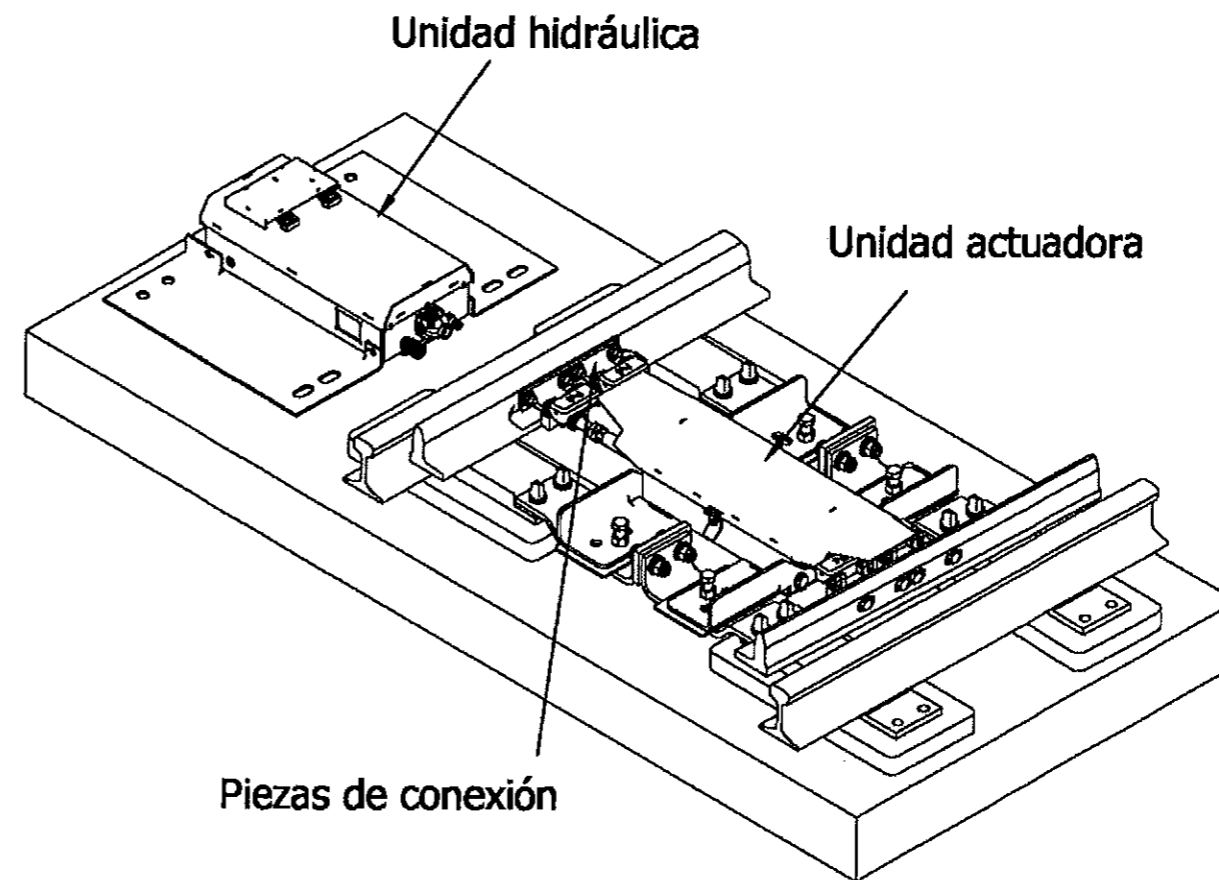
- no serán propagadores de incendio,
- sin componentes halógenos, azufrados ni nitrogenados, (en túnel)
- cantidad reducida de humo emitido, (en túnel)
- opacidad de los humos limitada, (en túnel)
- nocividad de los productos de combustión muy atenuada (en túnel)
- una cubierta de protección no propagadora de llama y sin desprendimiento de gases tóxicos.

En zonas superficiales, se podrán instalar cables con características menos exigentes, conforme a las normas.

Instalación típica de motor de  
aguja en la línea principal



Instalación típica de motor de  
aguja en depósito








<b>A.7.6.6.</b> Nº DOCUMENTO	<b>A) MEMORIA DESCRIPTIVA DEL DISEÑO DE INGENIERIA</b> TIPO DE DOCUMENTO
---------------------------------	---

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

## **A.7.6.6. DIMENSIONAMIENTO DE TORNQUETES**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL 

**DIMENSIONAMIENTO DE TORNQUETES**

Para este cálculo se tomará en cuenta la capacidad de flujo de pasajeros recomendada por los fabricantes y respectivas fichas técnicas.

Para estimar la capacidad de pasajeros se toma en cuenta el valor sugerido por las recomendaciones del manual TCRP REPORT 100 – Transit Capacity and Quality of Service, y citado en el Estudio de Factibilidad. En el caso de Lector de tarjetas (varios tipos): range de 25-40 pax/min.

Se considera un valor promedio de 30 pax/min.

La fórmula para calcular el número de torniquetes necesarios, se divide en tres partes:


- La primera parte de la fórmula calcula el número de puertas necesarias para acomodar el flujo de ENTRADA a través de la línea de torniquetes.
- La segunda parte calcula el número de puertas necesarias para flujos de SALIDA basándose en el total de las cargas que bajan de todas las plataformas. Considerando la carga que baja de la plataforma más ocupada, incrementada en un 25% (para permitir una holgura en el servicio), todo el flujo pasa a través de la línea de torniquetes en 2 minutos.
- La tercera parte de la fórmula agrega una o dos puertas adicionales a la suma del número de puertas de ENTRADA y SALIDA calculado en las partes uno y dos, las cuales se utilizarán como puerta de servicio.

$$\text{redondear} \left\{ \frac{5 \text{ min. flujo de entrada}}{30 \times 5} \right\} + \text{redondear} \left\{ \frac{\text{total carga bajan}}{30 \times 2} \right\} + X$$

Se consideran un mínimo de 3 torniquetes.

En los planos, los torniquetes son indicativos para definir su situación. En cada fase se posicionará el número de torniquetes necesarios.

Se adjunta tablas con los cálculos de las estaciones para la demanda más exigente.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL 

ESTACIONES 12		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
		PUERTA DE CALLAO	BUENOS AIRES	JUAN PABLO II	INSURGENTES	CARMEN DE LA LEGUA	OSCAR BENAVIDES	SAN MARCOS	ELIO	LA ALBORADA	TINGO MARIA										
2030	PARÁMETROS																				
	FRECUENCIA DE TRENES (TRENES/HORA)	60																			
	FRECUENCIA DE TRENES (TRENES/MINUTO)	1.5																			
	FACTOR DE CORRECCIÓN	1																			
	HORA PUNTA MAÑANA SUR/NORTE ESTE/OESTE	0	897	0	3644	0	3803	0	2424	738	9727	27	118	183	5201	199	3567	136	2057	52	521
	HORA PUNTA MAÑANA NORTE/SUR OESTE/ESTE	2083	0	1277	0	2361	0	1504	0	11722	1863	48	4	1133	227	879	292	443	206	1896	263
	HORA PUNTA TARDE SUR/NORTE ESTE/OESTE	0	1018	0	2761	0	2708	0	2605	1235	10454	8	65	228	1724	224	789	127	371	43	346
	HORA PUNTA TARDE NORTE/SUR OESTE/ESTE	1758	0	1003	0	4283	0	854	0	9092	430	140	14	2250	93	1078	102	670	86	684	0
	HORA PUNTA MAÑANA SUR/NORTE ESTE/OESTE	0	897	0	7832	0	3387	0	2840	1001	12375	27	160	30	6608	91	4712	15	2412	52	599
	HORA PUNTA MAÑANA NORTE/SUR OESTE/ESTE	2314	0	1375	0	2733	0	1800	0	13162	1637	74	4	1300	208	1911	247	544	262	1495	0
2047	HORA PUNTA TARDE SUR/NORTE ESTE/OESTE	0	1433	0	6926	0	2236	0	3157	14780	8	96	218	1898	361	2249	98	423	60	307	
	HORA PUNTA TARDE NORTE/SUR OESTE/ESTE	3161	0	1556	0	5802	0	1052	0	12286	246	14	2913	133	1666	89	865	88	940	0	
	FAÑO DIMENSIONANTE	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2030 HPM
	USUARIOS QUE ENTRAN (FLUJO DE ENTRADA ENTRE 5 MINUTOS)	264	130	484	88	1097	22	111	167	47	2047 HPM	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT
	USUARIOS QUE SALEN (FLUJO DE SALIDA ENTRE UN TREN Y OTRO)	76	365	118	167	623	6	341	223	134	2047 HPM	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT	2047 HPT
	CAPACIDAD DE TORNIQUETES (pax/m/min)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	TORNIQUETES DE ENTRADA	2	1	4	1	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	TORNIQUETES DE SALIDA	2	8	3	4	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	TORNIQUETE ADICIONAL	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES	5	10	8	6	22	3	10	8	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASADE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL



ESTACIONES L2	11		12		13		14		15		16		TOTAL BAJA HPK-2047	TOTAL BAJA HPK-2047	TOTAL BAJA HPK-2047		
	PLAZA MURILLO		PLAZA BOLOGNESI		ESTACION CENTRAL		PLAZA MANCO CAPAC		CANGALLO		28 DE JULIO						
	BAJA	SUBE	BAJA	SUBE	BAJA	SUBE	BAJA	SUBE	BAJA	SUBE	BAJA	SUBE					
2030	333	1715	441	333	7833	23914	17709	73085	3648	745	749	27817	5362	2590	27381	20698	54675
	1896	263	227	367	11138	11051	13112	12113	306	187	81	6145	10846	14688	11652	12111	11112
	128	1088	544	174	9813	10956	16332	69687	252	307	150	10899	6530	9337	10412		
	1666	77	548	28	18669	7390	12113	12113	378	60	284	3551	21413	21609	1959	47007	17011
2047	272	3416	390	429	7640	58102	0	0	1657	451	837	42410	6364	2423	41110		
	2948	238	304	860	9569	14983	PERSONAS QUE ENTAN DE LA CALLE	PERSONAS QUE SALEN A LA CALLE	214	928	543	8738	14709	18275	13555	PERSONAS QUE ENTAN DE LA CALLE	PERSONAS QUE SALEN A LA CALLE
	173	2243	616	153	11818	11986			842	320	379	17400	10134	11102	15751		
	2335	75	26	31	31549	6951	877	3358	526	641	510	4432	33897	38063	2532	4141	3861
FACTOR DE CORRECCION		2047 HPT		2030 HPT		HPT-2047		2030 HPT		2030 HPT		HPT 2047					
FRECUCENCIA DE TRENES (TRENES/HORA)		40 L5		40 L5		40 L5		40 L5		40 L5		40 L5		40 L5		40 L5	
FRECUCENCIA DE TRENES (TRENES/MINUTO)		0.67		0.67		0.67		0.67		0.67		0.67		0.67		0.67	
HORA PUNTA MAÑANA SUR/NORTE ESTE/OESTE		06:00-08:00		06:00-08:00		06:00-08:00		06:00-08:00		06:00-08:00		06:00-08:00		06:00-08:00		06:00-08:00	
HORA PUNTA MAÑANA NORTE/SUR OESTE/ESTE		06:00-08:00		06:00-08:00		06:00-08:00		06:00-08:00		06:00-08:00		06:00-08:00		06:00-08:00		06:00-08:00	
HORA PUNTA TARDE SUR/NORTE ESTE/OESTE		16:00-18:00		16:00-18:00		16:00-18:00		16:00-18:00		16:00-18:00		16:00-18:00		16:00-18:00		16:00-18:00	
HORA PUNTA TARDE NORTE/SUR OESTE/ESTE		16:00-18:00		16:00-18:00		16:00-18:00		16:00-18:00		16:00-18:00		16:00-18:00		16:00-18:00		16:00-18:00	
HORA DIMENSIONAMIENTO		1		1		1		1		1		1		1		1	
ESPAZOS QUE ENTRAN/FLUIDO DE ENTRADA ENTRE 5 MINUTOS		269		121		74		155		76		346					
ESPAZOS QUE SALEN (FLUIDO DE SALIDA ENTRE UN TREN Y OTRO)		83		9		170		86		69		184					
CAPACIDAD DE TORNIQUETES (pas/m/min)		30		30		30		30		30		30					
TORNIQUETES DE ENTRADA		2		1		1		2		1		3					
TORNIQUETES DE SALIDA		2		1		4		2		2		4					
TORNIQUETE ADICIONAL		1		1		1		1		1		1					
NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES		5		3		6		5		4		8					

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL



ESTACIONES L2		17		18		19		20		21		22		23		24		25		24		25			
		SUBE	BAJA	SUBE	BAJA	SUBE	BAJA	SUBE	BAJA	SUBE	BAJA	SUBE	BAJA	SUBE	BAJA	SUBE	BAJA	SUBE	BAJA	SUBE	BAJA	SUBE	BAJA		
PARÁMETROS	NICOLAS AYLLÓN																								
	FRECUCENCIA DE TRENES (TRENES/HORA)		1174																						
	FRECUCENCIA DE TRENES (TRENES/MINUTO)		1.5																						
	FACTORA DE CORRECCIÓN		1																						
	HORAS PUNTA MAÑANA SUR/NORTE ESTE/OESTE		7389 762 838 365 2496 221 6484 338 2190 80 2287 252 490 249 1336 0 2011 0																						
	HORAS PUNTA TARDE SUR/NORTE ESTE/OESTE		848 848 1098 466 516 228 729 152 5122 158 902 67 2228 74 1487 0 722 0 2197 0 1744																						
	HORAS PUNTA TARDE NORTE/SUR OESTE/ESTE		235 225 1204 537 811 300 1989 335 4517 127 1289 74 2698 38 651 31 852 0 2584 0																						
	HORAS PUNTA MAÑANA SUR/NORTE ESTE/OESTE		207 754 678 1033 288 470 186 765 132 3310 157 798 257 1461 72 622 0 1201 0 4298 0 3703																						
	HORAS PUNTA TARDE SUR/NORTE ESTE/OESTE		712 470 2566 443 1068 582 1068 362 6803 341 2713 196 2791 242 828 43 1522 0 5224 0 1673 0																						
	HORAS PUNTA MAÑANA NORTE/SUR OESTE/ESTE		176 499 983 1433 537 669 537 659 47 7015 144 1111 23 2380 33 2208 0 742 0 2222 0 1673																						
CÁLCULO DE TORNIQUETES	HORAS PUNTA TARDE SUR/NORTE ESTE/OESTE		95 243 1579 474 1088 339 2500 256 7145 104 3979 39 3979 39 803 3 833 0 3025 0 3357 0																						
	HORAS PUNTA TARDE NORTE/SUR OESTE/ESTE		281 1015 703 1366 336 544 119 911 44 5024 178 906 178 906 92 878 0 1372 0 4823 0 3916																						
	ÁRD DIMENSIONANTE		2030 HPM 2047 HPM 2047 HPT 2047 HPT HPM-2047 HPM-2047 2047 HPM 2047 HPM 2047 HPM 2047 HPM 2047 HPM 2047 HPT 2030 HPM 2047 HPT																						
	USUARIOS QUE ENTRAN/FUJIO DE ENTRADA ENTRE 5 MINUTOS)		116 296 134 134 219 600 239 235 72 483 127 280																						
	USUARIOS QUE SALEN (FUJIO DE SALIDA ENTRE UN TREN Y OTRO)		43 94 52 52 59 368 63 132 113 38 175 207																						
	CAPACIDAD DE TORNIQUETES (pasajeros/min)		30 30																						
	TORNIQUETES DE ENTRADA		1 2 2 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2																						
	TORNIQUETES DE SALIDA		1 2																						
	TORNIQUETE ADICIONAL		1 1																						
	NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES		3 5 4 5 5 13 5 6 5 3 9 8																						

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL



ESTACIONES L2		1		2		3		4		5		6		7		8		
		BAJA	SUBE	BAJA	SUBE	BAJA	SUBE	BAJA	SUBE	BAJA	SUBE	BAJA	SUBE	BAJA	SUBE	BAJA	SUBE	
2030	Gambetta	719		959		403		511		1268		684		575		5272		
		2713	3308	2625	652	801	1872	1591	1032	888	606	2043	7950	5998	728	5405	6113	
		1919	594	1043	610	707	707	976	716	904	248	653	4623	3141	707	4194	5272	
		3640	3581	4277	882	1420	2431	3135	1406	1054	808	2351	7950	7541	932	8958	6113	
		3066	737	4277	735	1420	1947	3135	762	1054	343	1057	4623	4813	2047 HPM	2047 HPM	2047 HPM	
		256	62	62	62	163	163	117	117	68	68	196	1007					
		192	226	75	75	165	165	41	41	36	36	32	570					
		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
		2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	7	2	2	7	7
		4	4	4	4	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	10	10
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2		
7	6	6	4	4	6	6	6	3	3	3	4	4	4	4	19	19		
FACTORES DE CORRECCIÓN																		
FRECUCENCIA DE TRENES (TRENES/MINUTO)		40		1.5		40		1.5		30		2		30		2		
FRECUCENCIA DE TRENES (TRENES/HORA)		40		1.5		30		2		45		1.33		45		1.33		
2047		38		1.6		38		1.6		38		1.6		38		1.6		
CÁLCULO DE TORNIQUETES		USUARIOS QUE ENTRAN (FLUJO DE ENTRADA ENTRE 5 MINUTOS)		256		192		30		2		4		1		7		
USUARIOS QUE SALEN (FLUJO DE SALIDA ENTRE UN TREN Y OTRO)		192		30		2		4		1		7		1		10		
CAPACIDAD DE TORNIQUETES (pax/m/min)		30		30		30		30		30		30		30		30		
TORNIQUETES DE ENTRADA		2		1		1		2		1		1		2		7		
TORNIQUETES DE SALIDA		4		4		2		2		2		2		2		10		
TORNIQUETE ADICIONAL		1		1		1		1		1		1		1		2		
NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES		7		6		4		6		3		3		4		19		

