

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
TOMO 3	A.3.	TOPOGRAFÍA DEL PROYECTO Apéndice 1: Planos
	A.4.	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DEL PROYECTO Apéndice 1: Registro de sondeos mecánicos Apéndice 2: Registros de calicatas Apéndice 3: Ensayos de permeabilidad in situ Apéndice 4: Registros de la investigación geofísica Apéndice 5: Ensayos de laboratorio Apéndice 6: Cálculos analíticos de estabilidad en el frente Apéndice 7: Planos
TOMO 4		
TOMO 5	A.5.	TRAZO, DISEÑO GEOMÉTRICO Y SUPERESTRUCTURA DE VÍA DE LA LÍNEA PRINCIPAL Diseño del Trazado Apéndice 1: Planos
TOMO 6	A.5.1.	Tipo de Superestructura de vía Apéndice 1: Planos
	A.5.2.	Parámetros de diseño y conservación de la vía férrea incluyendo sus tolerancias geométricas Apéndice 1: Planos
	A.5.3.	Estudio funcional de la superestructura de vía Apéndice : Simulaciones cinemáticas
	A.5.4.	Estudio de ruido y vibraciones Apéndice 1: Estudio de ruido y vibraciones secundario
TOMO 7	A.5.5.	
	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
TOMO 8	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
	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
TOMO 9	A.6.8.	Sistema de Monitoreo y Auscultación. Apéndice 1: Planos
	A.6.9.	Excavación en trinchera (método Cut & Cover) Apéndice 1. Cálculos ramales Bocanegra Apéndice 2. Cálculos Terceras Vías Apéndice 3. Cálculos ramales Santa Anita Apéndice 4. Planos
	A.6.10.	Excavación en caverna Apéndice 1. Esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos Apéndice 2. Modelización numérica para la obtención de esfuerzos en el revestimiento definitivo



INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

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



INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALEXONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

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



008667



INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

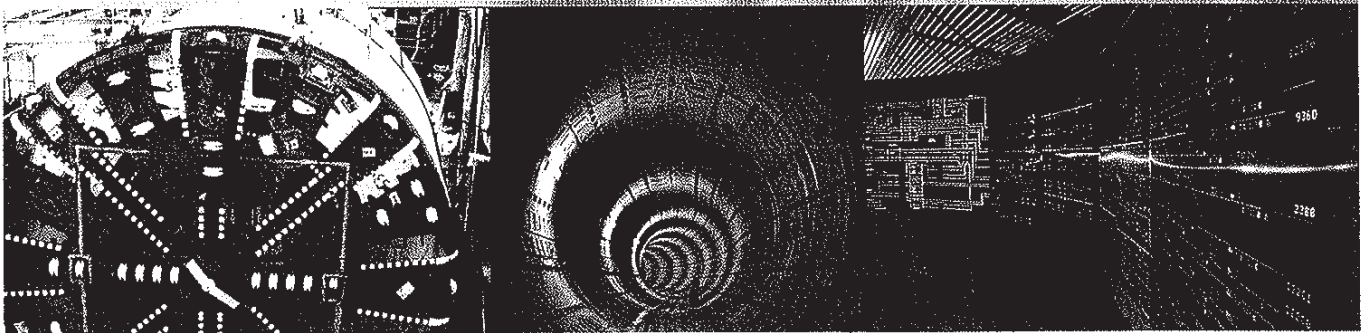
TOMO		CONTENIDO
	N.1. N.2.	HITOS DE OBRAS POR ETAPAS HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS
TOMO 30	O.	INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
	O.1.	ESTUDIOS BÁSICOS
	O.1.1.	Topografía de detalle Apéndice 1: Planos
	O.1.2.	Estudio geotécnico Apéndice 1: Registro de sondeos mecánicos Apéndice 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 excedencia para aceleración espectral T=0 s. Apéndice 3: Espectros de peligro uniforme Apéndice 4: Espectros de diseño sísmico
	O.1.4.	Estudio de desvíos de tráfico Apéndice 1 :Planos
	O.1.5.	Estudio de interferencias Apéndice 1: Planos
	O.2.	GEOMETRIA (Trazado)
	O.2.1.	Trazado de las vías Apéndice 1: Planos
TOMO 32	O.3	TÚNELES
	O.3.1.	Memoria descriptiva con definición de los métodos constructivos
	O.3.2.	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.	Memoria descriptiva de las estaciones Apéndice 1. Planos
	O.4.2.	Arquitectura de estaciones
	O.4.3.	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



008669

D. DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE



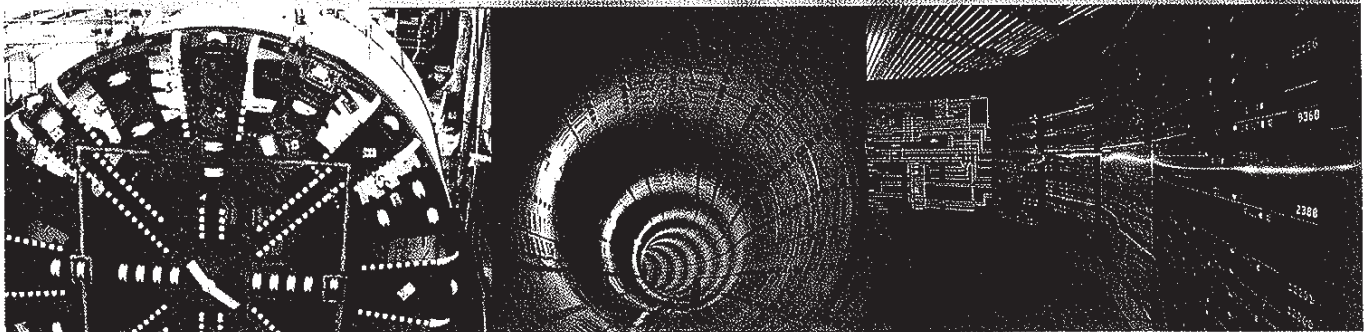
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
S.A. DE C.V.
CALLE PASADIZO 1177



008670

**D.1. DISEÑO, FABRICACIÓN, PRUEBAS DE
ACEPTACIÓN EN FABRICA, TRANSPORTE,
ENSAMBLE Y ACOPLE, PRUEBAS DE
PUESTA EN MARCHA E INTEGRACIÓN DEL
MATERIAL RODANTE.**



[Handwritten signature]



Índice

008671

Introducción	2
Numero de Trenes en cada etapa	3
Plan de apertura parcial del Proyecto por Etapas al público	4
ETAPA 1A	5
ETAPA 1B	6
ETAPA 2	6
Línea 2	6
Línea 4	7

CONSORCIO [9080]
NUEVO METRO DE LIMA
[Signature]



008672

INTRODUCCIÓN

Los trenes que AnsaldoBreda propone para el Nuevo Sistema Metropolitano de Lima son la evolución de un proyecto de trenes tradicional, perfeccionado a lo largo de los años, mejorado en su fiabilidad y seguridad, con soluciones técnicas *service proven* para los vehículos diseñados para el Metro de Madrid, Metro de Milán líneas 1, 2 y 3, Metro Roma línea C.

Los trenes propuestos en la configuración básica de 6 coches, tienen una capacidad para transportar 1.638 pasajeros (8 pasajeros por metro cuadrados) y se componen de cuatro (4) coches motores (M) y dos (2) coches remolques (R), en la siguiente composición: M1-R-M2-M2-R-M1. La configuración final de 7 coches tiene una capacidad de transporte de 1.913 pasajeros (8 pasajeros por metro cuadrados) y se compone de cinco (5) coches motores (M) y dos (2) coches remolques (R), en la siguiente composición: M1-R-M2-M3-M2-R-M1.

En ambos extremos los testeros aerodinámicos están equipados con puerta frontal de emergencia.

Los extremos del tren están equipados con acopladores automáticos que permiten un enlace mecánico, neumático y eléctrico. El acoplamiento se proporciona únicamente para la recuperación del tren en caso de falla, mientras que el funcionamiento normal de los trenes se realiza con 6 o 7 coches.

Las cajas se conectan mediante pasillo de interculación permitiendo el libre movimiento de los pasajeros entre los coches durante la conducción del tren. El tipo de interculación propuesto ya se utiliza en otros metros y, en particular, en los vehículos de línea 1 2 y 3 del metro de Milán, lo que garantiza la máxima seguridad para los pasajeros.

Particular atención se ha puesto en la definición de la estética del vehículo propuesto, para lo cual se estudiaron dos alternativas, incluidas en la sección D.1.11, para dar una imagen atractiva del nuevo sistema de transporte y permitir el mejor uso de los futuros pasajeros de Lima. Las dos propuestas se diferencian en el color, verde o rojo; la disposición de los asientos interiores permite una tasa de confort de los pasajeros superior del mínimo requerido del 10% en el Anexo 6. Los asientos son todos longitudinal y en cualquier caso se proporcionan para los compartimentos de equipaje. Ambas soluciones, por lo tanto, permiten mejorar la capacidad de transporte del vehículo y el número de viajeros sentados.

El vehículo también está equipado con dos zonas para viajeros con movilidad reducida (PMR), cada uno de los cuales posicionados en los coches extremos en las proximidades de las puertas laterales. Cada extremo del coche (M1) también está equipado con pupitre de guía de emergencia situado en el lado derecho de la puerta principal. En amueblar del pupitre está perfectamente integrado en el compartimento de pasajeros y está separado y cerrado por un panel que se puede abrir con una llave por personal autorizado. Por tanto, la zona frontal está en pleno funcionamiento por los pasajeros como se requiere para un vehículo sin conductor.

La estructura de las cajas es de aleación ligera de aluminio; los bogies derivan de soluciones ya probadas en la metropolitana que ya están en funcionamiento. En particular, los bogies ofrecen un alto nivel de confort, garantizando la máxima adaptabilidad a cualquier imperfección en la calle y la minimización de ruido y vibraciones.

Gran atención se ha prestado en la redundancia de todos los sistemas del tren.

La unidad de tracción de cada coche motor es asignado a un convertidor de IGBT con enfriamiento de aire natural en cada unidad, que potencia los cuatro motores de cada coche. La solución asegura un ejercicio regular gracias al correcto dimensionamiento de los convertidores individuales, y le ayuda a obtener el mejor adherencia.

En cada coche hay una unidad de climatización completamente automático y equipado con dos circuitos redundantes que permitirá garantizar el confort de acuerdo con la norma EN

El sistema de frenos de disco neumático incorpora las soluciones más avanzadas y permite, en pleno cumplimiento de los requisitos de seguridad, favorecer en todas las condiciones de servicio un frenado electrodinámico a nivel de tren y de la recuperación de energía.

Las puertas de los pasajeros son de tipo eléctrico, de alta fiabilidad y bajo nivel de ruido durante la apertura y cierre.

Además, el vehículo está equipado con cuatro (4) convertidores auxiliares, instalados en los coches remolques, para el suministro de energía de los equipos de media tensión a 380 VAC y 60 Hz y de tensión baja a 110 Vdc. En caso de ausencia de la tensión de la fuente primaria, dos (2) baterías, instaladas en las arcas de arrastre, sin embargo, permiten la alimentación del vehículo durante una hora, como exigido por el contrato.

Los trenes están equipados con un sistema de información de audio y vídeo para los pasajeros a la vanguardia y cumple con los requisitos de las especificaciones técnicas. El sistema está integrado con videovigilancia y diagnóstico de borde.

Para una discusión completa sobre el diseño del material rodante, por favor refiérase a las secciones D.1.1, D.1.2, D.1.3, D.1.4, D.1.5, D.1.6, D.1.7, D.1.8, D.1.9, D.1.10, D.1.11 de la propuesta técnica.

En las siguientes subsecciones contenidas en este documento, de acuerdo con la "check list" del **anexo 14 de la circular 50**, se desarrollarán en los siguientes temas:

- Número de trenes en cada etapa.
- Plan de apertura parcial del Proyecto por etapas al público, la gestión de seguridad y de los procesos de pruebas sin perturbar la operativa GoA4 del tramo abierto al público.

NUMERO DE TRENES EN CADA ETAPA

La Sociedad Concesionaria tendrá disponible el Material Rodante para las Pruebas de Puesta en Marcha, conforme a lo siguiente:

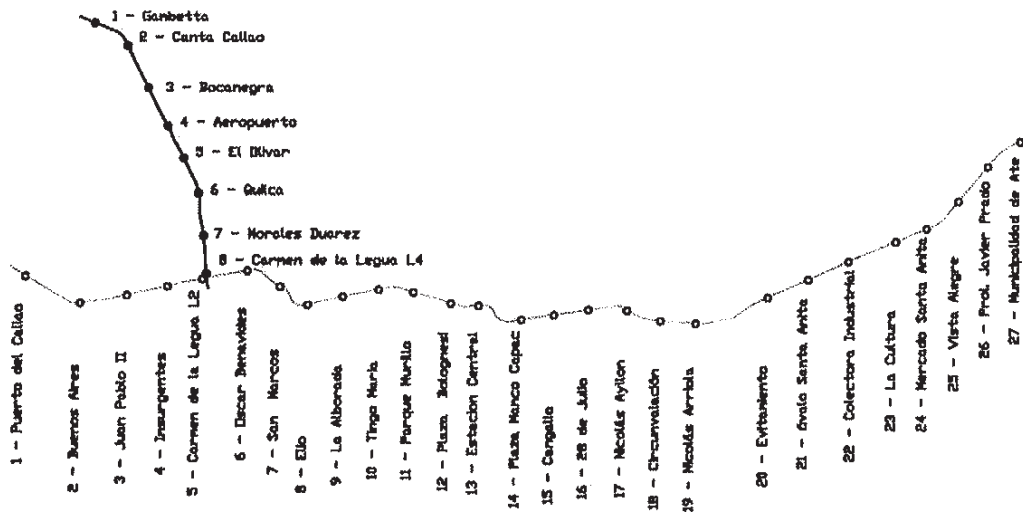
- a) Para la Primera Etapa A: Un total de **cinco (5) trenes**, cuya conformación de seis (06) coches cada uno, con capacidad para transportar mil doscientos sesenta y cuatro (1,264) pasajeros por tren, con una Capacidad Estándar de seis (06) pasajeros por metro cuadrado, a más tardar a los veinticuatro (24) meses contados a partir de la Fecha de Cierre. Durante esta Etapa se programarán trenes con una frecuencia mínima de seis (06) minutos y el horario de servicio será definido por el CONCEDENTE previa opinión del Regulador.
- b) Para la Primera Etapa: Un total de **veinte (20) trenes**, cuya conformación será de seis (06) coches cada uno, con capacidad para transportar mil doscientos sesenta y cuatro (1,264) pasajeros por tren, con una Capacidad Estándar de seis (06) pasajeros por metro cuadrado, a más tardar a los cuarenta (40) meses contados a partir de la Fecha de Cierre.
- c) Para la Primera y Segunda Etapa: Un total de **treinta y cinco (35) trenes** para la Línea 2 y un total de **siete (07) trenes** para el Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta, cuya conformación será de seis (06) coches cada uno, con capacidad para transportar mil doscientos sesenta y cuatro (1,264) pasajeros por tren, con una Capacidad Estándar de seis (06) pasajeros por metro cuadrado, a más tardar a los cincuenta y ocho (58) meses contados a partir de la Fecha de Cierre.

Consulte también la sección D.1.10.

PLAN DE APERTURA PARCIAL DEL PROYECTO POR ETAPAS AL PÚBLICO

Las pruebas y puesta en marcha del sistema se realizarán en diferentes fases, de acuerdo a lo indicado en el apartado L. Memoria descriptiva de los protocolos para la ejecución de pruebas.

Se definirá un plan maestro de pruebas y puesta en marcha (TCMP) para describir la manera en que se verificará la cumplimiento de los componentes, los sistemas y el sistema como un todo a lo largo de las diferentes fases del ciclo de vida del proyecto.



El proyecto formado por la línea 2 y línea 4, se van a construir en 8 tramos dividido en tres etapas:

- Primera etapa 1A,
- Primera etapa 1B,
- Segunda etapa

La etapa 1A, realizada por medio del tramo 5, es aproximadamente 5 Km. desde la estación Evitamiento hasta la estación Mercado Santa Anita y comprende la realización parcial del taller de Santa Anita.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

008675

La etapa 1B, realizada por medio de los tramos 3, 4 y 6, es aproximadamente 10Km desde la estación central hasta la estación Municipalidad de Ate, excluyendo la primera etapa A.

La etapa 2, realizada por medio de los tramos 1, 2, 7 y 8, comprende la finalización de la línea 2 aproximadamente 12Km desde la Estación Puerto del Callao hasta la estación central y el ramal Av. Faucett - Gambetta (tramo de la línea 4), de aproximadamente 8Km desde la estación Gambetta hasta estación Carmen de la Legua L4 incluido en el taller.

La puesta en funcionamiento del proyecto se prevé en tres (3) etapas:

- 2016: Primera etapa 1A – Línea 2,
 - 2017: Primera etapa 1B – Línea 2,
 - 2019: Segunda etapa - Línea 2,
- 2019: Ramal Av. Faucett - Gambetta (tramo de la línea 4),

ETAPA 1A.

INSTALACIONES FERROVIARIAS, ELECTRIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

Se incluyen en este capítulo los trabajos relativos al equipamiento ferroviario, tanto en estaciones como en túnel. Igualmente, se incluyen las labores a realizar en el Patio de Santa Anita.

En las estaciones, las actividades principales engloban cableados e instalación de equipos, mientras que en los túneles, además, se incluye la instalación de catenaria.

Los trabajos descritos se desarrollarán como se muestra en el cronograma incluido en el punto G.

En el Patio de Santa Anita, la actuación se ha previsto como se muestra en el cronograma incluido en el punto G..

SUMINISTRO DE MATERIAL RODANTE

Para esta etapa se prevé el suministro de 5 trenes, incluyéndose en el cronograma las siguientes actividades principales:

- Construcción
- Pruebas de fábrica
- Transporte a Lima
- Pruebas estáticas y dinámicas y certificación

Consultar el punto D.1.10 para más detalles sobre el programa del suministro de material rodante. Tras estas pruebas estáticas y dinámicas, los vehículos estarán listos para las Pruebas de puesta en marcha.

CONSORCIO [9084]
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
DEL METRO DE LIMA

PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA Y FINALIZACIÓN DE ETAPA

008676

Como actividades finales se realizarán las pruebas y circulación en vacío, entre febrero y mayo de 2016, concluyendo la Etapa 1A a finales de dicho mes, cuando se procederá a la puesta en servicio del tramo construido. La puesta en marcha se llevará a cabo en modo GoA 2, pasándose a modo GoA 4, tras las pruebas pertinentes y de acuerdo con los plazos establecidos en el contrato de Concesión.

La finalidad de la denominada Etapa 1A era la de permitir la operación de un primer tramo de la Línea 2 del Metro de Lima antes del final del mes de Mayo del 2016, extremo que cumple la programación detallada.

ETAPA 1B.

INSTALACIONES FERROVIARIAS, ELECTRIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

Al igual que en la Etapa 1A, se incluyen en este capítulo los trabajos relativos al equipamiento ferroviario, tanto en estaciones como en túnel.

En las estaciones, las actividades principales engloban cableados e instalación de equipos, mientras que en los túneles, además, se incluye la instalación de catenaria.

Los trabajos descritos se desarrollarán como se muestra en el cronograma incluido a la sección G.

SUMINISTRO DE MATERIAL RODANTE

Para esta etapa, se prevé el suministro de 15 trenes, incluyéndose en el cronograma las siguientes actividades principales:

- Construcción
- Pruebas de fábrica
- Transporte a Lima
- Pruebas estáticas y dinámicas y certificación

Tras estas pruebas estáticas y dinámicas, los vehículos estarán listos para las Pruebas de puesta en marcha. Consultar el punto D.1.10 para más detalles sobre el programa de suministro del material rodante.

PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA Y FINALIZACIÓN DE ETAPA

Como actividades finales se realizarán las pruebas y circulación en vacío, entre abril y diciembre de 2017, concluyendo la Etapa 1B a finales de dicho mes, cuando se procederá a la puesta en servicio del tramo construido en GoA4.

ETAPA 2 LÍNEA 2

INSTALACIONES FERROVIARIAS, ELECTRIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

CONSORCIO [9085]
NUEVO METRO DE LIMA

Los trabajos a realizar, similares a los descritos en otras fases, se desarrollarán como se muestra en el cronograma en el punto G.

SUMINISTRO DE MATERIAL RODANTE

Para esta etapa (toda la Etapa 2, incluyendo la Línea 4), se prevé el suministro de 42 trenes.

Tras estas pruebas estáticas y dinámicas, los vehículos estarán listos para las Pruebas de puesta en marcha. Consultar el punto D.1.10 para más detalles sobre el programa de suministro del material rodante.

PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA Y FINALIZACIÓN DE ETAPA

Como actividades finales se realizarán las pruebas y circulación en vacío, concluyendo la Etapa 2 (Línea 2) a finales de dicho mes, cuando se procederá a la puesta en servicio del tramo construido en GoA4.

LÍNEA 4

INSTALACIONES FERROVIARIAS, ELECTRIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

Los trabajos a realizar, similares a los descritos en otras fases, se desarrollarán como se muestra en el cronograma en el punto G.

SUMINISTRO DE MATERIAL RODANTE

Para esta etapa como ya comentamos para la Línea 2, se prevé el suministro de 42 trenes.

Tras estas pruebas estáticas y dinámicas, los vehículos estarán listos para las Pruebas de puesta en marcha. Consultar en el punto D.1.10 para más detalles del programa de suministro del material rodante.

PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA Y FINALIZACIÓN DE ETAPA

Como actividades finales se realizarán las pruebas y circulación en vacío, concluyendo la Etapa 2 (Línea 4) a finales de dicho mes, cuando se procederá a la puesta en servicio del tramo construido en GoA4.

CONSORCIO [9086] NUEVO METRO DE LIMA
ING. ALVARO GONZALEZ

PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA SEGURIDAD DEL SISTEMA

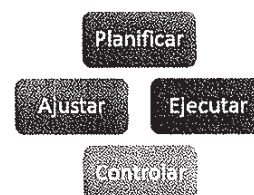
008673

Al inicio del contrato se pondrá en marcha el plan integral de aseguramiento de la seguridad, mediante el desarrollo de un sistema de gestión integrada.

Las normas CENELEC EN50126, EN50128, EN50129, establecen los criterios de gestión de RAMS, además de proporcionar evidencias de la Seguridad Técnica, definen los procesos, las actividades que deben realizarse durante el ciclo de vida del sistema, además de establecer las responsabilidades. Estas normas basan la gestión RAMS sobre tres conceptos fundamentales:

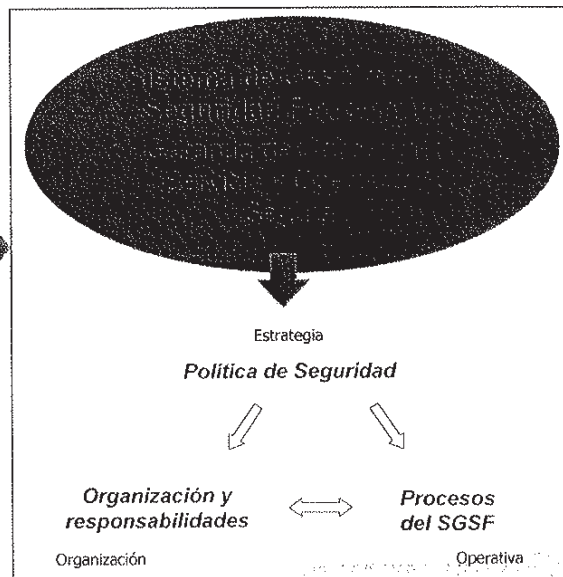
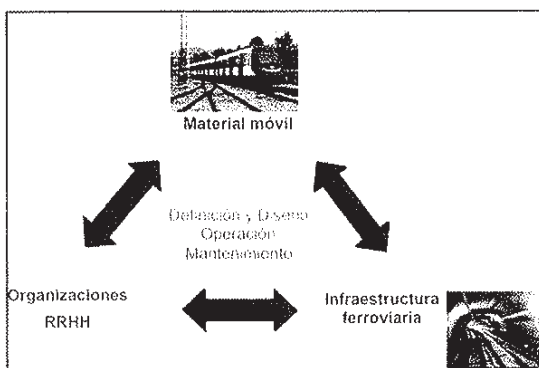
- La gestión de la calidad
- La gestión de la seguridad
- La seguridad técnica y funcional

El ciclo de vida del RAMS es una secuencia de fases, cada una de las cuales contiene tareas que abarcan la vida completa de un sistema desde su concepto inicial hasta la retirada del servicio y la eliminación. El ciclo de vida proporciona una estructura para la planificación, la gestión, el control y la supervisión de todos los aspectos de un sistema, incluido la RAMS, a medida que el sistema avanza a través de sus fases, con el fin de entregar el producto adecuado al precio correcto dentro del plazo acordado.



Las actividades RAMS están planificadas a lo largo del ciclo de vida en V del proyecto, el cual es congruente con el ciclo de vida propuesto en la norma UNE 50126 donde, como puede apreciarse en el siguiente esquema, las actividades de seguridad corren en paralelo a las actividades del desarrollo del sistema, iniciándose su planificación y desarrollo desde las primeras fases del ciclo de vida del proyecto ferroviario.

La RAMS Ferroviaria es un indicador cualitativo y cuantitativo de hasta qué punto se puede confiar en que los sistemas funcionen tal y como se especifica, estén disponibles y sean seguros. Dicho objetivo requiere la interrelación total de los elementos RAMS y el control de las actividades de Operación y Mantenimiento.

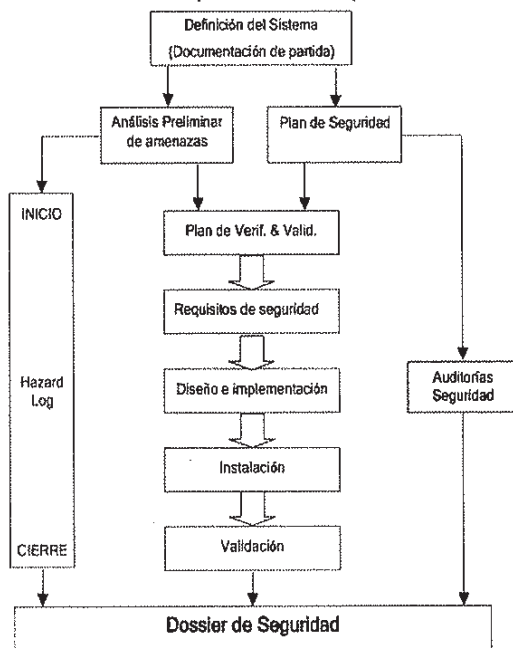


Este plan se dividirá en dos bloques uno relacionado con la Fiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad (*Reliability, Availability y Maintainability*; RAM) y otro exclusivamente centrado en los aspectos de Seguridad (*Safety*) completando las actividades RAMS.

El Plan de Aseguramiento del Sistema define el conjunto de actividades requeridas para llevar a cabo todas las tareas relativas a Seguridad que se exigirán en el desarrollo de un proyecto ferroviario garantizando el cumplimiento del contrato, los requisitos, las actividades de seguridad de la organización y la planificación asociada. Estos requisitos se aplicarán a los subcontratistas y proveedores, y se llevarán a cabo durante el diseño, instalación, prueba y puesta en servicio de las instalaciones y operación y mantenimiento.

Con el fin de obtener y mantener los **certificados de seguridad ferroviaria y homologaciones de seguridad**, se hace necesaria la elaboración de planes y estrategias de seguridad que den apoyo a toda la demostración de la seguridad y que además:

- estén en conformidad con las normas.
- demuestren que todos los posibles peligros, y también los riesgos asociados a dichos peligros, han sido identificados, mitigados y reducidos tanto como sea razonablemente practicable (ALARP).
- verifique que los argumentos de seguridad cumplen con los estándares requeridos y que los diferentes procesos requeridos se han aplicado.



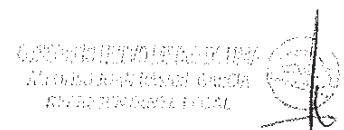
De esta forma en todo el desarrollo del ciclo de vida de la seguridad, es posible realizar una **evaluación independiente de la seguridad** de acuerdo con la fase del ciclo de vida en que se encuentre el proyecto ferroviario. Estas evaluaciones pueden ser:

- Evaluación del plan de seguridad de un producto, proyecto o empresa y realizar análisis de riesgos.
- Evaluación de las especificaciones de requisitos para obtener la integridad y consistencia.
- Estimación de si los sistemas de gestión satisfacen, o no, los requisitos de una directiva.
- Verificar los planes, procedimientos y estándares antes de iniciar el diseño o la producción.
- Estimación de la calidad y seguridad del diseño o producto.

- Pruebas como parte de una evaluación de tercera parte.
- Evaluación de la operación y mantenimiento, y la modificación del sistema.

El documento en el cual se demuestra la evidencia de que estas condiciones han sido satisfechas se denomina **SAFETY CASE (Dossier de Seguridad)**.

En la imagen siguiente se muestra un resumen de la documentación que se generará y mantendrá a lo largo del ciclo de vida del proyecto actualizada a lo largo del ciclo de vida del proyecto ferroviario.



008680

■ Creación del documento
 ■ Actualización del documento

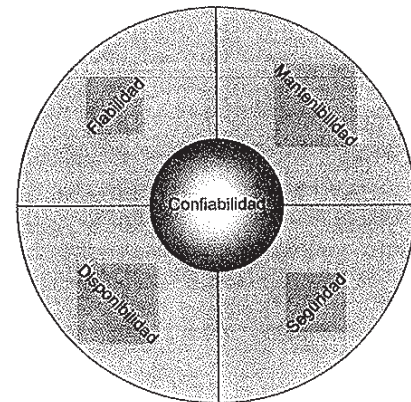
Doc. Seguridad	Concepto	Definición del sistema	Análisis de riesgos	Requisitos	Distribución de requisitos	Diseño e implementación	Fabricación	Instalación	Validación	Aceptación	Operación y mantenimiento	Supervisión de la ejecución	Modificación y reimplantación	Retirada servicio y eliminación
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Plan de Seguridad		■		■	■			■					■	■
Plan de V&V		■			■									
PHA (Análisis Preliminar de Amenazas)		■												
Informe de Verificación		■												
Análisis de Seguridad (FTA's, FMEA's,...)			■			■								
Hazard Log			■							■				
Especificación de requisitos				■										
Descripción de Arquitectura (HW, SW)				■										
Programa RAM				■										
Plan de Aceptación				■										
FRACAS				■										
Caso de Seguridad genérico						■								
Plan de Instalación						■								
Plan de la Puesta en servicio						■								
Plan de Operación y Mant						■								
Plan de Adquisición y evaluación de datos									■					
Caso de Seguridad específico													■	■

En términos generales, el modelo propuesto puede servir de guía para orientar a las organizaciones, en cómo aplicar de forma integral las diversas técnicas de optimización de Confiabilidad, y de esta manera, poder predecir el comportamiento de los eventos de fallo y determinar cuáles son las estrategias más efectivas de mantenimiento, para eliminar y/o minimizar el impacto de estos eventos dentro del contexto operacional.

Con la finalidad de mejorar la rentabilidad de los procesos productivos las empresas dedican enormes esfuerzos para visualizar, analizar, implantar y ejecutar estrategias para la solución de problemas, que involucren decisiones en áreas de alto impacto: seguridad, medioambiente, metas de producción, calidad de productos, costos de operación y mantenimiento.

La mayor parte de estos esfuerzos, no sólo buscan garantizar la máxima eficiencia en sus procesos productivos, sino que adicionalmente, buscan satisfacer las necesidades de sus clientes y del personal laboral. Para poder conseguir lo antes expuesto, las empresas deben focalizar sus esfuerzos en cuatro aspectos básicos:

- Excelencia en sus procesos modulares.
- Máxima disponibilidad, Producción requerida y Máxima seguridad.
- Calidad y rentabilidad de los productos
- Trabajo en equipo
- Contratistas orientados a la productividad
- Integración con proveedores de materiales y servicios
- Apoyo y visión de la gerencia
- Planificación y programación proactiva

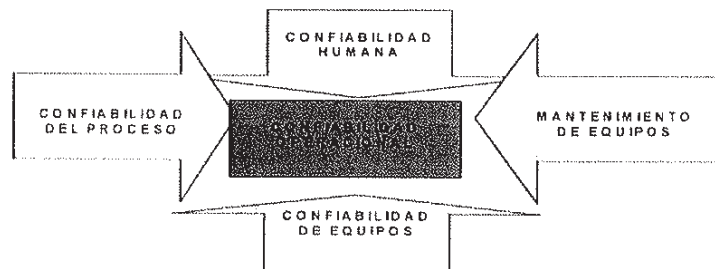


CONSORCIO [9089]
 NUEVO METRO DE LIMA

008681

- Mejora continúa
- Gestión disciplinada de procura de materiales
- Integración de sistemas
- Gerencia de paradas
- Producción basada en la optimización de la Confiabilidad Operacional

En un programa de optimización de Confiabilidad Operacional, es necesario el análisis de cuatro factores habilitadores:



La variación en conjunto o individual de cualquiera de los cuatro parámetros presentados, afectará el comportamiento global de la Confiabilidad Operacional de un determinado sistema. Las empresas deben apostar por el desarrollo de Modelos Integrales de Análisis de la Confiabilidad, que involucra la aplicación y adecuación de técnicas utilizadas con anterioridad de forma exitosa en la industria aeronáutica.

En términos generales, el modelo planteado propone integrar una serie de técnicas modernas de Confiabilidad tales como: análisis de modos y efectos de falla, análisis causa raíz, modelaje de Confiabilidad, evaluación costo riesgo beneficio y análisis del costo de ciclo de vida, las cuales, al ser aplicadas de forma estructurada permitirán: definir los eventos de fallo, modelar el comportamiento histórico de fallos, estimar la Confiabilidad y cuantificar los costos totales a lo largo del ciclo de vida de los sistemas.

Las etapas a seguir que propone el Modelo son:

- Jerarquización, selección y definición del contexto operacional de los activos a evaluar.
- Análisis de Modos y Efectos de Fallos.
- Jerarquización de los Modos de Fallos.
- Modelaje de índices de Confiabilidad
- Análisis costo riesgo beneficio para determinar actividades de mantenimiento e inspección
- Análisis del Costo de Ciclo de Vida

Es importante mencionar que para la ejecución de las distintas etapas propuestas, la organización debe conformar equipos naturales de trabajo, conformados por personal de las distintas áreas de la organización (operación, mantenimiento, proceso, seguridad, etc.), con el fin de garantizar un proceso de análisis integral.

A continuación se presentan algunos puntos de interés que deben ser tomados en cuenta por las organizaciones, a la hora de implantar el Modelo de Integral de Análisis de la Confiabilidad:

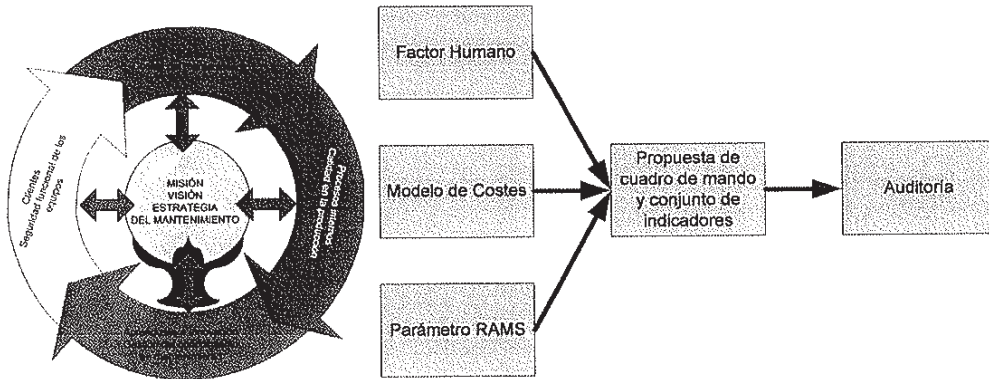
- Promover el uso de las diferentes metodologías de optimización dentro de un proceso global de mejora de la Confiabilidad Operacional de toda la organización, y no como una iniciativa aislada del área de mantenimiento. No se debe limitar o disminuir el campo de acción a herramientas únicas asociadas a simples moda.
- El éxito de la implantación de la metodología propuesta, dependerá fundamentalmente del recurso humano involucrado, motivo por el cual, hay que tener un especial cuidado en el proceso de inducción y en la formación del personal que participará en este proceso. El proceso de inducción y formación, deberá ser capaz de motivar al personal y de generar en

008682

este, el compromiso necesario, para implantar las metodologías de Confiabilidad de forma eficiente.

- Evitar al principio de un proceso de optimización, el sobrecargarse y aplicar muchas iniciativas de forma simultánea - para esto es necesario conocer el objetivo de cada metodología y justificar su aplicación. La falta de conocimiento de las técnicas de Confiabilidad puede llevar a la organización a abstenerse de aprovechar herramientas útiles y a generar expectativas poco fundadas. Tanto la abstención como las expectativas poco fundadas terminan lesionando el liderazgo gerencial.

Finalmente, el Modelo propuesto, propone un esquema lógico y flexible, que permite el uso combinado de diferentes metodologías, con el fin de mejorar los niveles de Confiabilidad de los sistemas, y de esta forma, poder maximizar la rentabilidad empresarial asegurando la calidad del servicio y la seguridad del sistema.



CONSORCIO [9091] NUEVO METRO DE LIMA

008683

<p>D.1.1.</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>D) DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
--	--

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

D.1.1. CONFIGURACIÓN DEL TREN

CONSORCIO [9092]
NUEVO METRO DE LIMA

Índice

D.1.1.1 *Introducción*2

D.1.1.2 *Características de los trenes*2

D.1.1.2.1 *Características del tren – configuración básica de seis coches*.....3

D.1.1.2.2 *Características del tren – configuración final de siete coches*4

D.1.1.2.3 *Resistencia del tren en funcionamiento*4

D.1.1.2.4 *Características de la línea y límite de velocidad*5

D.1.1.2.5 *Condiciones de carga*5

D.1.1.3 *Simulación en condición normales de funcionamiento - configuración de seis coches*7

D.1.1.3.1 *Curvas de propulsión y frenado en condiciones normales*.....7

D.1.1.3.2 *Simulaciones en vía plano y recto: aceleración y desaceleración de frenado eléctrico*.....10

D.1.1.3.3 *Simulaciones en el trazado de línea 2 y 4 (ramal)*12

D.1.1.4 *Simulación en condición normales de funcionamiento - configuración de siete coches*16

D.1.1.4.1 *Curvas de propulsión y frenado en condiciones normales*.....16

D.1.1.4.2 *Simulaciones en el trazado de línea 2 y 4 (ramal)*18

D.1.1.5 *Simulaciones de funcionamiento en condición degradada (fallo de coche motor)*21

D.1.1.5.1 *Curvas de propulsión y frenado en condición degradada y carga CC2*.....21

D.1.1.5.2 *Simulaciones de funcionamiento (condición degradada)*22

D.1.1.6 *Principales características del sistema de tracción*23

D.1.1.6.1 *Motores de tracción*23

D.1.1.6.2 *Convertidor de tracción*23

D.1.1.6.3 *Inductor del filtro*23

D.1.1.7 *Consumo Energético*24

D.1.1.8 *Cálculo del sistema de frenado*.....25

CONSORCIO [9093]
 NUEVO METRO DE LIMA

008685

D.1.1.1 Introducción

Este documento cumple con los requisitos de la "check list" de el Anexo 14 de la Circular 50 al punto D.1.1.

En concreto:

- Consulte la sección D.1.1.2 para las características de los trenes y las relacionadas configuraciones
- Consulte la sección D.1.1.2 para las prestaciones en aceleración y la sección D.1.1.3 para los gráficos y los resultados de las simulaciones
- Consulte la sección D.1.1.2 para las prestaciones en desaceleración en frenado regenerativo y la sección D.1.1.3 para los gráficos y los resultados de las simulaciones
- Consulte la sección D.1.1.8 de las prestaciones del sistema de frenado y, en concreto, para la prestaciones en desaceleración de emergencia y en auxilio
- Consulte la sección D.1.1.7 para los resultados de las simulaciones relacionadas al consumo específico del tren

La determinación del número de coches se verificó mediante la simulación de las prestaciones en el trazado de la Línea 2 y 4. Las simulaciones se muestran en esta sección y muestran que la plataforma del vehículo propuesto es capaz de cumplir con las prestaciones requeridas en el Anexo 6 en el caso de servicio continuo con 8 pasajeros/m². En este documento informamos las simulaciones de prestación y funcionamiento del sistema de propulsión y freno.

- Verificar que la configuración del tren está eléctricamente y neumáticamente diseñada para lograr los requisitos y el perfil de servicio definidos en el Anexo 6.
- Verificar que la configuración del tren está eléctricamente y neumáticamente diseñada para las prestaciones en aceleración y desaceleración en frenado eléctrico regenerativo
- Identificar las principales características de propulsión eléctrica necesarias para lograr los requisitos


El informe de simulación del funcionamiento es relativo a la línea 2, ya que presenta más esfuerzo desde el punto de vista térmico que la línea L4. Para más detalles sobre las características de los subsistemas del vehículo, por favor refiérase a la sección D.1.5 de la propuesta técnica.

D.1.1.2 Características de los trenes

La configuración del tren propuesto es derivado de la plataforma HRV *service proven* (Metro Roma C, Milano L1,L2,L3, Metro Madrid) de trenes de AnsaldoBreda que están diseñadas tanto para un sistema de guía tradicional tanto para un sistema de guía automatizado sin conductor a bordo (Nivel UITP- GoA 4).

Prestaciones de los trenes

Velocidad máxima en servicio	80 km/h
Velocidad máxima de diseño	90 km/h
Diámetro de rueda (nueva)	820 mm
Diámetro de rueda (desgastada)	760 mm
Aceleración máxima de servicio en vía a nivel (8 pax/m ²) (*)	1,2 m/s ²
Desaceleración máxima de servicio en vía a nivel (8 pax/m ²) (**)	1,0 m/s ²
Desaceleración máxima de frenado	1,0 m/s ²



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ANÁLISIS TÉCNICO DEL SISTEMA
 INFORMACIÓN TÉCNICA

008686

regenerativo en vía a nivel (8 pax/m ²)	
(*)	
Desaceleración máxima en emergencia en vía a nivel ("security brake" segun la norma EN 13452) (**)	de 1,3 m/s ² hasta 1,5 m/s ²
Desaceleración máxima en auxilio - SCEB (Slide Controlled Emergency brake) – Emergencia 3 segun la norma EN 13452 (**)	1,4 m/s ² (el frenado de auxilio asegure una fuerza de frenado superior a la del frenado de servicio. La transición del frenado de servicio al frenado de auxilio será automática y se activará por el ATC)
Velocidad mínima con esfuerzo de frenado electrodinámico máximo	5 km/h
Límite de jerk	1,0 m/s ³
Tensión de suministro nominal	1.500 VCC
Intervalo de tension de suministro	1.050 VCC – 1.800 VCC
Tensión de suministro para máxima prestacione de tracción	1.500 VCC
Tensión de suministro para máxima prestacione de frenado electrodinámico	1.700 VCC
Pendiente máxima para el freno de estacionamiento en CC2	5 %
Número de resistencias de freno	1 por convertidor de tracción
Peso de pasajeros	70 Kg

(*)La simulaciones en vía plano y recto para la prestación en aceleración y en frenado eléctrico regenerativo se muestran al punto D.1.1.3.2. Segun el Anexo 6, los valores de referencia de los parámetros de aceleración y desaceleración para la prestación del tren son los valores máximos, porque los valores mínimos no dan una indicación de la variación maxima de velocidad (ver los gráficos de simulación mostrados en el apartado D.1.1.3.2).

(**)Los cálculos de dimensionamiento del sistema de frenos se describen en la sección D.1.1.8.

Para más detalles sobre las características de los subsistemas del vehículo, por favor refiérase a la sección D.1.5 de la propuesta técnica.

D.1.1.2.1 Características del tren – configuración basica de seis coches



Longitud del tren	107 m
Número de pasajeros sentados	148
Número de pasajeros (6 pas./m ²)	1.264
Configuración del tren	M1-R-M2-M2-R-M1
	M1(2) = coche motor; R= coche remolque
Configuración de los bogies	BoBo -22 –BoBo – BoBo – 22 – BoBo
Número de bogies motores por vehículo	8
Número de convertidores de tracción por tren	4
Número de motores de tracción por convertidor	4
Número de pantógrafos	2 (1 por cada coche motor M1)
Potencia instalada de los convertidores	270 kW

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO Y RIVERA 1202 PUEBLO VIEJO
REPUBLICA PERUANA



auxiliares

008687

D.1.1.2.2 Características del tren – configuración final de siete coches



Longitud del tren	125 m
Número de pasajeros sentados	175
Número de pasajeros (6 pas/m2)	1477
Configuración del tren	M1-R-M2-M3-M2-R-M1 M1(2,3) = coche motor; R= coche remolque
Configuración de los bogies	BoBo -22 –BoBo – BoBo – BoBo – 22 – BoBo
Número de bogies motores por vehículo	10
Número de convertidores de tracción por tren	5
Número de motores de tracción por convertidor	4
Número de pantógrafos	3 (1 por cada coche motor M1 y M3)
Potencia instalada de los convertidores auxiliares	270 kW

D.1.1.2.3 Resistencia del tren en funcionamiento

Se han obtenido resultados de simulaciones asumiendo una resistencia del vehículo calculada a partir de la experiencia de AnsaldoBreda con vehículos similares y sobre la base de la siguiente fórmula:

$$R = M * (9.81 * p + A + B * v) + (C * v^2) + \frac{9.81 * M * D}{r}$$

donde:

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	UNIDAD	VALOR
R	Resistencia	N	
M	Peso del vehículo	t	
p	Gradiente	‰	
v	Velocidad	km/h	
r	Curva de radio		
A	Coefficiente	N/t	10,8
B	Coefficiente	N/(km/h)*t	0,083
C	Coefficiente	N/(km/h) ²	1,57
D	Coefficiente	N*m/t	500

008688

D.1.1.2.4 Características de la línea y límite de velocidad

La simulación se basa en las características de la Línea 2 de Metro y el límite de velocidad ATO definido por ASTS.

Definimos las siguientes rutas de la Línea 2 de Metro Lima:

- Ruta 1: de Puerto Callao a Municipalidad de Ate
- Ruta 2: de Municipalidad de Ate a Puerto de Callao

D.1.1.2.5 Condiciones de carga

La siguiente tabla resume la distribución de los pesos en cada coche a partir de la estimación del peso con un 1% de incremento por tara:

CONFIGURACIÓN DE 6 COCHES				M1	R	M2	M2	R	M1
Peso (tara)	CCO	204281	Kg	35988	31064	35088	35088	31064	35988
CCI (todos los pas. sentados)	(CCO+	214641	Kg	37388	32954	36978	36978	32954	37388
CC1 (CCI+6pas/m2)		292903	Kg	50438	45995	50019	50019	45995	50438
CC2 (CCI + 8pas/m2)	+	318991	Kg	54788	50342	54366	54366	50342	54788
CC3 (CCI + 10pas/m2)	+	345079	Kg	59137	54689	58713	58713	54689	59137
Masas movimiento rotativo	en	20720	Kg	4040	2280	4040	4040	2280	4040

CONFIGURACIÓN DE 7 COCHES				M1	R	M2	M3	M2	R	M1
Peso (tara)	CCO	23957	Kg	3598	3106	3508	3529	3508	3106	3598
		1	g	8	4	8	0	8	4	8
CCI (todos los pas. sentados)	(CCO+	25182	Kg	3738	3295	3697	3718	3697	3295	3738
		1	g	8	4	8	0	8	4	8
CC1 (CCI+6pas/m2)		34312	Kg	5043	4599	5001	5022	5001	4599	5043
		5	g	8	5	9	1	9	5	8

D.1.1 - Configuración del tren



CC2 (CCI + 37355 8pas/m2)	9	K g	5478 8	5034 2	5436 6	5456 8	5436 6	5034 2	5478 8	008689
CC3 (CCI + 40399 10pas/m2)	4	K g	5913 7	5468 9	5871 3	5891 5	5871 3	5468 9	5913 7	
Masas en movimiento rotativo	24760	K g	4040	2280	4040	4040	4040	2280	4040	

CONSORCIO [9098]
NUEVO METRO DE LIMA

METRO LIMA

Diagrama Esfuerzo de tracción y Potencia meccanica total a las ruedas/velocidad

UdT: M1-R-M2-M2-R-M1, 16 motores, cond. de carga: CC2, ruedas nueva, tension de red ≥ 1500 Vdc



AnsaldoBreda

008691

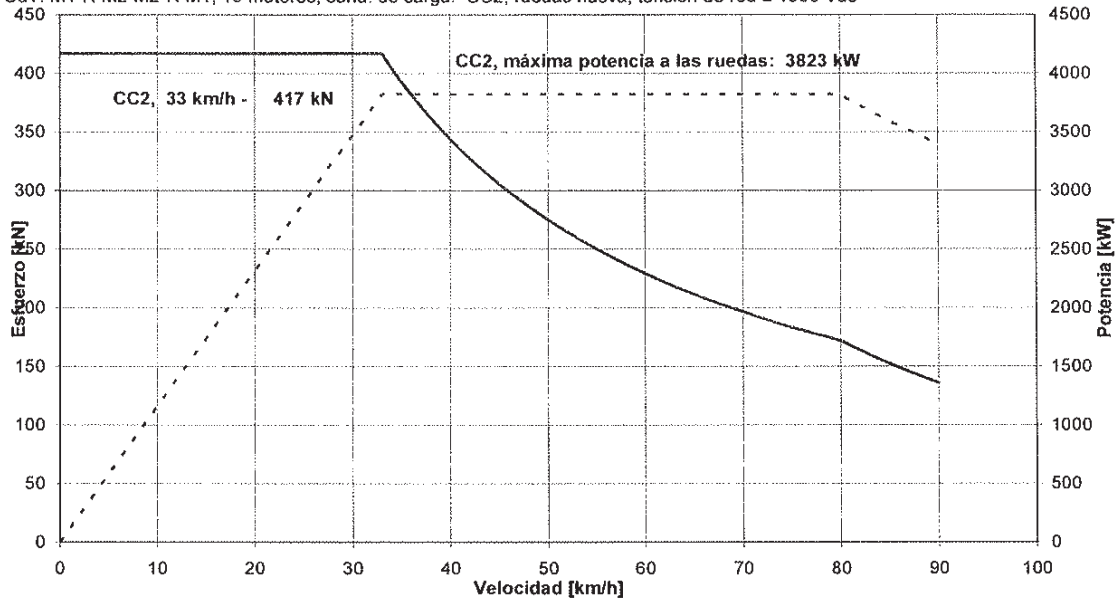


Diagrama 2

Las siguientes figuras muestran las características de frenado del tren en condiciones normales y en función de la condición de peso del vehículo (CC1 y CC2).

El ED y el PE se mezclan juntos con el fin de alcanzar la máxima deceleración servicio instantáneo de $1,0 \text{ m/s}^2$.

En el rango de $5 \div 65 \text{ km/h}$ único esfuerzo ED logra la máxima deceleración servicio instantáneo hasta que la carga CC2 (@ 1700Vdc).

Para la condición de carga CC1, único esfuerzo ED logra la deceleración máxima de servicio $5-70 \text{ Km/h}$. Para bogies motorizados, la adherencia máxima resultante en el frenado es inferior a 16% para el frenado ED.

CONSORCIO [9100]
NUEVO METRO DE LIMA





METRO LIMA

Diagrama Esfuerzo de frenado total (FTOT), electromecánico (EDB) y mecánico (EPB) / Velocidad
UdT: M1-R-M2-M2-R-M1, 16 motores, cond. de carga: CC2, ruedas nueva, tensión de red ≥ 1700 Vdc

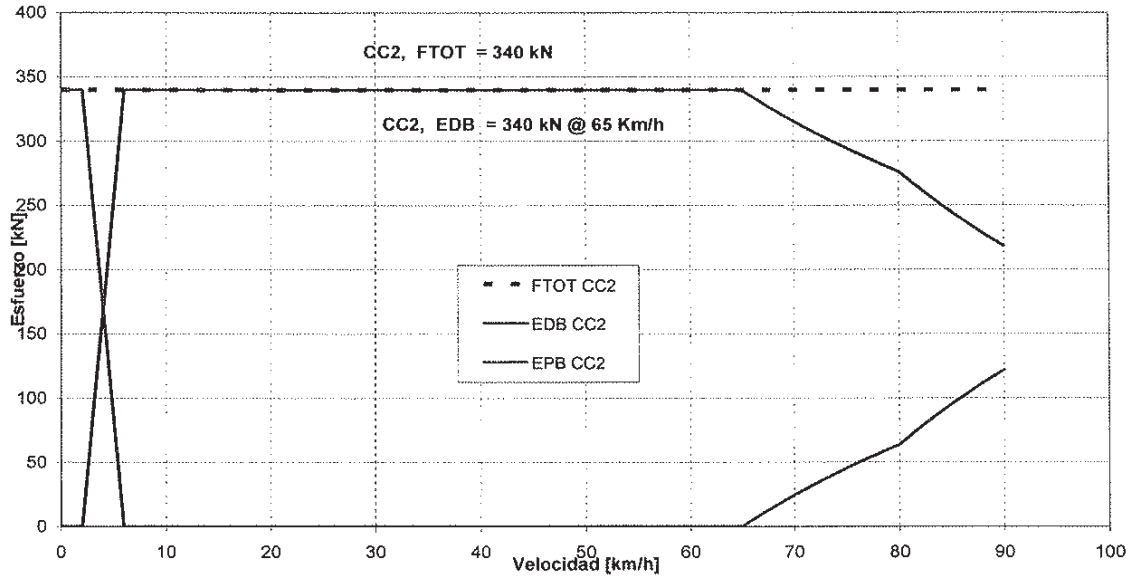


Diagrama 3

METRO LIMA

Diagrama Esfuerzo de frenado total (FTOT), electromecánico (EDB) y mecánico (EPB) / Velocidad
UdT: M1-R-M2-M2-R-M1, 16 motores, cond. de carga: CC1, ruedas nueva, tensión de red ≥ 1700 Vdc

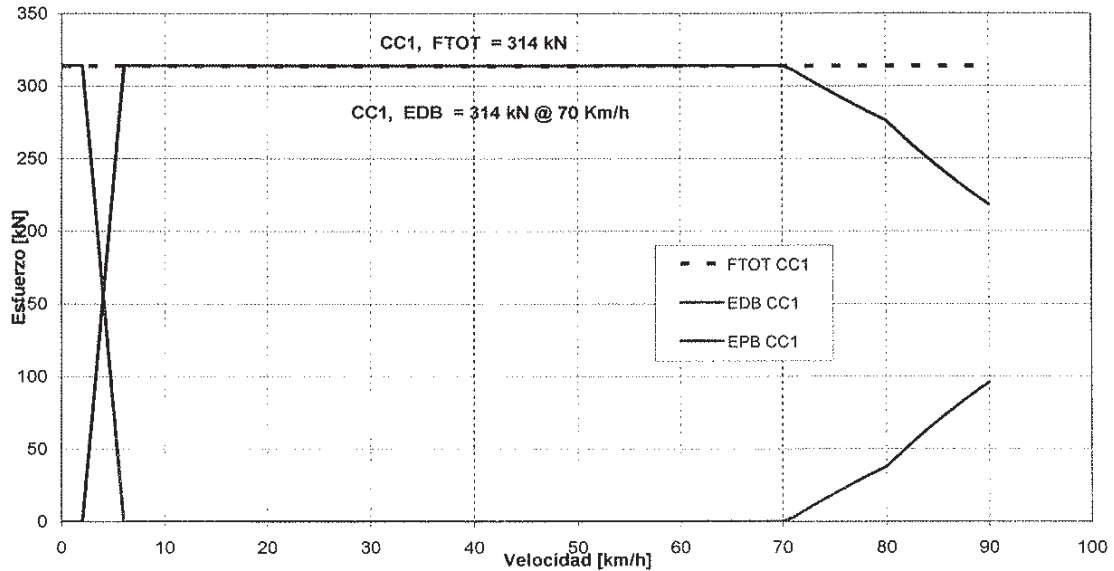


Diagrama 4

CONSORCIO [9101]
NUEVO METRO DE LIMA
EDIFICIO 1000 - 1000
[Firma]

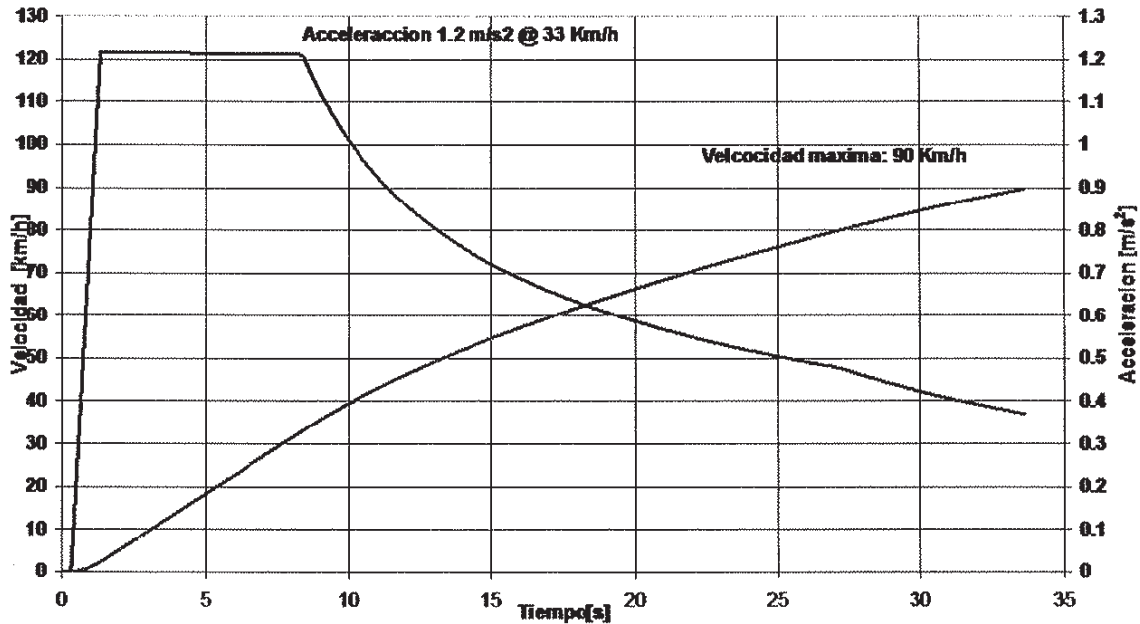
D.1.1.3.2 Simulaciones en vía plano y recto: aceleración y desaceleración de frenado eléctrico

Las siguientes dos figuras muestran los resultados de las simulaciones de aceleración y velocidad del tren en condiciones normales, en vía a nivel, recto y en función de la condición de peso del vehículo (CC1 y CC2). En este paragrafo se muestra sólo las curvas de aceleración para la configuración en 6 coches, ya que esto representa la peor condición, siendo la cantidad de cajas motorizada total menos que la de la configuración en 7 coches. Como se puede observar a partir de ambos gráficos, la aceleración máxima cumple con el valor mínimo de 1,2 m/s² requerido en el Anexo 6 Especificaciones técnicas al punto 7.4.

METRO LIMA

Diagrama aceleración y Velocidad Tiempo

Ud1: M1-R-M2-M2-R-M1, 16 motores, cond. de carga: CC2, ruedas nueva, vía nivel y recto, tensión de red ≥ 1500 Vdc



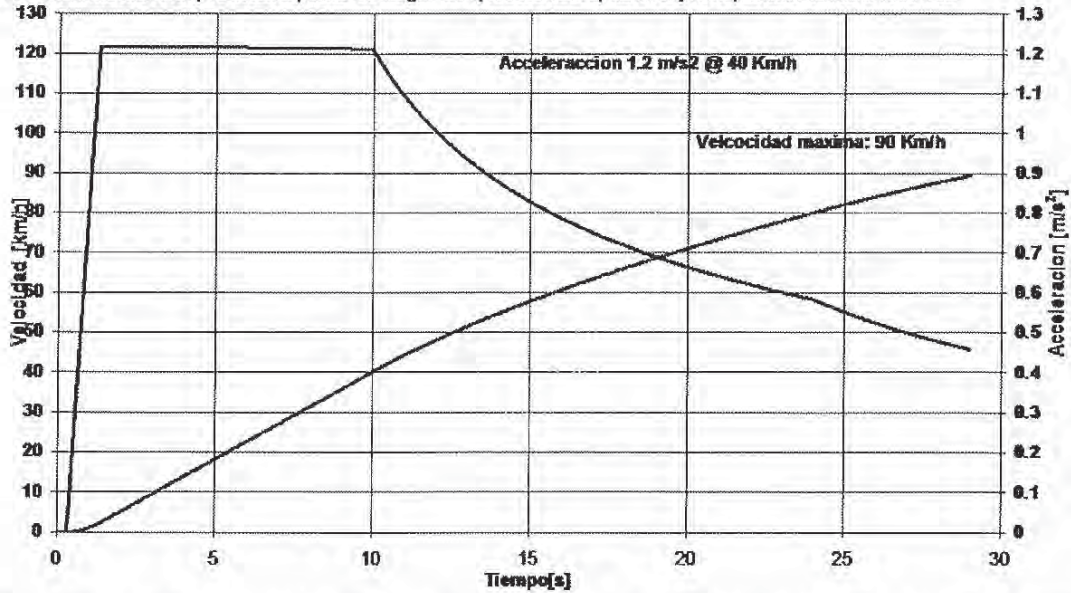
D.1.1 - Configuración del tren

008694

METRO LIMA

Diagrama aceleración y Velocidad /Tiempo

UdT: M1-R-M2-M2-R-M1, 16 motores, cond. de carga: CC1, ruedas nueva, vía nivel y recto, tensión de red ≥ 1500 Vdc



Las siguientes dos figuras muestran los resultados de las simulaciones de desaceleración en frenado eléctrico y velocidad del tren en condiciones normales, en vía a nivel, recto y en función de la configuración del tren (6 coches y 7 coches).

METRO LIMA

Diagrama desaceleración de frenado eléctrico y Velocidad vehículo/tiempo

UdT: M1-R-M2-M2-R-M1, 16 motores, cond. de carga: CC2, ruedas nueva, vía nivel y recto, tensión de red ≥ 1700 Vdc

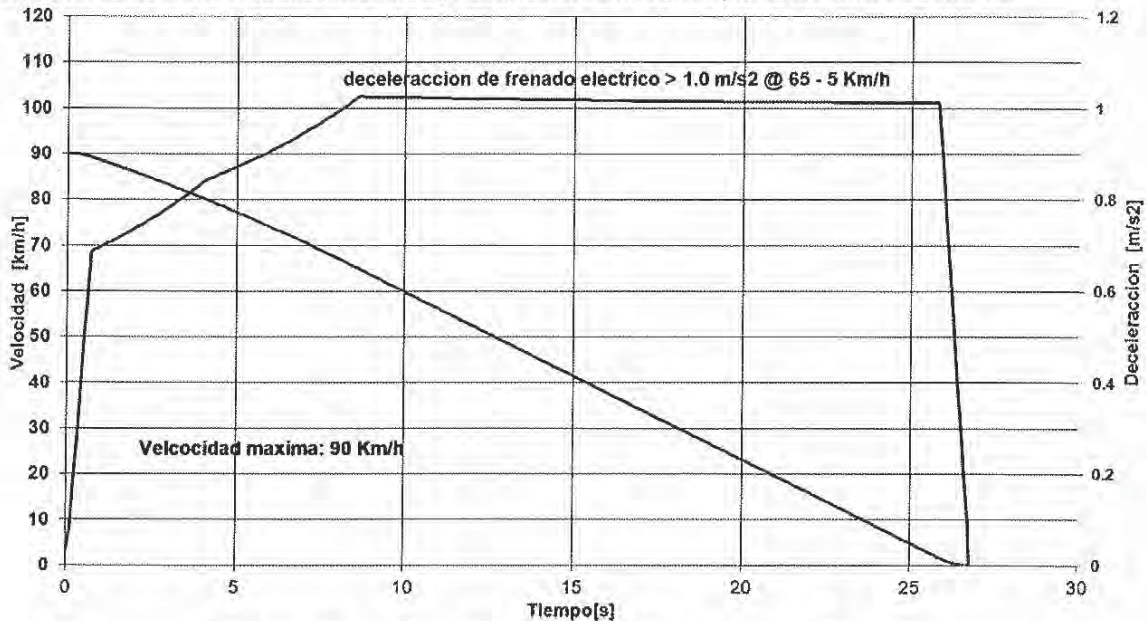


Figura: desaceleración en frenado eléctrico – 6 coches

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUÁN BASABE GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL



D.1.1 - Configuración del tren

METRO LIMA

Diagrama deceleración de frenado eléctrico y Velocidad vehículo/tiempo

UdT: M1-R-M2-M3-M2-R-M1, 20 motores, cond. de carga: CC2, ruedas nueva, vía nivel y recto, tensión de red ≥ 1700 Vdc



AnsaldoBreda

008695

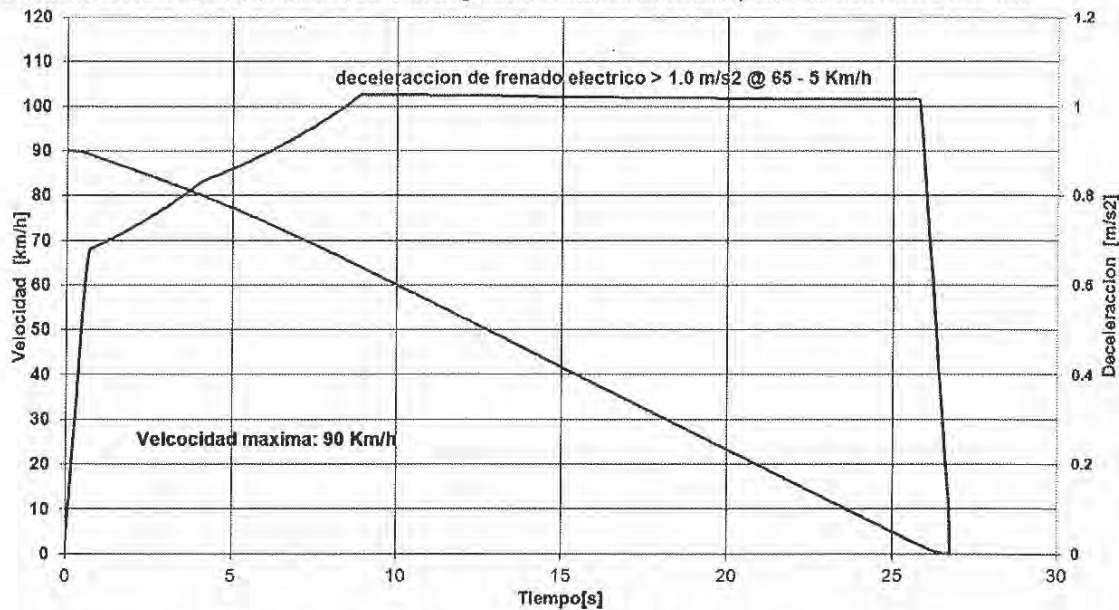



Figura: desaceleración en frenado eléctrico – 7 coches

Como se puede observar a partir de ambos gráficos, la deceleración máxima en frenado eléctrico regenerativo cumple con el valor mínimo ($1,0 \text{ m/s}^2$) requerido en el Anexo 6, Especificaciones técnicas.

D.1.1.3.3 Simulaciones en el trazado de línea 2 y 4 (ramal)

- Nº convertidores de tracción/motores de tracción 4 / 16
- Diagr. de esfuerzo de tracción frente a velocidad (carga CC2) Diagrama 1 (carga CC1), Diagrama 2
- Diagr. de esfuerzo de frenado frente a velocidad (carga CC2) Diagrama 4 (carga CC1), Diagrama 3
- Velocidad máxima en servicio 80 Km/h
- Potencia auxiliar 270 kW

LÍNEA 2: CONDICIÓN NORMAL	Ruta 1 Carga CC1	Ruta 2 Carga CC1	Ruta 1 Carga CC2	Ruta 2 Carga CC2
Tiempo de funcionamiento [s] con paradas en estación de 20 seg	2444	2435	2466	2457
Longitud de ruta [m]	26212	26212	26212	26212
Velocidad media [Km/h]	38,60	37,68	38,26	38,40
Corriente de salida de inverter de tracción RMS (4 motores) [A]	459	435	468	440
Corriente de salida máx. de inverter de tracción [A]	747	745	742	742
Corriente de línea de tren RMS para	1872	1680	1907	1675


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

				008696
Corriente de línea de inverter de tracción RMS (regeneración 100%) [A]	451	414	459	413
Corriente máx. de línea para cada inverter de tracción [A]	833	833	741	741
Corriente máx. de línea para cada inverter de tracción en frenado [A]	795	795	800	800
Corriente de motor RMS – ruedas con el mismo diámetro [A]	115	109	117	110
Corrientes máx. de motor de tracción [A]	187	186	186	186
Archivo	L266R3A1	L266R3R1	L268R3A1	L268R3R1

METRO LIMA

Velocidad y corriente de red /tiempo, LINEA 2 (Puerto de Callao - Municipalidad de Ate)

UdT: M1-R-M2-M2-R-M1, 16 motores de tracción, cond de carga: CC1, ruodas nueva, tensión de red traccion/frenado: 1500/1700 Vcc Paux= 270 kW

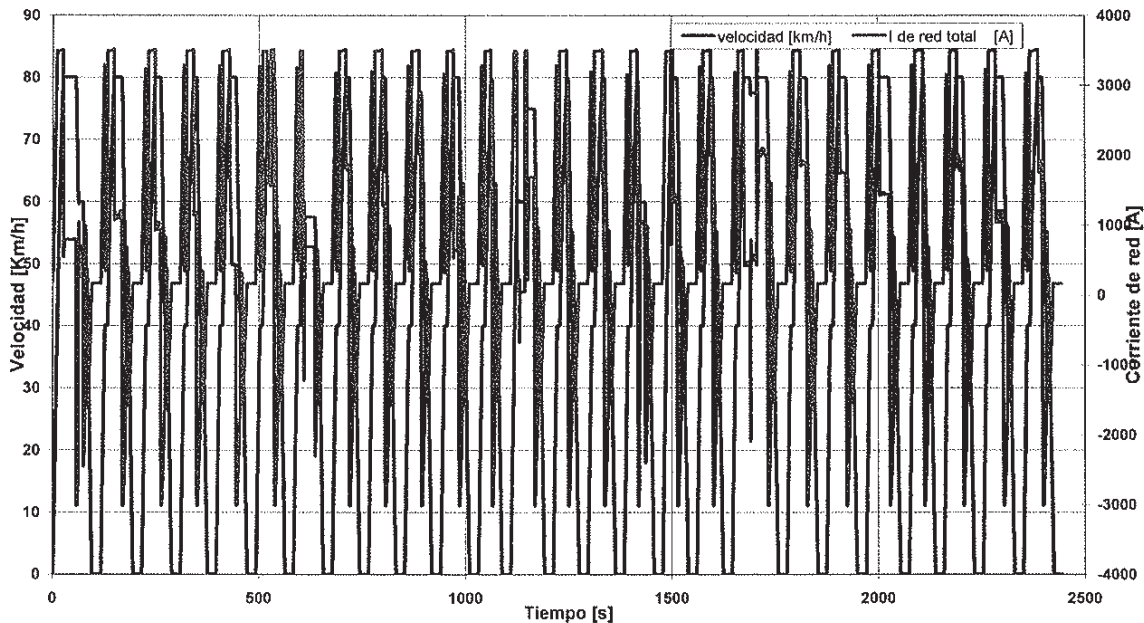


Diagrama 5 Ruta 1- carga CC1

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL
ALTIPLANO DE PERÚ
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA



008697

METRO LIMA

Velocidad y corriente de red /tiempo, LINEA 2 (Municipalidad de Ate - Puerto de Callao)

UdT: M1-R-M2-M2-R-M1, 16 motores de traccion, cond de carga: CC1, ruedas nueva, tension de red traccion/frenado: 1500/1700 Vcc Paux= 270 kW

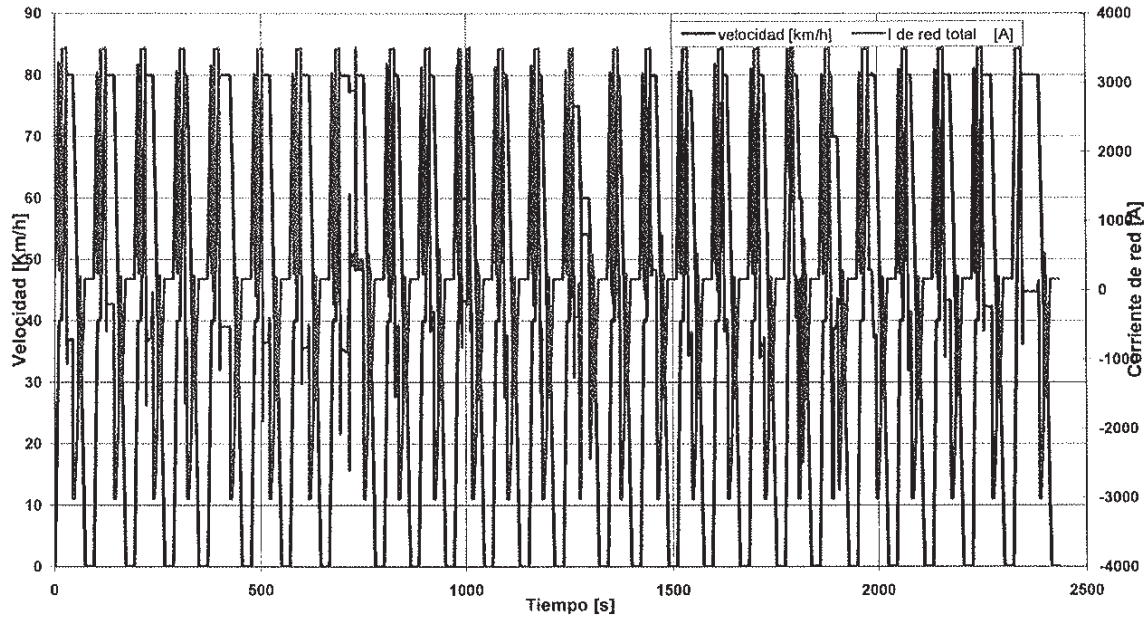


Diagrama 6 Ruta 2- carga CC2

METRO LIMA

Velocidad y corriente de red /tiempo, LINEA 2 (Puerto de Callao - Municipalidad de Ate)

UdT: M1-R-M2-M2-R-M1, 16 motores de traccion, cond de carga: CC2, ruedas nueva, tension de red traccion/frenado: 1500/1700 Vcc Paux= 270 kW

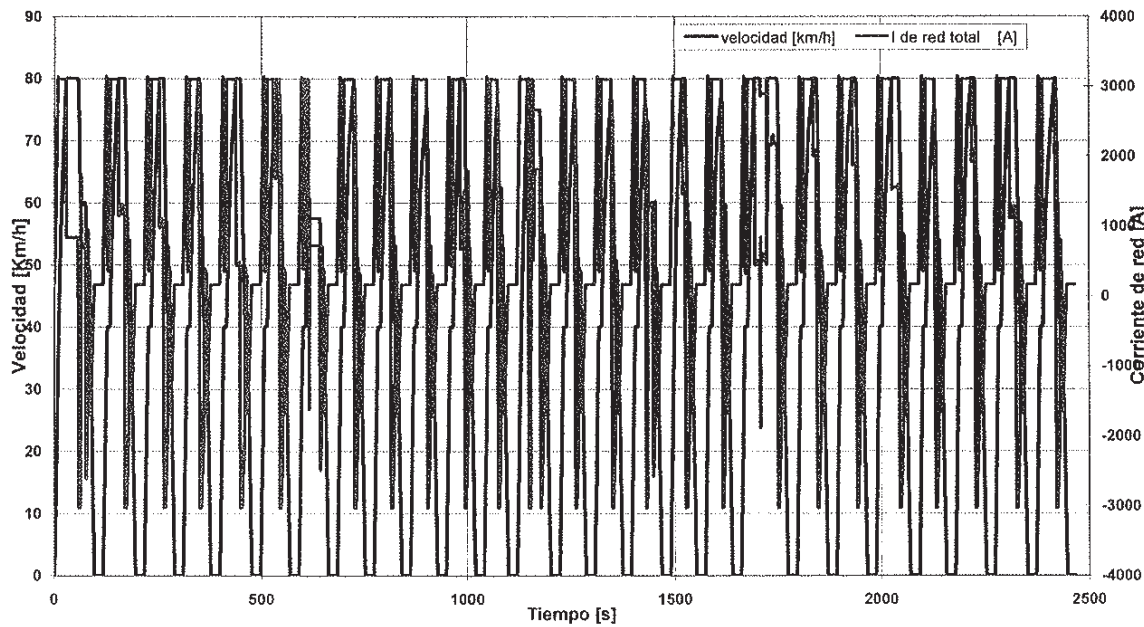


Diagrama 7 Ruta 1- carga CC2

[Handwritten signature and notes]

METRO LIMA

Velocidad y corriente de red /tiempo, LINEA 2 (Municipalidad de Ate - Puerto de Callao)

UdT: M1-R-M2-M2-R-M1, 16 motores de traccion, cond de carga: CC2, ruedas nueva, tension de red traccion/frenado: 1500/1700 Vcc Paux= 270 kW

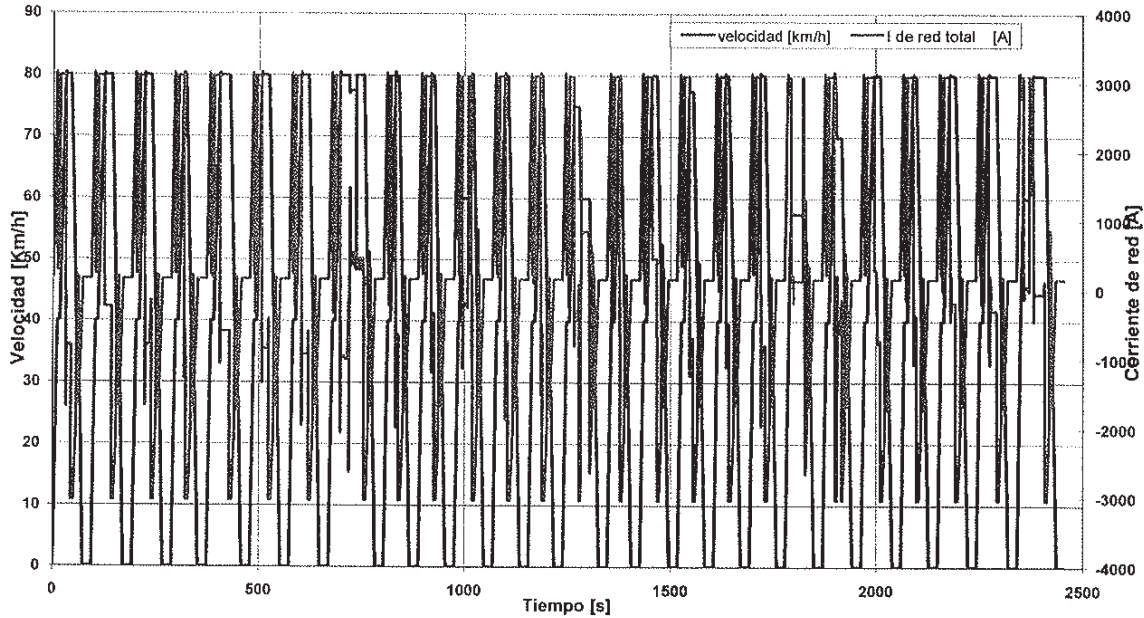


Diagrama 8 Ruta 2- carga CC2

CONSORCIO
AGENCIA DE PROMOCION DE LA INVERSION PRIVADA
BOULEVARD DEL METRO
[Signature]

D.1.1.4 Simulación en condition normales de funcionamiento - configuración de siete coches

D.1.1.4.1 Curvas de propulsión y frenado en condiciones normales

METRO LIMA

Diagrama Esfuerzo de tracción y Potencia meccanica total a las ruedas/velocidad

UdT: M1-R-M2-M3-M2-R-M1, 20 motores, cond. de carga: CC1 - CCO, ruedas nueva, tension de red ≥ 1500 Vdc

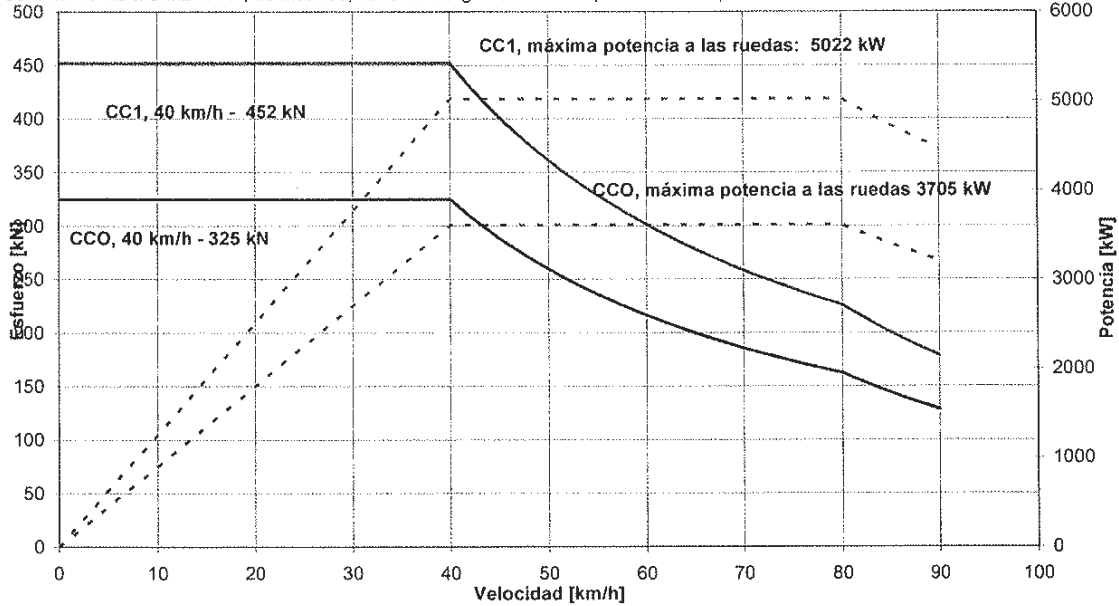


Diagrama 9

METRO LIMA

Diagrama Esfuerzo de tracción y Potencia meccanica total a las ruedas/velocidad

UdT: M1-R-M2-M3-M2-R-M1, 20 motores, cond. de carga: CC2, ruedas nueva, tension de red ≥ 1500 Vdc

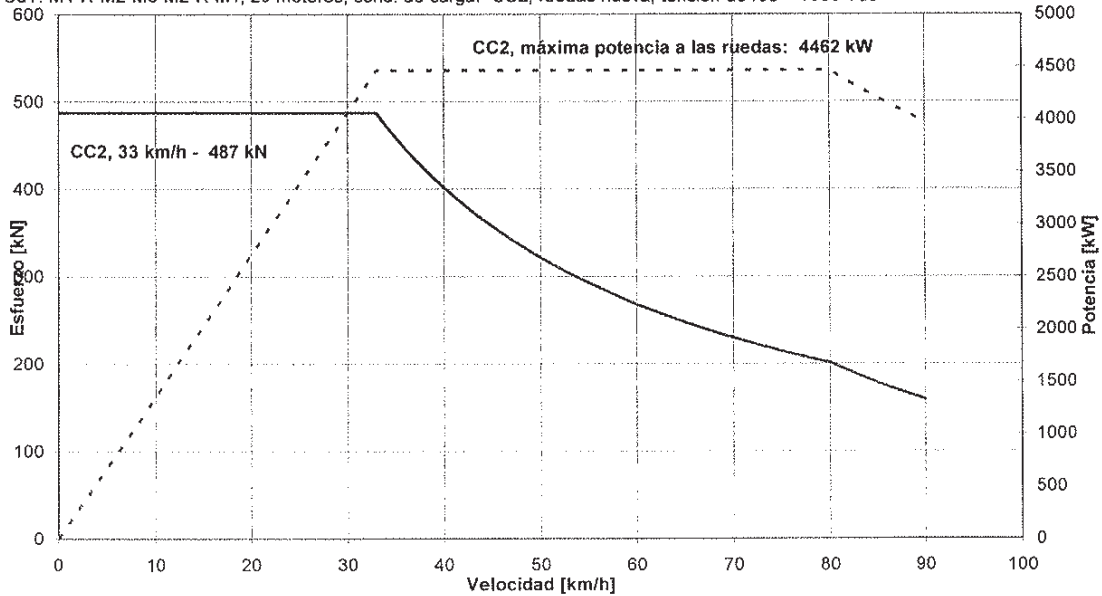


Diagrama 10



D.1.1 - Configuración del tren

008700

METRO LIMA

Diagrama Esfuerzo de frenado total (FTOT), electromecánico (EDB) y mecánico (EPB) / Velocidad
 UdT: M1-R-M2-M3-M2-R-M1, 20 motores, cond. de carga: CC1, ruedas nueva, tensión de red ≥ 1700 Vdc

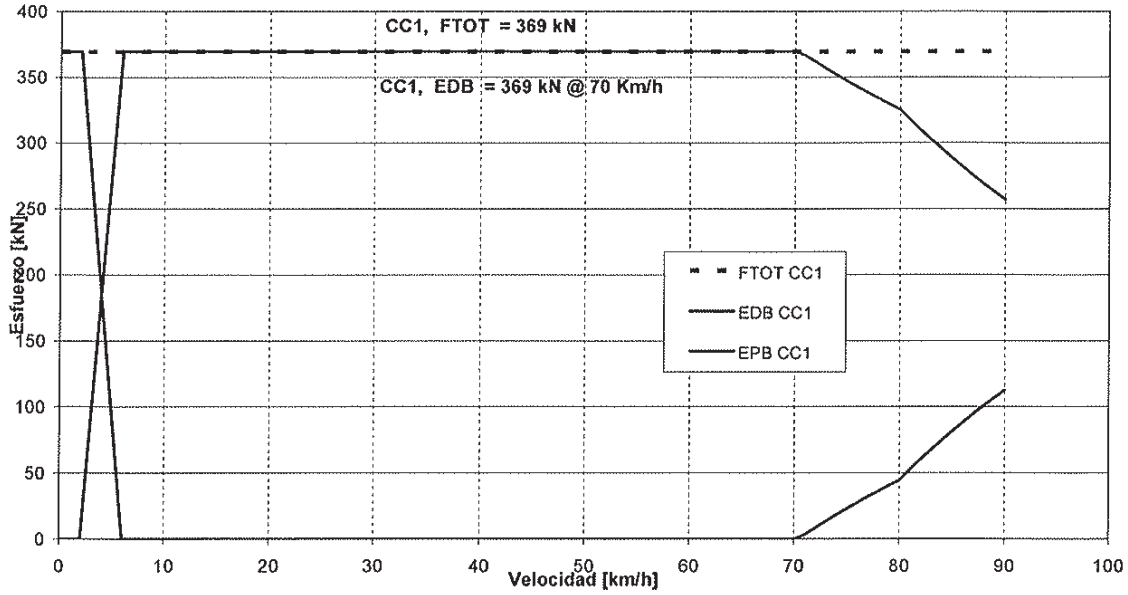


Diagrama 11

METRO LIMA

Diagrama Esfuerzo de frenado total (FTOT), electromecánico (EDB) y mecánico (EPB) / Velocidad
 UdT: M1-R-M2-M3-M2-R-M1, 20 motores, cond. de carga: CC2, ruedas nueva, tensión de red ≥ 1700 Vdc

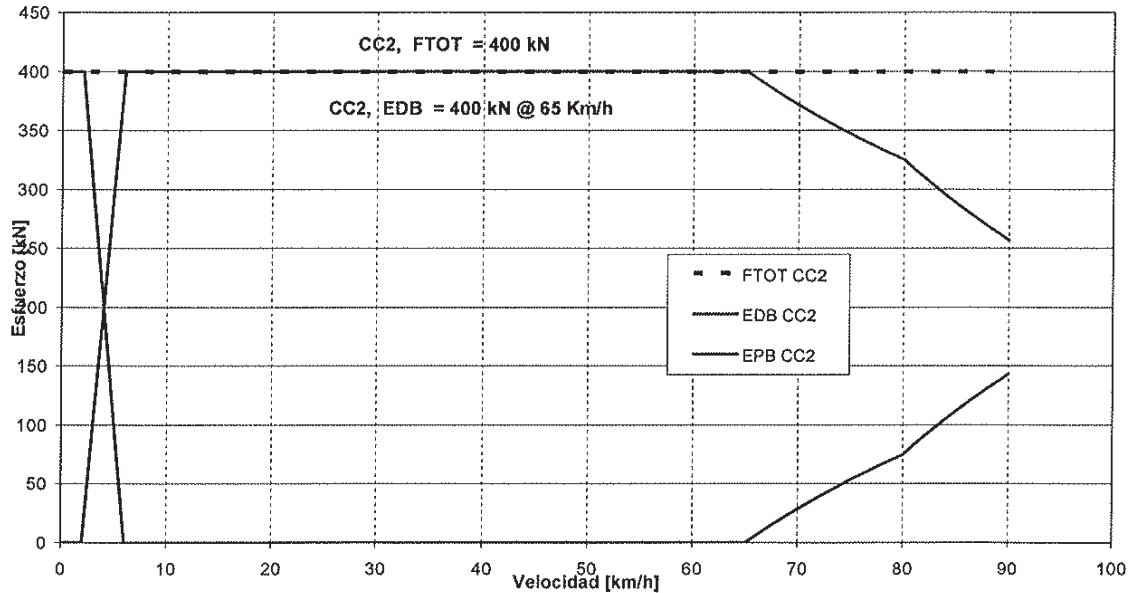


Diagrama 12


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASARE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL
 

D.1.1.4.2 Simulaciones en el trazado de línea 2 y 4 (ramal)

008701

- N° convertidores de tracción/motores de tracción 5 / 20
- Diag. de esfuerzo de tracción frente a velocidad (carga CC2) Diagrama 5 (carga CC1), Diagrama 6
- Diag. de esfuerzo de frenado frente a velocidad (carga CC2) Diagrama 7 (carga CC1), Diagrama 8
- Velocidad máxima en servicio 80 Km/h
- Potencia auxiliar 270 kW

LÍNEA 2: CONDICIÓN NORMAL	Ruta 1 Carga CC1	Ruta 2 Carga CC1	Ruta 1 Carga CC2	Ruta 2 Carga CC2
Tiempo de funcionamiento [s] con paradas en estación de 20 seg	2471	2474	2497	2483
Longitud de ruta [m]	26212	26212	26212	26212
Velocidad media [Km/h]	38,18	38,14	37,79	38,01
Corriente de salida de inverter de tracción RMS (4 motores) [A]	428	405	434	414
Corriente de salida máx. de inverter de tracción [A]	673	671	700	700
Corriente de línea de tren RMS (regeneración 100%) [A]	2161	1923	2173	1943
Corriente de línea de tren RMS (regeneración 0%) [A]	1933	1550	1928	1528
Corriente de línea de inverter de tracción RMS (regeneración 100%) [A]	419	381	421	385
Corriente máx. de línea para cada inverter de tracción [A]	773	773	689	689
Corriente máx. de línea para cada inverter de tracción en frenado [A]	750	750	755	755
Corriente de motor RMS – ruedas con el mismo diámetro [A]	107	101	109	103
Corrientes máx. de motor de tracción [A]	168	168	175	175
Archivo	L276R3A1	L276R3R1	L278R3A1	L278R3R1



CONSORCIO [9110]
NUEVO METRO DE LIMA

METRO LIMA

Velocidad y corriente de red /tiempo, LINEA 2 (Puerto de Callao - Municipalidad de Ate)

UdT: M1-R-M2-M3-M2-R-M1, 20 motores de traccion, cond de carga: CC1, ruedas nueva, tension de red traccion/frenado: 1500/1700 Vcc Paux= 270 kW

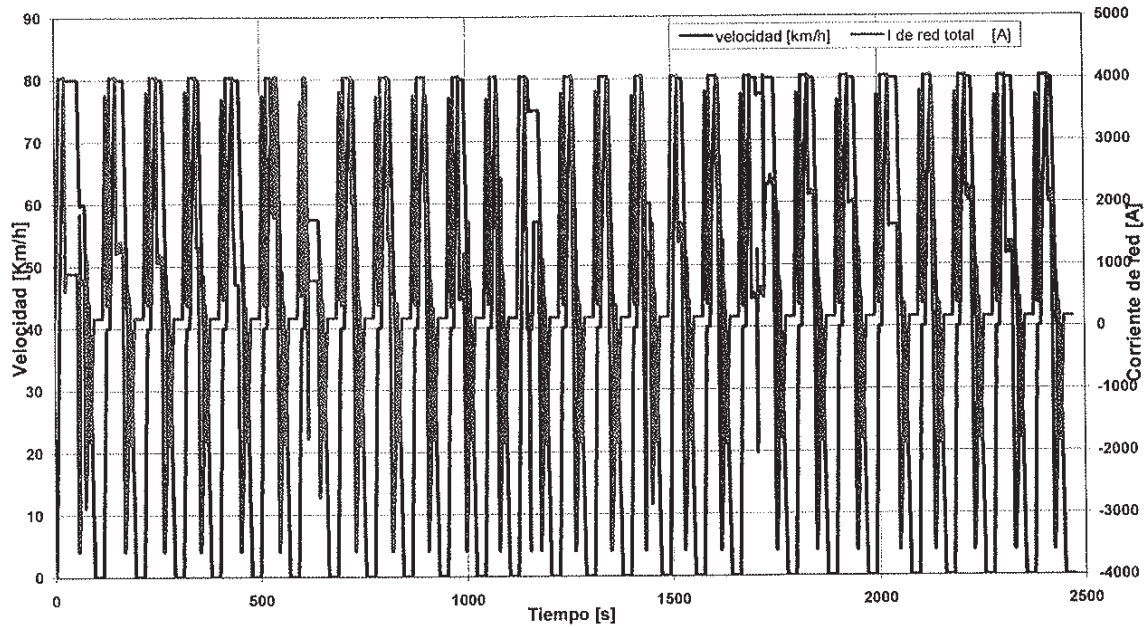


Diagrama 13 Ruta 1- carga CC1

METRO LIMA

Velocidad y corriente de red /tiempo, LINEA 2 (Municipalidad de Ate - Puerto de Callao)

UdT: M1-R-M2-M3-M2-R-M1, 20 motores de traccion, cond de carga: CC1, ruedas nueva, tension de red traccion/frenado: 1500/1700 Vcc Paux= 270 kW

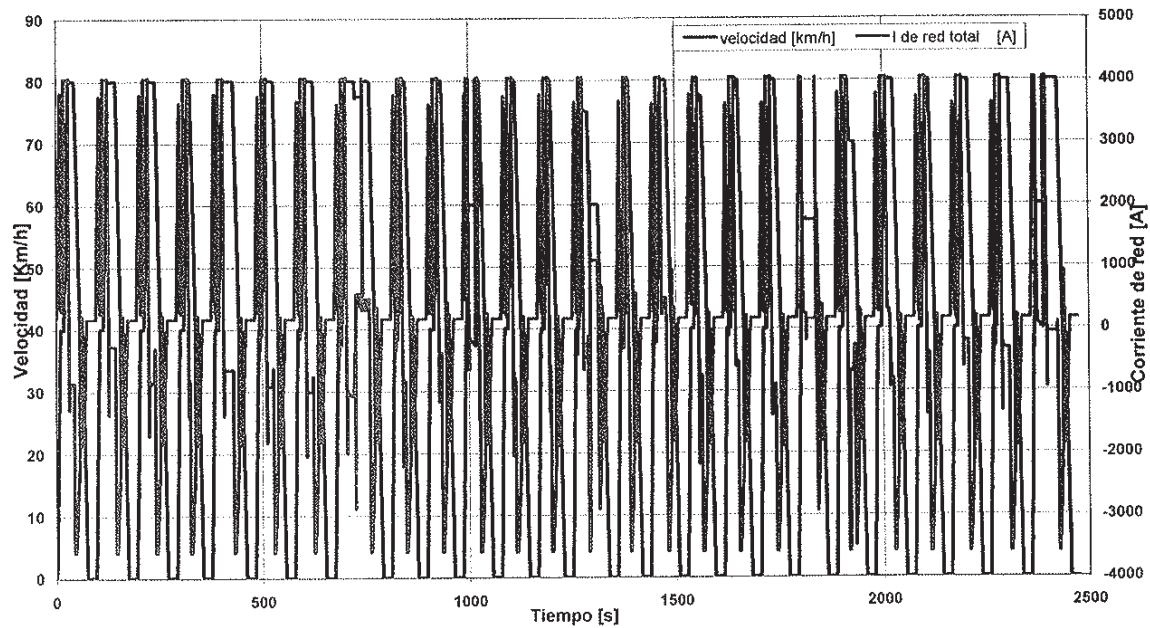


Diagrama 14 Ruta 2- carga CC1

CONSORCIO [91111]
NUEVO METRO DE LIMA
Puerto de Callao - Municipalidad de Ate

008703

METRO LIMA

Velocidad y corriente de red /tiempo, LINEA 2 (Puerto de Callao - Municipalidad de Ate)

UdT: M1-R-M2-M3-M2-R-M1, 20 motores de tracción, cond de carga: CC2, ruedas nueva, tensión de red tracción/frenado: 1500/1700 Vcc Paux= 270 kW

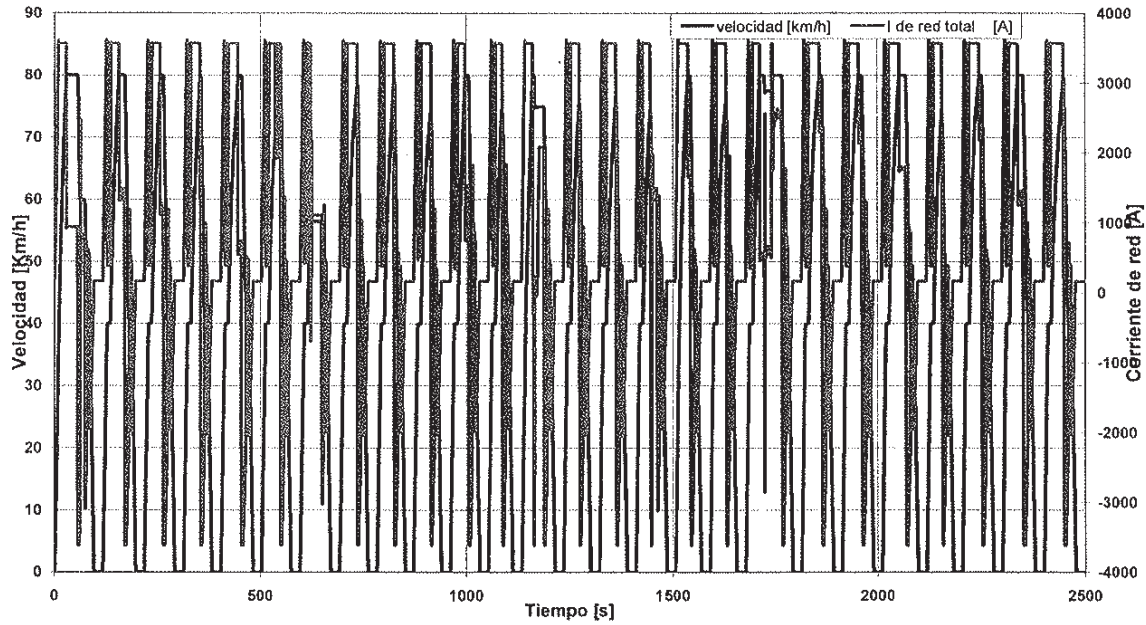


Diagrama 15 Ruta 1- carga CC2

METRO LIMA

Velocidad y corriente de red /tiempo, LINEA 2 (Municipalidad de Ate - Puerto de Callao)

UdT: M1-R-M2-M3-M2-R-M1, 20 motores de tracción, cond de carga: CC2, ruedas nueva, tensión de red tracción/frenado: 1500/1700 Vcc Paux= 270 kW

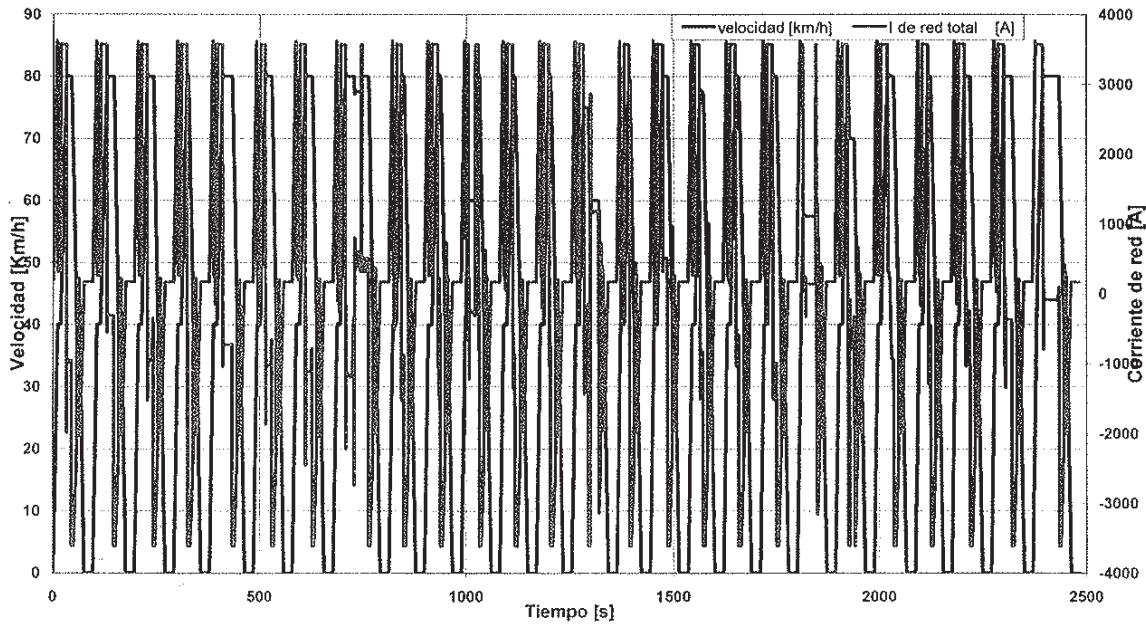


Diagrama 16 Ruta 2- carga CC2

D.1.1.5 Simulaciones de funcionamiento en condición degradada (fallo de coche motor)

008704

En base a la salida de simulación del funcionamiento, el peor caso desde el punto de vista térmico es: vehículo con configuración de 6 coches, condición de carga CC2 y ruta 1.

Informamos la simulación del funcionamiento de propulsión con un fallo del coche motor, configuración de 6 coches, condición de carga CC2 y ruta 1 para identificar las principales características del sistema de propulsión que garantizan el servicio de los pasajeros sin limitación de velocidad en caso de fallo de un coche motor y el peor caso desde el punto de vista térmico.

D.1.1.5.1 Curvas de propulsión y frenado en condición degradada y carga CC2

METRO LIMA

Diagrama Esfuerzo de tracción /velocidad

UdT: M1-R-M2-M2-R-M1, 12 motores, cond. de carga: CC2, ruedas nueva, tensión de red ≥ 1500 Vdc

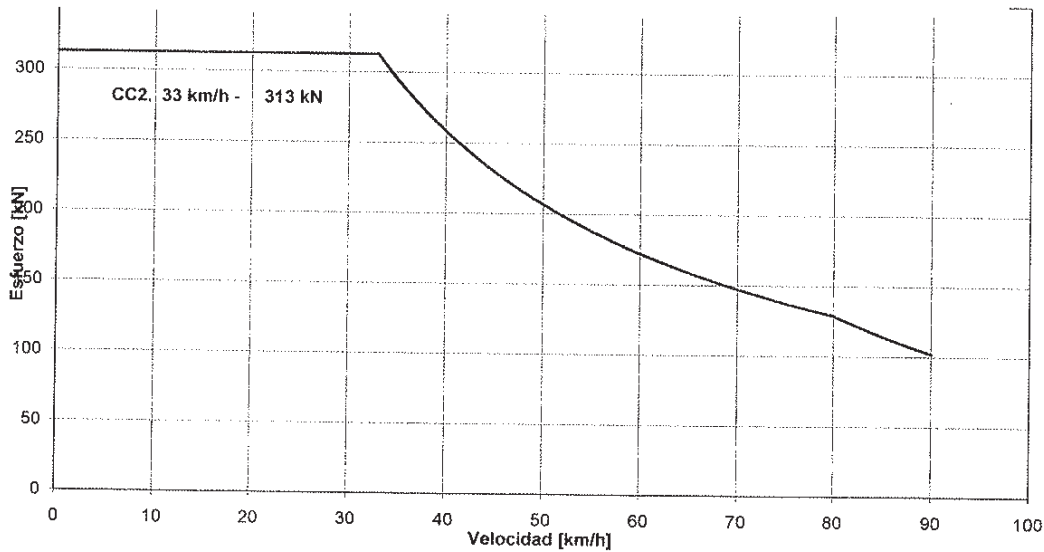


Diagrama 17

CONSORCIO [91/13]
NUEVO METRO DE LIMA

METRO LIMA

Diagrama Esfuerzo de frenado total (FTOT), electromecánico (EDB) y mecánico (EPB) / Velocidad
 UdT: M1-R-M2-M2-R-M1, 12 motores, cond. de carga: CC2, ruedas nueva, tensión de red ≥ 1700 Vdc



008705

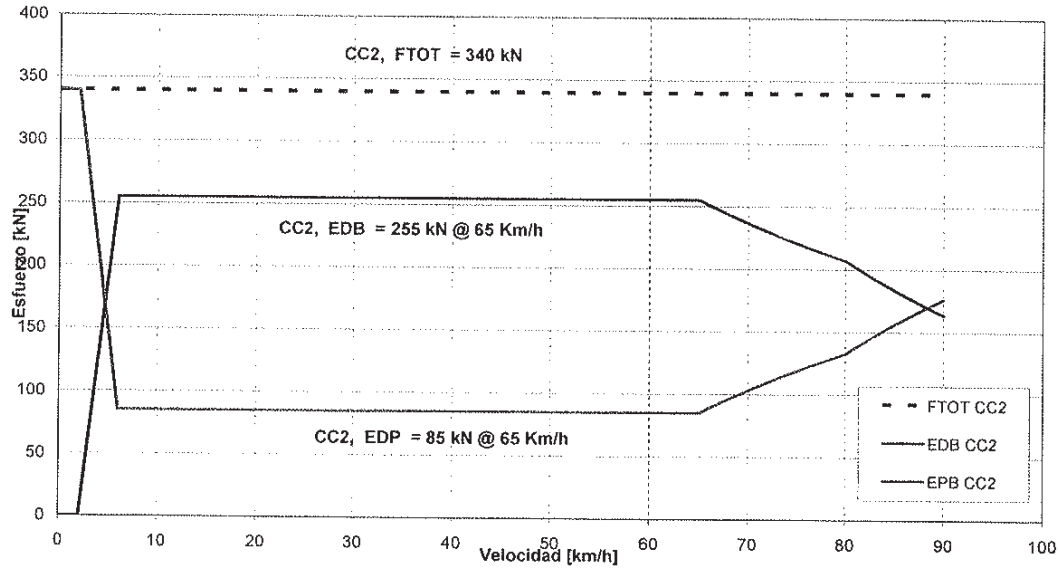


Diagrama 18

D.1.1.5.2 Simulaciones de funcionamiento (condición degradada)

- N° convertidores de tracción/motores de tracción 3 / 12
- Diagrama de esfuerzo de tracción frente a velocidad Diagrama 17
- Diagrama de esfuerzo de frenado frente a velocidad Diagrama 18
- Velocidad máxima en servicio 80 Km/h
- Potencia auxiliar 270 kW
- Ruta 1

LÍNEA 2: CONDICIÓN DEGRADADA	Ruta 1 Carga CC2
Tiempo de funcionamiento [s] con paradas en estación de 20 seg	2568
Longitud de ruta [m]	26212
Velocidad media [Km/h]	36,74
Corriente de salida de inverter de tracción RMS (4 motores) [A]	498
Corriente de salida máx. de inverter de tracción [A]	742
Corriente de línea de tren RMS (regeneración 100%) [A]	1566
Corriente de línea de tren RMS (regeneración 0%) [A]	1457
Corriente de línea de inverter de tracción RMS (regeneración 100%) [A]	492
Corriente máx. de línea para cada inverter de tracción [A]	741
Corriente máx. de línea para cada inverter de tracción en frenado [A]	800
Corriente de motor RMS – ruedas con el mismo diámetro [A]	124
Corrientes máx. de motor de tracción [A]	186
Archivo	ML68KOL2



METRO LIMA

Velocidad y corriente de red /tiempo, LINEA 2 (Puerto de Callao - Municipalidad de Ate)

UdT: M1-R-M2-M2-R-M1, 12 motores de tracción, cond de carga: CC2, ruedas nueva, tension de red traccion/frenado: 1500/1700 Vcc Paux= 270 kW 008706

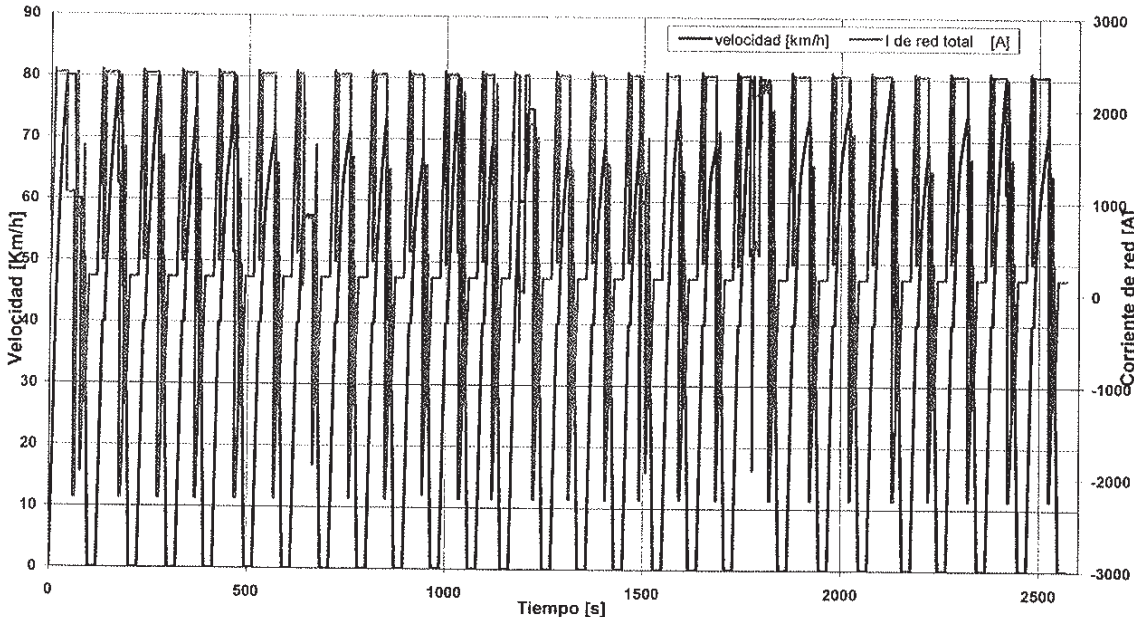


Diagrama 19

D.1.1.6 Principales características del sistema de tracción

Como el tren operará en condiciones degradadas indefinidamente, la capacidad térmica del sistema de propulsión y freno se ajustará de acuerdo a los resultados de la simulación en condición degradada (ver párr. 5.2) con mayor fatiga.

En el siguiente párrafo se incluyen los detalles de las principales partes del sistema de propulsión

D.1.1.6.1 Motores de tracción

Valores continuos y equivalentes del motor

Tensión del motor	1170 VCA
Potencia mecánica	155 kW
Corriente del motor RMS	124 A
Cos (ϕ)	0,65
Eficiencia	0,94
Velocidad del vehículo	36,74 km/h
Velocidad del motor	1787 rpm

D.1.1.6.2 Convertidor de tracción

Los valores del inverter de propulsión que se desprenden de simulaciones son:

- Potencia de entrada continua ~738 kW

D.1.1.6.3 Inductor del filtro

Se ajustará el tamaño del inductor del filtro de la línea para una corriente RMS continua de 492 A.

D.1.1.7 Consumo Energetico

008707

Datos de entrada

- Velocidad máxima de servicio 80 Km/h
- Receptividad del sistema de suministro de la línea de Tracción 100%
- Ruta 1 Línea 2: desde Puerto Callao a Municipalidad de Ate
- Ruta 2 Línea 2: desde Municipalidad a Ate to Puerto Callao
- Ruta 3 Línea 4: desde Gabeta a Carmen de la Legua
- Ruta 4 Línea 4: desde Carmen de la legua a Gabeta
- Longitud de la Línea 2 26 Km
- Longitud de la Línea 4 6.9 Km
- Esfuerzo de tracción vs diagrama de velocidad CC1 diagram 9 (7 coches) Diagrama 1 (6 coches) y el
- Esfuerzo de tracción vs diagrama de velocidad CC2 diagram 9 (7 coches) Diagram 2 (6 coches) and
- Esfuerzo de tracción vs diagrama de velocidad CC1 diagram 11 (7 coches) Diagram 4 (6 coches) and
- Esfuerzo de tracción vs diagrama de velocidad CC2 diagram 12 (7 coches) Diagram 3 (6 coches) and
- Potencia de los convertidores auxiliares 270 kW
- Load condition: Vea la tabla de condición de carga 6 y 7 coches

Report de la stima del Consumo energetico

6 coches		Route 1	Route 2	Route 3	Route 4
CC1 load condition	Energía absorbida desde la línea [Wh/ton-Km]	143	93	132	98
	Energía consumida [Wh/ton-Km]	95	23	80	36
	Energía regenerada (100 % receptividad) [Wh/ton-Km]	48	70	52	62
CC2 load condition	Energía absorbida desde la línea [Wh/ton-Km]	140	88	129	95
	Energía consumida [Wh/ton-Km]	93	21	79	34
	Energía regenerada (100 % receptividad) [Wh/ton-Km]	47	67	51	61
7 coches		Route 1	Route 2	Route 3	Route 4
CC1 load condition	Energía absorbida desde la línea [Wh/ton-Km]	140	89	129	95
	Energía consumida [Wh/ton-Km]	91	18	76	31
	Energía regenerada (100 % receptividad) [Wh/ton-Km]	49	71	53	64
CC2 load condition	Energía absorbida desde la línea [Wh/ton-Km]	136	85	126	93
	Energía consumida [Wh/ton-Km]	89	17	52	31
	Energía regenerada (100 % receptividad) [Wh/ton-Km]	47	69	75	62

D.1.1.8 Cálculo del sistema de frenado

008708

En esta sección se presentan los cálculos de dimensionamiento del sistema de frenos en condiciones normales y degradadas con respecto a los siguientes tipos de frenos:

- Freno de estacionamiento
- Freno de servicio
- Freno de emergencia
- Freno de Auxilio (SCEB)

En los cálculos a continuación muestran que el freno de servicio es capaz de realizar una prestación igual a $1,1 \text{ m} / \text{s}^2$, pero en condiciones normales de servicio el valor de prestación utilizado para la demostración de los niveles de servicio es igual a $1,0 \text{ m} / \text{s}^2$.

En relación con el freno de auxilio, tenga en cuenta que, en los calculos que se muestran a continuación, esté método de frenado se nombra con el término SCEB.

Como se muestra nel calculo, de acuerdo con el Anexo 6 Especificaciones tecnicas, el frenado de auxilio es capaz de realizar una fuerza de frenado no inferior a la disponible durante el frenado de servicio: la desaceleración es de hecho igual a $1,4 \text{ m/s}^2$, mayor que $1,0 \text{ m/s}^2$ que es la prestación del freno de servicio en operación. La transición del frenado de servicio al frenado de auxilio es automatica porque controlada dal CBTC.

Por favor refiérase a la sección D.1.5 para obtener detalles sobre las funciones y la estructura del sistema de freno neumático.

CONSORCIO [9117]
NUEVO METRO DE LIMA

Parking brake(spring applied brake cylinder)

008709

Max. gradient:		tan(α)		-		5,0%	
		M1	R	M3	M2	R	M1
Number of cars with parking brake:	n _P	-	1	1	1	2	1
Number of park-braked discs per car:	n _{SP}	-	4	2	4	4	2
Available brake pad force per disc:	F _P	-	60000	60000	60000	60000	60000
Remaining pressure in cylinder:				p _C		-	
						0 bar	
External downhill force:				F _{HA_ext}		-	
						0 N	
		M1	R	M3	M2	R	M1
Brake-pad force per disc:	F _B	-	60000	60000	60000	60000	60000
F _B = F _P			60000	60000	60000	60000	60000
Holding force per car (at wheel diameter):	F _H	-	43376	21688	43376	43376	21688
F _H = F _B * n _{SP} * μ _{B6} * (2 * r _{nl} / D _R) * (L _G / r _L G)			43376	21688	43376	43376	21688
Holding force of complete vehicle at wheel/rail contact point:					F _{H_g}	-	260264
							260264
			43375,6				117362
Total force due to slope:					F _{HA_g}	-	163093
F _{HA_g} = F _{HA}							163093
F _{HA} = M * g * sh(α)							
Parking brake safety factor:							2,22
S _{P_g} = F _{H_g} / F _{HA_g}					S _{P_g}	-	1,55
							1,42
		M1	R	M3	M2	R	M1
Contact force wheel/rail per car:	F _A	-	352602	304358	343763	343764	304358
F _A = m * g * cos(α)			454179	450648	482053	490074	450648
			525800	453239	534644	532665	453239
Sum of the contact forces wheel/rail:						F _{A_g}	-
F _{A_g} = SUM(F _A * n _P)							2347249
							3361857
							3660051
Required adhesion wheel/rail (the car would slide in case of lower adhesion):						μ _C	-
μ _C (S _P = 1) = F _{HA_g} / F _{A_g}							0,05
							0,05
							0,05

INGENIERO DE SISTEMAS
INGENIERO DE SISTEMAS
INGENIERO DE SISTEMAS

Service Brake (ED+EP) from 90 km/h

008710

Braking mode: stopping braking on level track with: - Electrodynanic brake (ED)
- Friction brake (EP)

Reference initial car speed: v - 90 km/h
Nominal deceleration: a_e_g - 1,10 m/s²

- Dynamic brake (ED):

		M1	R	M3	M2	R	M1
mean deceleration force per motor car:	F_V_ED	58500		58500	58500		58500
		58540		58540	58540		58540 N
		59455		59455	59455		59455
							292500
Deceleration force for complete vehicle (referred to wheel diameter):	F_V_ED_g						423750 N
	F_V_EDg = SUM(F_V_ED * n_R)						447275

EP-Brake:

		M1	R	M3	M2	R	M1
Brake cylinder pressure (chosen):	P_C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 bar
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brake pad force per disc:	F_B	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0 N
	F_B = p_C * (L_D + L_D)	0	0	0	0	0	0
Deceleration force per car:	F_V_EP	0	0	0	0	0	0
(based on wheel diameter)		0	0	0	0	0	0 N
	F_V_EP = F_B * μ_Bd * n_S * (2 * (L_m / D_R) * (L_G / r_g))						
EP-Brake force share per column:		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
EP-braked mass per disc:	w_g	0	0	0	0	0	0
(incl. moment of inertia of rot. parts)		0	0	0	0	0	0 kg
	w_g = F_V_EP * W * r_g / (SUM(F_V_g * n_g))						

CONSORCIO [9119] NUEVO METRO DE LIMA
ED - DISEÑO MECÁNICO

Service Brake (only EP) from 80 Km/h, (a_e_g)=1,1m/sec2

008712

Braking mode: stopping braking on level track with:

- Friction brake (EP)

Reference initial car speed:

v

=

80 km/h

- Dynamic brake (ED):

M1 R M3 M2 R M1

No ED-Brake force for this braking model

EP-Brake:

M1 R M3 M2 R M1

			M1	R	M3	M2	R	M1
Brake cylinder pressure (chosen):	p_C	=	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
			3,4	3,6	3,4	3,4	3,6	3,4 bar
			3,7	3,6	3,7	3,7	3,6	3,7
Brake pad force per disc:	F_B	=	44128	31027	44128	44128	31027	44128
			60025	44920	60025	60025	44920	60025 N
			64728	48965	64728	64728	48965	64728
			$F_B = p_C \cdot (D + L_D)$					
Deceleration force per car:	F_V_EP	=	37218	52337	37218	37218	52337	37218
(based on wheel diameter)			50626	75772	50626	50626	75772	50626 N
			54592	82595	54592	54592	82595	54592
			$F_{V_EP} = F_B \cdot \mu_{Bd} \cdot r_{G1} \cdot (2 \cdot r_{m1} / D_{R1}) \cdot (L_G / r_{G1})$					
EP-Brake force share per column:		=	12,5%	16,0%	12,6%	25,6%	16,0%	12,6%
			12,5%	16,7%	12,5%	26,0%	16,7%	12,5%
			12,5%	16,9%	12,5%	24,9%	16,9%	12,5%
EP-braked mass per disc:	w_G	=	8459	5947	8459	8459	5947	8459
(inc. moment of inertia of rot. parts)			11506	8611	11506	11506	8611	11506 kg
			12407	9365	12407	12407	9365	12407
			$w_G = F_{V_EP} \cdot W \cdot r_{G1} / (SUM(F_{V_g} \cdot r_{G1}))$					

CONSORCIO [9121]
 NUEVO METRO DE LIMA



D.1.1 - Configuración del tren

008713

Combining the different brake systems

	SUM	EP-M1	EP-R	EP-M3	EP-M2	EP-R	EP-M1	
Deceleration forces for complete vehicle, based on wheel diameter:	290763	37216	62537	37216	74436	62537	37216	
$F_{V_g} = F_{V_g} \cdot n_R$	404674	50626	75772	50626	101251	75772	50626	
$F_{V_g} = F_{V_g} \cdot n_R$	433162	54592	82555	54592	109154	82555	54592	
Brake force share per system:	-	13%	18%	13%	26%	18%	13%	
		13%	19%	13%	25%	19%	13%	
		12%	15%	12%	25%	19%	12%	
Delay time:	t ₁₀ -	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	
Build-up time (from 10% to 90% F):	(t ₉₀ -t ₁₀)/-	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Equivalent response time:	t _e -	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
$t_e = (t_{10} + t_{90}) / 2$								
Equivalent deceleration portion (without slope):	a _e -	0,14	0,20	0,14	0,28	0,20	0,14	
$a_e = F_{V_g} / W$		0,14	0,21	0,14	0,28	0,21	0,14	
		0,14	0,21	0,14	0,27	0,21	0,14	
v	-	40	50	60	70	80	90	
tan(α)	-	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
Equivalent vehicle deceleration:	a _{e_g} -	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	
$a_{e_g} = \text{SUM}(a_e) - g \cdot \sin(\alpha) / (1 + M_r / M)$		1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	
$t_{e_g} = \text{SUM}(a_e) \cdot (t_{10} + t_{90}) / 2 / a_{e_g}$	t _{e_g} -	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
Average vehicle deceleration:	a _s -	0,87	0,91	0,94	0,96	0,97	0,99	
$a_s = v \cdot a_{e_g} / (v + 2 \cdot a_{e_g} \cdot t_{e_g})$		0,87	0,91	0,94	0,95	0,97	0,99	
Achieved stopping distance:	s	71	106	148	197	253	317	
$s = v^2 / (2 \cdot a_s)$		71	106	148	197	253	317	
			M1	R	M3	M2	R	M1
Brake pad pressure:	p _B -	55,2	38,8	55,2	55,2	38,8	55,2	
$p_B = F_B / k_B$		75,0	55,2	75,0	75,0	55,2	75,0	
		60,9	61,2	60,9	60,9	61,2	60,9	
Required adhesion between wheel and rail:	μ _D -	0,09	0,16	0,09	0,10	0,16	0,09	
$\mu_D = (F_{V_{EP}} + F_{V_{ED}} - a_e \cdot m_r) / m \cdot g$		0,09	0,16	0,09	0,09	0,16	0,09	
		0,09	0,16	0,09	0,09	0,16	0,09	



Emergency Brake (solo electropneumatico) da 80 Km/h; (a_e_g)=1,4m/sec2 CC1 weight

008714

Braking mode: scooping braking on level track with:

- Friction brake (EP)

Reference initial car speed: v = 80 km/h
Nominal deceleration: a_{e_g} = 1,40 m/s²

- Dynamic brake (ED): M1 R M3 M2 R M1

No ED-Brake force for this braking mode!

<u>EP-Brake:</u>		M1	R	M3	M2	R	M1
Brake cylinder pressure (chosen):	p_C	3,9 4,6 4,9	2,7 3,8 4,0	3,9 4,6 4,9	3,9 4,6 4,9	2,7 3,8 4,0	3,9 4,6 4,9
Brake pad force per disc: $F_B = p_C \cdot A_D = \dots$	F_B	68320 83379 88655	32353 48375 51258	68320 83379 88655	68320 83379 88655	32353 48375 51258	68320 83379 88655
Deceleration force per car: (based on wheel diameter) $F_{V_{EP}} = F_B \cdot \mu_{Bd} \cdot n_S \cdot (2 \cdot r_m / D_R) \cdot (L_G / m_G)$	$F_{V_{EP}}$	57622 70323 74941	54574 81600 86534	57622 70323 74941	57622 70323 74941	54574 81600 86534	57622 70323 74941
EP-Brake force share per column:		14,5% 13,7% 13,7%	13,7% 15,8% 15,8%	14,5% 13,7% 13,7%	29,0% 27,3% 27,4%	13,7% 15,9% 15,6%	14,5% 13,7% 13,7%
EP-braked mass per disc: (inc. moment of inertia of rot. parts) $w_G = F_{V_{EP}} \cdot W \cdot r_G / \{ \text{SUM} (F_{V_{g}} \cdot r_{Gg}) \}$	w_G	9585 12553 13625	4529 7269 7664	9585 12553 13625	9585 12553 13625	4529 7269 7664	9585 12553 13625

008714-001-001
M. J. ...
...



008715

Combining the different brake systems

	QUIN	EP-M1	EP-R	EP-M2	EP-M2	EP-R	EP-M1
Deceleration forces for complete vehicle, based on wheel diameter:	357260	57622	54574	57622	115245	54574	57622
$F_{V_g} = F_{V'} \cdot P_R$	512816	70323	61600	70323	140646	61600	70323 N
$F_{V_g} = F_{V'} \cdot P_R$	547735	74941	65514	74941	149663	65514	74941
Brake force share per system:	-	15%	14%	15%	29%	14%	15%
		14%	16%	14%	27%	16%	14%
		14%	16%	14%	27%	16%	14%
Delay time:	t _D =	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30 s
Build-up time (from 10% to 90% F):	(t ₉₀ -t ₁₀)=	1,50	1,60	1,60	1,50	1,50	1,50 s
Equivalent response time:	t _e =	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05 s
	$t_e = (t_D + t_{90}) / 2$						
Equivalent deceleration portion (without slope):	a _e =	0,22	0,21	0,22	0,44	0,21	0,22
$a_e = F_{V_g} / W$		0,19	0,22	0,19	0,38	0,22	0,19 m/s ²
		0,19	0,22	0,19	0,38	0,22	0,19

	v	40	60	60	70	90	90 k.m/h
tan(α):	-	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Equivalent vehicle deceleration:	a _{e_g} =	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
$a_{e_g} = SUV(a_e) \cdot g \cdot \sin(\alpha) \cdot (1 + M_r / M)$		1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40 m/s ²
		1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
	t _{e_g} =	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05 s
	$t_{e_g} = SUV(a_e) \cdot (t_D + t_{90}) / 2$						
Average vehicle deceleration:	a _s =	1,17	1,22	1,26	1,29	1,32	1,33
$a_s = v \cdot a_{e_g} / (v + 2 \cdot a_{e_g} \cdot t_{e_g})$		1,11	1,16	1,19	1,22	1,24	1,25 m/s ²
		1,09	1,14	1,17	1,20	1,22	1,23
Achieved stopping distance:	s	53	79	110	146	189	234
$s = v^2 / (2 \cdot a_s)$		56	64	117	156	200	250 m
		57	65	119	158	203	254

		M1	R	M3	M2	R	M1
Brake pad pressure:	p _B =	65,4	40,4	65,4	65,4	40,4	65,4
$p_B = F_B \cdot k_E$		104,2	60,6	104,2	104,2	60,6	104,2 N/cm ²
		111,1	64,1	111,1	111,1	64,1	111,1
Required adhesion between wheel and rail:	μ _S =	0,15	0,17	0,15	0,15	0,17	0,15
$\mu_S = [F_{V_{EP}} + F_{V_{ED}} \cdot a_e \cdot m_r] / m_r \cdot g$		0,13	0,17	0,13	0,13	0,17	0,13
		0,13	0,17	0,13	0,13	0,17	0,13

CONSORCIO [9124]
NUEVO METRO DE LIMA

Service Brake (ED+EP) from 80 Km/h; (a_e_g)=1,1m/sec²

Braking mode: stopping braking on level track with: - Electrodynamic brake (ED)
- Friction brake (EP)

Reference initial car speed: v = 80 km/h
Nominal deceleration: a_e_g = 1,10 m/s²

- Dynamic brake (ED):

	M1	R	M3	M2	R	M1
mean deceleration force per motor car:	58500		58500	58500		58500
F_V_ED =	85540		85540	85540		85540 N
	89455		89455	89455		89455
						292500
Deceleration force for complete vehicle (referred to wheel diameter):						F_V_ED_g = 427700 N
F_V_EDg = SUM(F_V_ED * n_R)						447275

EP-Brake:

	M1	R	M3	M2	R	M1
Brake cylinder pressure (chosen):	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
p_C =	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 bar
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brake pad force per disc:	0	0	0	0	0	0
F_B =	0	0	0	0	0	0 N
F_B = p_C * i_D + i_D	0	0	0	0	0	0
Deceleration force per car:	0	0	0	0	0	0
(based on wheel diameter)	0	0	0	0	0	0 N
F_V_EP = F_B * μ_Bd * n_S * (2 * r_m / D_R) * (i_G / i_LG)	0	0	0	0	0	0
EP-Brake force share per column:	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
EP-braked mass per disc:	0	0	0	0	0	0
(incl moment of inertia of rot. parts)	0	0	0	0	0	0 kg
w_S = F_V_EP * W * i_LG / {SUM(F_V_g * n_S)}	0	0	0	0	0	0

CONSORCIO [9125] del Metro
NUEVO METRO DE LIMA
REVISOR TÉCNICO

Combining the different brake systems

	SUM	ED	EP-M1	EP-R	EP-M3	EP-M2	EP-R	EP-M1	
Deceleration forces for complete vehicle, based on wheel diameter:	292500	292500	0	0	0	0	0	0	
$F_{V_g} = F_V \cdot n_R :$	427700	427700	0	0	0	0	0	0 N	
$F_{V_g} = F_V \cdot n_R :$	447275	447275	0	0	0	0	0	0	
Brake force share per system:	=	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
		100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
		100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Delay time:	t10 =	0,20	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30 s	
Build-up time (from 10% to 90% F):	(t90-t10)=	0,30	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50 s	
Equivalent response time:	t_e =	0,35	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05 s	
	$t_e = (t10 + t90) / 2$								
Equivalent deceleration portion (without slope):	a_e =	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	$a_e = F_{V_g} / W$	1,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 m/s ²	
		1,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

	v	=	40	50	60	70	80	90 km/h	
	tan(α)	=	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
Equivalent vehicle deceleration:	a_e_g =		1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	
$a_{e_g} = \text{SUM}(a_e) - g \cdot \sin(\alpha) / [1 + M_r / M]$			1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16 m/s ²	
			1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	
$t_{e_g} = \text{SUM}(a_e \cdot (t10+t90)^2) / a_{e_g}$	t_e_g =		0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35 s	
Average vehicle deceleration:	a_s =		1,03	1,05	1,06	1,06	1,07	1,07	
$a_s = v \cdot a_{e_g} / (v + 2 \cdot a_{e_g} \cdot t_{e_g})$			1,08	1,10	1,11	1,12	1,12	1,13 m/s ²	
			1,05	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	
Achieved stopping distance:	s	=	60	92	131	178	231	291	
$s = v^2 / [2 \cdot a_s] :$			57	88	125	169	220	278 m	
			59	91	130	175	228	287	

			M1	R	M3	M2	R	M1	
Brake pad pressure:	p_B =		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
$p_B = F_B / k_B :$			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 N/cm	
			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Required adhesion between wheel and rail:	μ_S =		0,15	0,01	0,16	0,16	0,01	0,15	
$\mu_S = [F_{V_{EP}} + F_{V_{ED}} - a_e \cdot m_r] / m \cdot g$			0,16	0,01	0,16	0,16	0,01	0,16	
			0,16	0,01	0,16	0,16	0,01	0,16	

CONSORCIO [9126]
NUEVO METRO DE LIMA
INGENIERIA DE TRÁNSITO

Service Brake with ED failure one motor coach

008718

Braking mode: stopping braking on level track with: - Electrodynamic brake (ED)
- Friction brake (EP)

Reference initial car speed: $v = 80$ km/h
Nominal deceleration: $a_{e_g} = 1,10$ m/s²

- Dynamic brake (ED):

		M1	R	M3	M2	R	M1
mean deceleration force per motor car:	$F_{V_ED} =$			58500 85540 89455	58500 85540 89455		58500 85540 N 89455 234000
Deceleration force for complete vehicle (referred to wheel diameter):	$F_{V_EDg} =$						342160 N 357820
$F_{V_EDg} = \text{SUM}(F_{V_ED} * n_{R})$							

EP-Brake:

		M1	R	M3	M2	R	M1
Brake cylinder pressure (chosen):	$p_C =$	0,0 0,0 0,0	1,6 1,8 2,1	0,0 0,0 0,0	0,0 0,0 0,0	1,6 1,8 2,1	0,0 0,0 bar 0,0
Brake pad force per disc:	$F_B =$	0 0 0	16825 18530 23812	0 0 0	0 0 0	16825 18530 23812	0 0 N 0
$F_B = p_C * i_D + j_D$							
Deceleration force per car. (based on wheel diameter)	$F_{V_EP} =$	0 0 0	28382 31257 40166	0 0 0	0 0 0	28382 31257 40166	0 0 N 0
$F_{V_EP} = F_B * \mu_{Bd} * n_S * (2 * r_m / D_R) * (i_G / \eta_G)$							
EP-Brake force share per column:	$=$	0,0% 0,0% 0,0%	50,0% 50,0% 50,0%	0,0% 0,0% 0,0%	0,0% 0,0% 0,0%	50,0% 50,0% 50,0%	0,0% 0,0% 0,0%
EP-braked mass per disc. (incl moment of inertia of rot parts)	$w_S =$	0 0 0	3225 3552 4564	0 0 0	0 0 0	3225 3552 4564	0 0 kg 0
$w_S = F_{V_EP} * W * \eta_G / \{\text{SUM}(F_{V_g} * n_S)\}$							

CONSORCIO [9127]
NUEVO METRO DE LIMA
[Signature]

Combining the different brake systems

	SUM	ED	EP-M1	EP-R	EP-M3	EP-M2	EP-R	EP-M1
Deceleration forces for complete vehicle, based on wheel diameter:	290763	234000	0	28382	0	0	28382	0
$F_{V_g} =$	404674	342160	0	31257	0	0	31257	0
$F_{V_g} = F_{V_g} \cdot n_R :$	438152	357820	0	40166	0	0	40166	0
Brake force share per system:	=	80% 85% 82%	0% 0% 0%	10% 8% 9%	0% 0% 0%	0% 0% 0%	10% 8% 9%	0% 0% 0%
Delay time	t10 =	0,20	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30 s
Build-up time (from 10% to 90% F):	(t90-t10)=	0,30	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00 s
Equivalent response time:	t_e =	0,35	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3 s
$t_e = (t10 + t90) / 2$								
Equivalent deceleration portion (without slope):	a_e =	0,89 0,93	0,00 0,00	0,11 0,08	0,00 0,00	0,00 0,00	0,11 0,08	0,00 0,00 m/s²
$a_e = F_{V_g} / W$		0,90	0,00	0,10	0,00	0,00	0,10	0,00

	v	=	40	50	60	70	80	90 km/h
	tan(α)	=	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Equivalent vehicle deceleration:	a_e_g =	=	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
$a_{e_g} = \text{SUM}(a_e) \cdot g \cdot \sin(\alpha) / \{1 + M_r / M\}$			1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10 m/s²
$t_{e_g} = \text{SUM}(a_e \cdot (t10+t90)/2) / a_{e_g}$	t_e_g =	=	0,53546	0,53546	0,53546	0,53546	0,53546	0,53546 s
Average vehicle deceleration:	a_s =	=	0,99	1,01	1,03	1,04	1,04	1,05
$a_s = v \cdot a_{e_g} / (v + 2 \cdot a_{e_g} \cdot t_{e_g})$			1,00	1,02	1,03	1,04	1,05	1,05 m/s²
Achieved stopping distance:	s =	=	62	95	135	182	236	297
$s = v^2 / [2 \cdot a_s] :$			62	95	135	182	236	297 m

	M1	R	M3	M2	R	M1
Brake pad pressure:	0,0	21,0	0,0	0,0	21,0	0,0
$p_B = F_B / k_B :$	0,0	23,2	0,0	0,0	23,2	0,0 N/cm
	0,0	29,8	0,0	0,0	29,8	0,0
Required adhesion between wheel and rail:	0,01	0,08	0,16	0,16	0,08	0,15
$\mu_S = [F_{V_{EP}} + F_{V_{ED}} - a_e \cdot m_r] / m \cdot g$	0,01	0,06	0,16	0,17	0,06	0,16
	0,01	0,08	0,16	0,16	0,08	0,16

Handwritten signature and stamp area.

Service Brake with coach pneumatically isolate and without ED (double failure)

008720

Braking mode: stopping braking on level track with: - Electrodynamic brake (ED)
- Friction brake (EP)

Reference initial car speed: $v = 80$ km/h
Nominal deceleration $a_{e_g} = 1,10$ m/s²

- Dynamic brake (ED):

		M1	R	M3	M2	R	M1
mean deceleration force per motor car:	$F_{V_ED} =$			58500	58500		58500
				85540	85540		85540 N
				89455	89455		89455
							234000
Deceleration force for complete vehicle (referred to wheel diameter):	$F_{V_EDg} =$						342160 N
$F_{V_EDg} = \text{SUM}(F_{V_ED} * n_R)$							357820

EP-Brake:

		M1	R	M3	M2	R	M1
Brake cylinder pressure (chosen):	$p_C =$	0,0	1,6	0,0	0,0	1,6	0,0
		0,0	1,8	0,0	0,0	1,8	0,0 bar
		0,0	2,1	0,0	0,0	2,1	0,0
Brake pad force per disc:	$F_B =$	0	16825	0	0	16825	0
$F_B = p_C * i_D + j_D$		0	18530	0	0	18530	0 N
		0	23812	0	0	23812	0
Deceleration force per car:	$F_{V_EP} =$	0	28382	0	0	28382	0
(based on wheel diameter)		0	31257	0	0	31257	0 N
		0	40166	0	0	40166	0
	$F_{V_EP} = F_B * \mu_{Bd} * n_S * (2 * r_m / D_R) * (i_G / i_LG)$						
EP-Brake force share per column:	$=$	0,0%	50,0%	0,0%	0,0%	50,0%	0,0%
		0,0%	50,0%	0,0%	0,0%	50,0%	0,0%
		0,0%	50,0%	0,0%	0,0%	50,0%	0,0%
EP-braked mass per disc:	$w_S =$	0	3225	0	0	3225	0
(incl moment of inertia of rot parts)		0	3552	0	0	3552	0 kg
		0	4564	0	0	4564	0
	$w_S = F_{V_EP} * W * i_LG / [\text{SUM}(F_{V_g} * n_S)]$						

CONSORCIO METRO DE LIMA
ALICIA DEL PUERTO
REVISOR GENERAL

008721

Combining the different brake systems

	SUM	ED	EP-M1	EP-R	EP-M3	EP-M2	EP-R	EP-M1
Deceleration forces for complete vehicle, based on wheel diameter:	290763	234000	0	28382	0	0	28382	0
$F_{V_g} =$	404674	342160	0	31257	0	0	31257	0 N
$F_{V_g} = F_V \cdot n_R$	438152	357820	0	40166	0	0	40166	0
Brake force share per system:	=	80%	0%	10%	0%	0%	10%	0%
		85%	0%	8%	0%	0%	8%	0%
		82%	0%	9%	0%	0%	9%	0%
Delay time:	t10 =	0,20	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30 s
Build-up time (from 10% to 90% F):	(t90-t10)=	0,30	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00 s
Equivalent response time:	t_e =	0,35	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3 s
$t_e = (t10 + t90) / 2$								
Equivalent deceleration portion (without slope):	a_e =	0,89	0,00	0,11	0,00	0,00	0,11	0,00
$a_e = F_{V_g} / W$		0,93	0,00	0,08	0,00	0,00	0,08	0,00 m/s ²
		0,90	0,00	0,10	0,00	0,00	0,10	0,00

	v	=	40	50	60	70	80	90 km/h
	tan(α)	=	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Equivalent vehicle deceleration:	a_e_g	=	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
$a_{e_g} = \text{SUM}(a_e) - g \cdot \sin(\alpha) / [1 + M_r / M]$			1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10 m/s ²
			1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
$t_{e_g} = \text{SUM}(a_e \cdot (t10+t90)/2) / a_{e_g}$	t_e_g	=	0,53546	0,53546	0,53546	0,53546	0,53546	0,53546 s
Average vehicle deceleration:	a_s	=	0,99	1,01	1,03	1,04	1,04	1,05
$a_s = v \cdot a_{e_g} / (v + 2 \cdot a_{e_g} \cdot t_{e_g})$			1,00	1,02	1,03	1,04	1,05	1,05 m/s ²
			1,00	1,02	1,03	1,04	1,05	1,05
Achieved stopping distance:	s	=	62	95	135	182	236	297
$s = v^2 / [2 \cdot a_s]$			62	95	135	182	236	297 m
			62	95	135	182	236	297

	M1	R	M3	M2	R	M1		
Brake pad pressure	p_B	=	0,0	21,0	0,0	0,0	21,0	0,0
$p_B = F_B / k_B$			0,0	23,2	0,0	0,0	23,2	0,0 N/cm
			0,0	29,8	0,0	0,0	29,8	0,0
Required adhesion between wheel and rail:	μ_S	=	0,01	0,08	0,16	0,16	0,08	0,15
$\mu_S = [F_{V_{EP}} + F_{V_{ED}} - a_e \cdot m_r] / m \cdot g$			0,01	0,06	0,16	0,17	0,06	0,16
			0,01	0,08	0,16	0,16	0,08	0,16

CONSORCIO [9130]
NUEVO METRO DE LIMA
REG. Nº 10000000000000000000



Service Brake with one coach only pneumatically isolate

008722

Braking mode: stopping braking on level track with: - Electrodynamic brake (ED)
- Friction brake (EP)

Reference initial car speed: v = 90 km/h

- Dynamic brake (ED):

		M1	R	M3	M2	R	M1
mean deceleration force per motor car.	F_V_ED =	58500		58500	58500		58500
		85540		85540	85540		85540 N
		89455		89455	89455		89455
							292500
Deceleration force for complete vehicle (referred to wheel diameter):	F_V_ED_g =						427700 N
$F_{V_EDg} = \text{SUM}(F_{V_ED} * n_{R})$							447275

EP-Brake:

		M1	R	M3	M2	R	M1
Brake cylinder pressure (chosen):	p_C =	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 bar
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brake pad force per disc:	F_B =	0	0	0	0	0	0
$F_B = p_C * i_{D} + i_{D}$		0	0	0	0	0	0 N
		0	0	0	0	0	0
Deceleration force per car.	F_V_EP =	0	0	0	0	0	0
(based on wheel diameter)		0	0	0	0	0	0 N
$F_{V_EP} = F_B * \mu_{Bd} * n_S * (2 * r_m / D_R) * (l_G / l_G)$		0	0	0	0	0	0
EP-Brake force share per column:	=	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
EP-braked mass per disc:	w_S =	0	0	0	0	0	0
(incl moment of inertia of rot. parts)		0	0	0	0	0	0 kg
$w_S = F_{V_EP} * W * l_G / [\text{SUM}(F_{V_g} * n_S)]$		0	0	0	0	0	0

CONSORCIO [9131]
NUEVO METRO DE LIMA

008723

Combining the different brake systems

	SUM	ED	EP-M1	EP-R	EP-M3	EP-M2	EP-R	EP-M1
Deceleration forces for complete vehicle, based on wheel diameter:	292500	292500	0	0	0	0	0	0
$F_{V_g} = F_{V_g}$	427700	427700	0	0	0	0	0	0 N
$F_{V_g} = F_{V_g} \cdot n_{R}$	447275	447275	0	0	0	0	0	0
Brake force share per system:	=	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Delay time:	t10 =	0,20	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30 s
Build-up time (from 10% to 90% F):	(t90-t10)=	0,30	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00 s
Equivalent response time:	t_e =	0,35	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3 s
	$t_e = (t10 + t90) / 2$							
Equivalent deceleration portion (without slope):	a_e =	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$a_e = F_{V_g} / W$	1,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 m/s ²
		1,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

	v	=	40	50	60	70	80	90 km/h
	tan(α)	=	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Equivalent vehicle deceleration:	a_e_g =	=	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
$a_{e_g} = \text{SUM}(a_e) - g \cdot \sin(\alpha) / [1 + M_r / M]$			1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16 m/s ²
			1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
$t_{e_g} = \text{SUM}(a_e \cdot (t10+t90)/2) / a_{e_g}$	t_e_g =	=	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35 s
Average vehicle deceleration:	a_s =	=	1,03	1,05	1,06	1,06	1,07	1,07
$a_s = v \cdot a_{e_g} / (v + 2 \cdot a_{e_g} \cdot t_{e_g})$			1,08	1,10	1,11	1,12	1,12	1,13 m/s ²
			1,05	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09
Achieved stopping distance:	s =	=	60	92	131	178	231	291
$s = v^2 / [2 \cdot a_s]$			57	88	125	169	220	278 m
			59	91	130	175	228	287

	M1	R	M3	M2	R	M1		
Brake pad pressure:	p_B =	=	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
$p_B = F_B / k_B$			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 N/cm	
			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Required adhesion between wheel and rail:	μ_S =	=	0,15	0,01	0,16	0,16	0,01	0,15
$\mu_S = [F_{V_EP} + F_{V_ED} - a_e \cdot m_r] / m \cdot g$			0,16	0,01	0,16	0,16	0,01	0,16
			0,16	0,01	0,16	0,16	0,01	0,16

CONSORCIO [9132]
NUEVO METRO DE LIMA



Security Brake; (a_e_g)=1,5m/sec2 ;(EP+ED) from 80 Km/h

Braking mode: stopping braking on level track with: - Electrodynamic brake (ED)
- Friction brake (EP)

Reference initial car speed: v = 80 km/h
Nominal deceleration a_e_g = 1,50 m/s²

- Dynamic brake (ED):

		M1	R	M3	M2	R	M1
mean deceleration force per motor car:	F_V_ED =	65000		65000	65000		65000
		90351		90351	90351		90351 N
		95742		95742	95742		95742
							325000
Deceleration force for complete vehicle (referred to wheel diameter):	F_V_ED_g =						451755 N
F_V_EDg = SUM(F_V_ED * n_R)							478710

EP-Brake:

		M1	R	M3	M2	R	M1
Brake cylinder pressure (chosen):	p_C =	0,0	1,9	0,0	0,0	1,9	0,0
		0,0	2,5	0,0	0,0	2,5	0,0 bar
		0,0	2,9	0,0	0,0	2,9	0,0
Brake pad force per disc:	F_B =	0	21192	0	0	21192	0
F_B = p_C * i_D + i_D		0	29663	0	0	29663	0 N
		0	35205	0	0	35205	0
Deceleration force per car:	F_V_EP =	0	35748	0	0	35748	0
(based on wheel diameter)		0	50036	0	0	50036	0 N
		0	59385	0	0	59385	0
F_V_EP = F_B * μ_Bd * n_S * (2 * r_m / D_R) * (i_G / η_G)							
EP-Brake force share per column:	=	0,0%	50,0%	0,0%	0,0%	50,0%	0,0%
		0,0%	50,0%	0,0%	0,0%	50,0%	0,0%
		0,0%	50,0%	0,0%	0,0%	50,0%	0,0%
EP-braked mass per disc:	w_S =	0	2979	0	0	2979	0
(incl. moment of inertia of rot. parts)		0	4170	0	0	4170	0 kg
		0	4949	0	0	4949	0
w_S = F_V_EP * W * η_G / [SUM(F_V_g * n_S)]							

CONSORCIO [9133]
NUEVO METRO DE LIMA
REPRESENTANTE LOCAL

Combining the different brake systems

	SUM	ED	EP-M1	EP-R	EP-M3	EP-M2	EP-R	EP-M1
Deceleration forces for complete vehicle, based on wheel diameter.	396495	325000	0	35748	0	0	35748	0
$F_{V_g} =$	551828	451755	0	50036	0	0	50036	0 N
$F_{V_g} = F_{V_n_R} ;$	597480	478710	0	59385	0	0	59385	0
Brake force share per system:	=	82% 82% 80%	0% 0% 0%	9% 9% 10%	0% 0% 0%	0% 0% 0%	9% 9% 10%	0% 0% 0%
Delay time:	t10 =	0,20	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30 s
Build-up time (from 10% to 90% F):	(t90-t10)=	0,30	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00 s
Equivalent response time:	t_e =	0,35	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3 s
$t_e = (t_{10} + t_{90}) / 2$								
Equivalent deceleration portion (without slope):	a_e =	1,23	0,00	0,14	0,00	0,00	0,14	0,00
$a_e = F_{V_g} / W$		1,23	0,00	0,14	0,00	0,00	0,14	0,00 m/s ²
		1,20	0,00	0,15	0,00	0,00	0,15	0,00 m/s ²

	v	=	40	50	60	70	80	90 km/h
	tan(α)	=	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Equivalent vehicle deceleration:	a_e_g =	=	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
$a_{e_g} = \text{SUM}(a_e) - g \cdot \sin(\alpha) / [1 + M_r / M]$			1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50 m/s ²
			1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
	t_e_g =	=	0,5213	0,5213	0,5213	0,5213	0,5213	0,5213 s
$t_{e_g} = \text{SUM}(a_e \cdot (t_{10} + t_{90}) / 2) / a_{e_g}$								
Average vehicle deceleration:	a_s =	=	1,31	1,35	1,37	1,39	1,40	1,41
$a_s = v \cdot a_{e_g} / (v + 2 \cdot a_{e_g} \cdot t_{e_g})$			1,31	1,35	1,37	1,39	1,40	1,41 m/s ²
			1,31	1,34	1,37	1,38	1,40	1,41
Achieved stopping distance:	s =	=	47	72	101	136	176	221
$s = v^2 / [2 \cdot a_s] ;$			47	72	101	136	176	221 m
			47	72	102	137	177	222

	M1	R	M3	M2	R	M1
Brake pad pressure:	0,0	26,5	0,0	0,0	26,5	0,0
$p_B = F_B / k_B ;$	0,0	37,1	0,0	0,0	37,1	0,0 N/cm
	0,0	44,0	0,0	0,0	44,0	0,0
Required adhesion between wheel and rail	0,17	0,11	0,17	0,17	0,11	0,17
$\mu_S = [F_{V_EP} + F_{V_ED} - a_e \cdot m_r] / m \cdot g$	0,17	0,10	0,17	0,17	0,10	0,17
	0,17	0,11	0,17	0,17	0,10	0,17

REPÚBLICA DEL PERÚ
MINISTERIO DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
INSTITUTO NACIONAL DE
METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN
INTEMETRO

008726

<p>D.1.2.</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>D) DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
--	--

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

D.1.2. VIDA ÚTIL DE LOS TRENES Y CICLOS DE SERVICIO

[Faint signature and stamp]

Índice

D.1.2 Introducción.....3

D.1.2.1 Documentos de referencia3

D.1.2.2 Perfil de Misión.....3

D.1.2.3 Plan de mantenimiento3

D.1.2.4 Plan Ram.....4

D.1.2.4.1 Documentos de referencia..... 4

**D.1.2.4.1.1 Normas y estándares que serán aplicados al vehículo que se ofrece
4**

D.1.2.4.1.2 Documentos contractuales de referencia5

D.1.2.4.2 Definiciones 5

D.1.2.4.3 Acrónimos y abreviaturas..... 7

D.1.2.4.4 Requisitos de Fiabilidad y Mantenibilidad..... 7

D.1.2.4.4.1 Perfil de la misión7

D.1.2.4.4.2 Requisitos de Confiabilidad7

D.1.2.4.5 Gestión de la Confiabilidad y Mantenibilidad 7

D.1.2.4.5.1 Organización de Confiabilidad y Mantenibilidad;9

D.1.2.4.5.1.1 Responsabilidades del Ingeniero de RAM 13

D.1.2.4.5.1.2 Gerente del vehículo RAM..... 13

D.1.2.4.5.1.3 Gestión y control del programa RAM..... 13

D.1.2.4.5.1.4 Gestión y control de los subcontratistas..... 13

D.1.2.4.6 Programa de Confiabilidad y Mantenibilidad..... 14

D.1.2.4.6.1 Ciclo de vida del proyecto del vehículo..... 16

D.1.2.4.6.1.1 Fase 1 - Concepto, fase 2 – Definición del sistema..... 17

D.1.2.4.6.1.2 Fase 3 – Análisis del riesgo 17

**D.1.2.4.6.1.3 Fase 4 – Requisitos del sistema, Fase 5 – Distribución de los
requisitos del sistema..... 17**

D.1.2.4.6.1.4 Fase 6 – Diseño e implementación..... 18

D.1.2.4.6.1.5 Fase 7 – Fabricación, 8 . Instalación 18

**D.1.2.4.6.1.6 Fase 9 – Convalidación del sistema – Fase 10 – Aceptación del
sistema 18**

**D.1.2.4.6.2 Planificación de las actividades R&M y documentos que hay que
entregar 18**

D.1.2.4.7 Actualización del plan RAM 22

D.1.2.4.8 Descripción de las actividades RAM..... 22

D.1.2.4.8.1 Planificación de las actividades RAM.....22

D.1.2.4.8.2 Descripción de los requisitos de Confiabilidad y Mantenibilidad22

D.1.2.4.8.3 Averías de funcionamiento del vehículo22

D.1.2.4.8.4 Análisis de Confiabilidad-Disponibilidad-Mantenibilidad (RAM) 22

**D.1.2.4.8.4.1 Predicción de confiabilidad y Predicción de Confiabilidad de la
Misión: 23**

D.1.2.4.8.4.2 Análisis del árbol de averías..... 23

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL

D.1.2 - Vida util de los trenes

008728

<i>D.1.2.4.8.4.3</i>	<i>Análisis FMECA</i>	<i>24</i>
<i>D.1.2.4.8.4.4</i>	<i>Análisis de mantenibilidad.....</i>	<i>24</i>
<i>D.1.2.4.8.4.5</i>	<i>Análisis de mantenimiento preventivo y Plan de Mantenimiento</i> <i>25</i>	
<i>D.1.2.4.8.4.6</i>	<i>Análisis de mantenimiento correctivo.....</i>	<i>26</i>
<i>D.1.2.4.8.4.7</i>	<i>Demostración RAM.....</i>	<i>26</i>
<i>D.1.2.5</i>	<i>Vida util de los trenes, sistemas y subsistemas.....</i>	<i>26</i>
<i>D.1.2.6</i>	<i>Apéndice 1 – Hoja de Calculo del plan de Mantenimiento</i>	<i>29</i>


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 

008729

D.1.2 INTRODUCCIÓN

La presente sección D.1.2 define lo que será presentado por AnsaldoBreda (en adelante AB) en la oferta de Metro Lima para lo relativo a la documentación RAM del vehículo.

En respuesta a lo solicitado por la "check list" de la Circular 50, Anexo 14, y TEO de Bases, se considera que las respuestas están representadas por los siguientes secciones:

- D.1.2.4: Plan RAM
- D.1.2.5: Vida útil para los principales sistemas y subsistemas del tren

Las frecuencias y las actividades de mantenimiento preventivo (consulte la secciones D.1.2.3) incluidas en la memoria de calculo en apéndice 1 de esta sección se han definido y calculado en base a la vida útil esperada de los equipos principales, con el objetivo de cumplir con el requisito contractual de la vida útil no inferior a 35 años ó 4.5 millones de kilómetros.

D.1.2.1 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

El documento de referencia es el "CONTRATO DE CONCESIÓN - CONCURSO DE PROYECTOS INTEGRALES PARA LA ENTREGA EN CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"; al que se añaden los varios Anexos y sucesivas Circulares.

D.1.2.2 PERFIL DE MISIÓN

El perfil de misión en el que se basan todos los análisis RAM es de 100.000 km/año ($\pm 10\%$) con un coeficiente de conversión km/h equivalente a 32; se debe subrayar que no es un dato de pliegue de condiciones sino que es una hipótesis de trabajo, basada en cálculos efectuados por el Integrador de Sistema, que mejor plantea los diferentes escenarios de desarrollo de los trazados y de la flota del material rodante.

D.1.2.3 PLAN DE MANTENIMIENTO

El Plan de Mantenimiento establece las actividades de Mantenimiento Preventivo, de 1º y 2º nivel, en una configuración de vehículo de 6 coches que realiza un trayecto anual que responda al perfil de misión conjeturado, en la sección D.1.2.2. Consideraciones para una configuración con 7 coches se podrán efectuar más adelante.

Las actividades de mantenimiento preventivo están articuladas en base a una trama descrita en la siguiente tabla, con la correspondencia entre km recorridos y tiempo calculada en base al perfil de misión indicado en el párrafo anterior:

Intervalo de mantenimiento (km)	Periodo correspondiente
8.333	1 mes
16.666	2 meses
33.332	4 meses
50.000	6 meses
100.000	12 meses
200.000	24 meses
300.000	36 meses
600.000	72 meses
800.000	96 meses
1.200.000	144 meses

D.1.2 - Vida útil de los trenes

008730

Las actividades previstas son tanto de 1º como de 2º nivel, donde las primeras se entienden efectuadas a bordo del vehículo y las segundas en taller.

A continuación, en apéndice 1, se incluye la memoria de cálculo en cuestión.

D.1.2.4 PLAN RAM

En esta sección se define el enfoque de AnsaldoBreda para el suministro de las actividades de confiabilidad y mantenibilidad del Vehículo Metro Lima.

En esta sección se tratará acerca del enfoque de AnsaldoBreda y de su organización para garantizar que se cumpla con los niveles de confiabilidad y mantenibilidad necesarios. Este documento se usará como punto de partida del Plan Programa de Confiabilidad que será presentado para su aprobación después de la adjudicación del Contrato.

El Plan RAM de AnsaldoBreda trata de lo siguiente:

- a) Objetivos del programa de confiabilidad;
- b) El programa de confiabilidad en el cual se describen las actividades, tareas específicas, fechas de inicio y finalización y la forma en que serán coordinadas e integradas con los principales objetivos del programa para las fases de diseño y prueba;
- c) La metodología de AnsaldoBreda para predecir el cumplimiento de los requisitos de confiabilidad especificados, que incluye la descripción de técnicas de diseño y análisis;
- d) La organización y el personal responsable de la gestión del programa de confiabilidad;
- e) Los controles de los subcontratistas de equipos y cómo se garantizará la conformidad;
- f) La definición de los puntos de enlace entre el programa de confiabilidad y otros programas estrechamente relacionados, como mantenibilidad, seguridad del sistema y desarrollo de los manuales;
- g) Pruebas de demostración para comprobar que se cumple con los requisitos de confiabilidad especificados.

D.1.2.4.1 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

AnsaldoBreda confirma que las actividades RAM propuestas son conformes a las siguientes normas de referencia según se cita en [R11].

D.1.2.4.1.1 NORMAS Y ESTÁNDARES QUE SERÁN APLICADOS AL VEHÍCULO QUE SE OFRECE

- [R1] EN 50126-1 "Aplicaciones ferroviarias – Especificación y demostración de Confiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad (RAMS). Parte 1: Requisitos básicos y procesos genéricos"
- [R2] EN 50126-2 "Aplicaciones ferroviarias – Especificación y demostración de Confiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad (RAMS). Parte 2: Guía para la aplicación de la norma EN50126-1 sobre seguridad"
- [R3] EN 50126-3 "Aplicaciones ferroviarias – Especificación y demostración de Confiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad (RAMS). Parte 3: Guía de aplicación de EN50126-1 para material rodante RAM"
- [R4] EN 50128 "Aplicaciones ferroviarias – Especificación y software para el Control ferroviario y Sistemas de protección"
- [R5] EN 50129 "Aplicaciones ferroviarias – Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento – Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización"
- [R6] NUREG 0492 Fault Tree Handbook (Manual del árbol de averías), 1981
- [R7] Manual DoD MIL 217F, Aviso 2, "Failure Rate Predictions" (Predicciones de la tasa de averías)
- [R8] (FMD) 1991 "Failure Mode Distribution" (Distribución del modo de averías)



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

D.1.2 - Vida útil de los trenes

008731

[R9] NPRD 2011 "Non electronic Parts Reliability Data" (Datos de Confiabilidad de Piezas no electrónicas)

[R10] 25. MIL-STD-472 "Maintainability Predictions" (Predicciones de Mantenibilidad)


D.1.2.4.1.2 DOCUMENTOS CONTRACTUALES DE REFERENCIA

[R11] "Contrato de concesión" - CONCURSO DE PROYECTOS INTEGRALES PARA LA ENTREGA EN CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

D.1.2.4.2 DEFINICIONES

AnsaldoBreda empleará las siguientes definiciones de confiabilidad, según lo indicado en [R11] :

Término	Definición
Accidente	Un acontecimiento o serie de acontecimientos no intencionados que pueden ocasionar la muerte, lesiones, la pérdida de un sistema o servicio o daños al medioambiente.
Distribución	Un proceso mediante el cual los elementos RAMS de este sistema se subdividen entre los varios elementos que forman parte del sistema para alcanzar objetivos individuales.
Evaluación	La realización de una investigación para llegar a un juicio, basado en factores reales, de la idoneidad de un producto.
Disponibilidad	Porcentaje de tiempo en el que un elemento de equipo o función está disponible para su uso.
Elementos críticos	Los elementos, cuyo malfuncionamiento puede influir de forma considerable en la seguridad, suceso operativo o en los costos de reparación/reemplazo. Los elementos críticos son: <ol style="list-style-type: none"> 1. Partes sensibles para la confiabilidad (es decir, tasas de averías altas que derivan de una experiencia histórica) 2. Fallas sistemáticas (fallas que ocasionan una pérdida total de la capacidad operativa) 3. Elementos con una vida útil limitada 4. Tecnologías nuevas 5. Proceso nuevo 6. Fuentes únicas
Contratista	Un contratista del proyecto Línea Roja, que incluye el operador, el proveedor de LRV, el proveedor del servicio de mantenimiento de LRV, el contratista SDAG, el contratista de Excavación de Túneles o el contratista de las Estaciones.
Detección	Un proceso para descubrir la existencia de fallas.
A prueba de fallas	Es un concepto incorporado en el diseño de un producto que, en caso de fallas, entra o hace que permanezca en un estado seguro.
Tasa de averías	Es la cantidad total de fallas o averías dentro de la población de un elemento, dividido por el tiempo total dedicado por esa población, durante un intervalo de medida especial en determinadas condiciones.
Análisis del árbol de averías	Análisis para establecer los modos de averías del sistema, subsistema o combinaciones de eventos externos, el resultado puede ser un modo de avería establecido del producto, presentado bajo la forma de árbol de averías.
Peligro	Una situación que puede ocasionar un accidente.
Mantenimiento pesado	Mantenimiento preventivo y correctivo, cambio de los componentes, reparación y refacción de los vehículos, que se lleva a cabo en intervalos de tiempo más largos y que incluye operaciones a fondo


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

D.1.2 - Vida útil de los trenes

008732

Término	Definición
Error humano	Una acción humana (error) que puede ocasionar una falla/comportamiento del sistema no intencionado.
Vida útil	Periodo de tiempo durante el cual los Vehículos son plenamente operativos y seguros en cuanto a estructura y componentes principales, a excepción de las partes desgastadas, y sin daños por fatiga de ningún elemento estructural.
Mantenimiento ligero	Inspección, mantenimiento preventivo y correctivo, cambio de los componentes y reparación de los vehículos, realizados de forma periódica.
Tiempo de retraso logístico	Tiempo que transcurre desde el momento en que se ha comunicado una falla al mantenedor hasta que ese mantenedor llegue a la obra con las herramientas y materiales necesarios para realizar la reparación.
Operador	La entidad designada por el Cliente para hacer funcionar el tren y el servicio de pasajeros de la Línea Roja.
Redundancia	Duplicación (o triplicación) del componente crítico de un sistema con la intención de aumentar la Confiabilidad, usualmente cuando se realiza un respaldo o prueba de fallas.
Confiabilidad	Probabilidad de que un elemento pueda realizar una función requerida bajo determinadas condiciones durante un intervalo de tiempo determinado.
Confiabilidad del servicio	Medida de la Confiabilidad de la ejecución del servicio (es decir, el porcentaje de trenes que cumplen con los horarios o con el criterio de retraso).
Confiabilidad de las funciones	Confiabilidad de una determinada función especificada de un sistema
Material rodante	La flota de vehículos adjudicada mediante esta licitación.
Posibilidad de prueba	Medida de la facilidad con la cual una unidad puede someterse a pruebas a fin de detectar y localizar fallas.
Nivel superior	El nivel más alto de averías dentro de un sistema o subsistema especial.
Composición de trenes	Dos vehículos acoplados para operaciones de ingresos.
Convalidación	Comprobación del equipo mediante un examen o prueba física.
Vehículo	Todos los vehículos adjudicados mediante esta licitación
Verificación	Confirmación mediante un análisis o examen teórico de esquemas o cálculos.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

D.1.2 - Vida útil de los trenes

008733

D.1.2.4.3 ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

AB	AnsaldoBreda
CSE/RAM	Dpto. de certificaciones y seguridad / rama RAM
FMECA	Efectos de los modos de averías y análisis de la criticidad
FTA	Análisis del árbol de averías
LCC	Costo del ciclo de vida
LRU	Unidad sustituible en línea
MTTR	Tiempo medio de reparación. Tiempo medio total que se emplea en reparar una avería que incluye MART y el tiempo de retraso logístico
RAMS	Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad
R&D	Investigación y desarrollo
R&M	Fiabilidad y Mantenibilidad

D.1.2.4.4 REQUISITOS DE FIABILIDAD Y MANTENIBILIDAD

D.1.2.4.4.1 PERFIL DE LA MISIÓN

Se ha definido el siguiente perfil de la misión como valor medio basado en la información del Integrador de Sistema:

Kilometraje medio anual por vehículo	100.000 km \pm 10%
Días operativos anuales	330 días/año
Horas operativas diarias	17 horas/día
MDBF/MTBF	17,80 km/h


D.1.2.4.4.2 REQUISITOS DE CONFIABILIDAD

AnsaldoBreda cumplirá con el objetivo de confiabilidad cualitativa que se requiere en [R11]:

- La vida útil se ha previsto de por lo menos de 35 años siempre que se cumple con el plan de mantenimiento, los ciclos de revisión previstas y el perfil de misión

Además, se definirán otros objetivos de confiabilidad del vehículo en las fases siguientes, según proceda.

D.1.2.4.5 GESTIÓN DE LA CONFIABILIDAD Y MANTENIBILIDAD


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL

D.1.2 - Vida útil de los trenes

Ansaldobreda tiene una experiencia probada en cuando a diseño, construcción, mantenimiento, gestión y funcionamiento de vehículos ferroviarios ligeros y pesados en Europa y Asia. Esta experiencia califica a Ansaldobreda para ofrecer y garantizar sistemas de garantía probados relacionados con la demanda de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad. El equipo de ingenieros y el personal de apoyo especializado en estas áreas de Ansaldobreda son muy competentes en lo que respecta a los procesos, métodos y todo lo que se requiere para los proyectos de transporte público metropolitano. El equipo tiene un historial comprobado de entrega de equipos y servicios ferroviarios altamente confiables.

Ansaldobreda suministrará un diseño que:

- Logra en casi todos los casos y bajo todas las condiciones de funcionamiento operaciones sin fallas;
- Reduce las operaciones de mantenimiento;
- Logra altos niveles de disponibilidad;
- Mejora los intervalos de mantenimiento de los componentes y de inspección;
- Garantiza un mantenimiento fácil de realizar.

Ansaldobreda garantiza que el nivel de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad que proporcionan los vehículos que se ofrecen cumple con los requisitos que se definen en [R11]. Las actividades de confiabilidad y mantenibilidad serán una parte integral y efectiva del proyecto general en cada fase, desde la fase de Diseño hasta la fase de Entrega.

El objetivo de las actividades de confiabilidad y mantenibilidad del proyecto es:

- Identificar las zonas críticas bajo los aspectos de R&M;
- Eliminar o controlar los problemas potenciales a través de un diseño apropiado;
- Realizar un control del rendimiento de R&M respecto a los objetivos contractuales.


El proceso del programa del proyecto R&M contiene los métodos, procedimientos, formas, rendimientos y objetivos que Ansaldobreda pretende adoptar para el proyecto del vehículo Metro Lima.

El proceso propuesto ha sido aplicado con éxito a varios proyectos de Transporte Público desarrollados previamente por Ansaldobreda. En él se incorporan todos los datos necesarios para determinar la conformidad del proyecto con los requisitos de R&M.

El Programa de Confiabilidad y Mantenibilidad tratará de lo siguiente:

- Objetivos del Programa de Confiabilidad y Mantenibilidad;
- Programa de Confiabilidad y Mantenibilidad;
- Estructura organizativa;
- Requisitos de Confiabilidad y Mantenibilidad;
- Modelo de Confiabilidad, Distribución;
- Análisis de Confiabilidad y Mantenibilidad;
- Monitoreo y control de los subproveedores;
- Exámenes de Confiabilidad y Mantenibilidad;
- Análisis del Informe de Fallas y del Sistema de Acciones Correctivas (FRACAS);
- Demostración de Confiabilidad y Mantenibilidad;

Los ingenieros de Confiabilidad de Ansaldobreda establecerán y mantendrán criterios de diseño de confiabilidad y directrices de diseño de confiabilidad detallados para el desarrollo del proyecto Metro Lima. A continuación se señalan los criterios relacionados con el enfoque de diseño de Ansaldobreda:


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

D.1.2 - Vida útil de los trenes

008735

- Eliminar los modos de averías sistemáticas;
- Reducir los esfuerzos que se aplican a las piezas y componentes por separado;
- Reducir los efectos de rendimiento de diseño a partir de la variación de parámetros (envejecimiento, deriva, acumulación de tolerancia);
- Adopción de una arquitectura de sistema apropiada para evitar o reducir las fallas indeseables;
- Se ha suministrado redundancia donde se necesita cumplir con los objetivos de confiabilidad;
- Se han empleado en lo posible circuitos estándares y probados para reducir los ajustes necesarios.

AnsaldoBreda garantizará que el diseño del vehículo y sus sistemas otorga la máxima importancia a los requisitos para el mantenimiento, localización de averías, desmontaje de los componentes, reparación e inspección, a fin de reducir las operaciones de mantenimiento y costos de materiales, la inactividad de los vehículos y la necesidad de personal especialmente entrenado o altamente calificado.

El enfoque del diseño de mantenibilidad de AnsaldoBreda es a partir del principio de que la mantenibilidad debe construirse en el equipo. Esto puede lograrse aplicando las siguientes claves y directrices generales de mantenibilidad del diseño:

- Distribución del equipo y sistemas en (LRU) aplicando técnicas de construcción modular. Para empezar con una estructura funcional, hacer módulos independientes que puedan separarse en lo que respecta al sistema eléctrico y mecánico;
- Desarrollar en lo posible módulos autocontenidos con poca profundidad secuencial. Asegurarse de que los módulos pueden separarse en cuando al sistema eléctrico y que pueden probarse por separado;
- Tener como objetivo la mayor estandarización de piezas, herramientas y equipos de prueba;
- Concebir procedimientos de funcionamiento y mantenimiento lo más simples posibles, teniendo en consideración la seguridad del personal;
- Planificar la asequibilidad considerando la frecuencia de las tareas de mantenimiento;
- Suministrar un modo de reemplazo rápido mediante técnicas de conexión/desconexión;
- Evitar instalaciones o conexiones defectuosas por manipulación mecánica, usando en lo posible conectores indirectos.

D.1.2.4.5.1 ORGANIZACIÓN DE CONFIABILIDAD Y MANTENIBILIDAD;

Los coordinadores del proyecto se encargan de las Unidades Business a través de la función de Gestión del Programa que se describe más adelante en esta sección.

AnsaldoBreda está dividida en tres (3) Unidades Business (BU), según el área de competencia:

1. BU MT (Transporte público): se encarga de la definición y desarrollo de los vehículos ferroviarios ligeros y Metro (pesados). Esta BU se encarga del proyecto Metro Lima. Las tareas de la BU de Transporte Público se definen mediante el procedimiento organizativo ABR_DO_148 de AB.
2. BU ML (Línea principal): se encarga de los trenes de alta velocidad y de los trenes/vehículos ferroviarios regionales e interregionales.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

D.1.2 - Vida útil de los trenes

008736

3. BU Service: se encarga de las actividades de servicio completo, modernización/actualización, ventas y gestión de repuestos; gestión de actividades de garantía y posventa.

La BU actúa como un cliente interno cuyas necesidades se cubren mediante una Función independiente que es la Unidad de Productos y Plataformas Estándares (SP&P).

En el caso de Metro Lima, la Business Unit es la BU de Transporte Público.

Los jefes de las respectivas BU MT y SP&P dependen directamente del Gerente General (CEO) para asegurarse de que la independencia jerárquica está a niveles de gestión superior.

Las tareas principales de la **Gestión del Programa** BU MT son:

- Autorización y gestión de los cambios de proyecto a causa de necesidades internas o solicitudes específicas del cliente;
- Gestión de la documentación necesaria para la fase de entrega y puesta en servicio, garantizando el cumplimiento de los programas de entrega.

La Unidad SP&P está dividida en las siguientes secciones:

- **R&D**
- Industrialización
- **Certificación y seguridad**
- Cadena de suministro
- Verificación
- Fabricación

Los principales actores de la organización AnsaldoBreda que se encargan de la gestión RAM se resumen en el siguiente organigrama (ref. Figura 1 - AnsaldoBreda Organigrama) y se describen en los párrafos siguientes.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

008737

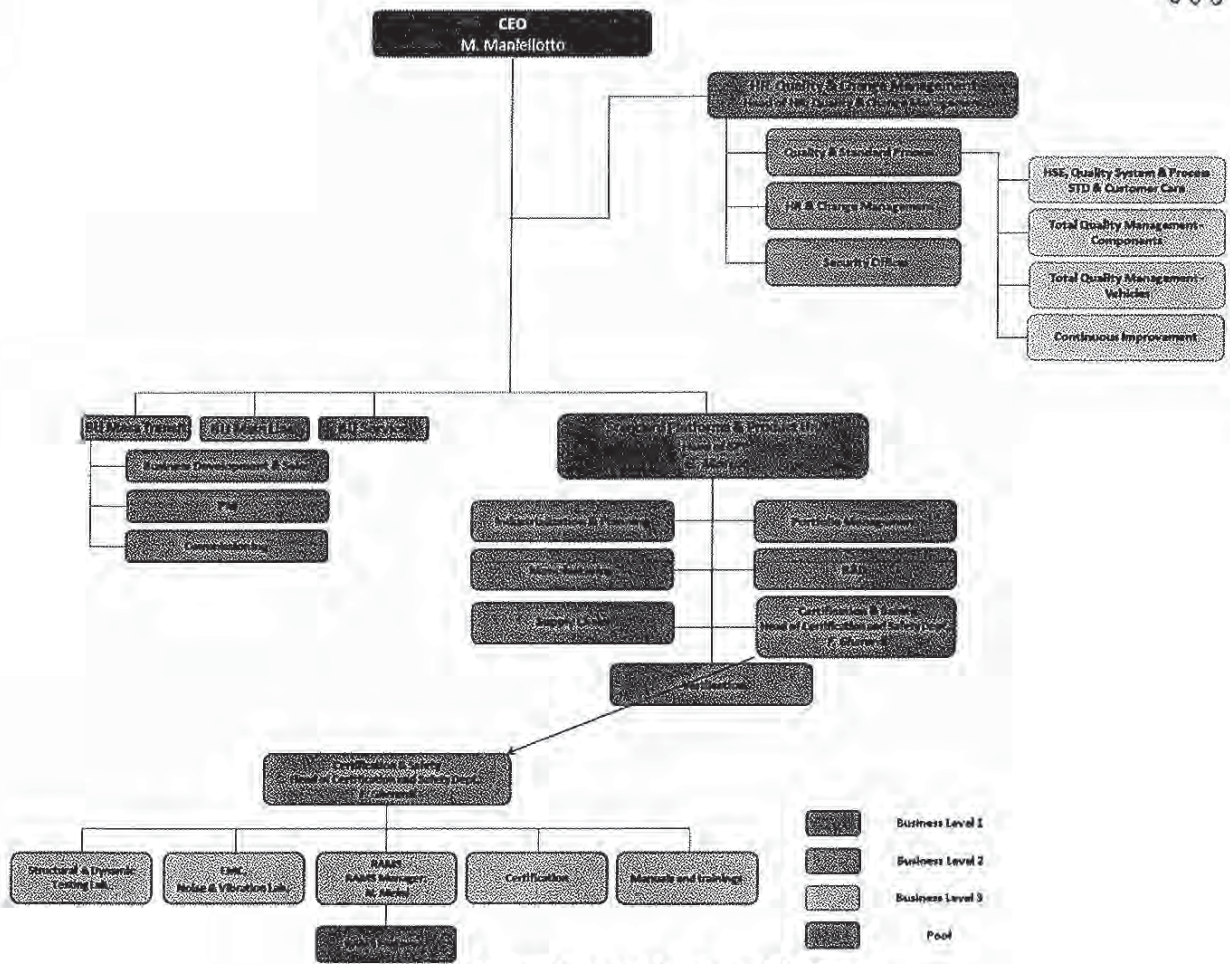


Figura 1 - Organigrama de AnsaldoBreda

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUARI BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

El objetivo del Proceso RAM de AB es entregar productos que cumplen con los requisitos de confiabilidad correspondientes.

Los departamentos que participan son R&D, que se encarga del desarrollo del diseño, y CSE/RAM, que se encarga de las actividades RAM pertinentes para el diseño. Como se muestra en la figura, el departamento de Certificación y Seguridad cuenta con una sección especial que cubre los aspectos de seguridad y RAM denominada "departamento RAMS" cuyo jefe es el Gerente de RAM y Seguridad.

El departamento RAMS se encarga de definir y convalidar los requisitos de seguridad y confiabilidad (cualitativos y cuantitativos) durante el desarrollo del proyecto, según la norma EN50126, mientras que las medidas de diseño que tratan de los requisitos de confiabilidad y seguridad, están a cargo de PE (según el procedimiento interno OMV IO 001 de AB). Las tareas del departamento de Certificación y Seguridad están reglamentadas por el procedimiento organizativo ABR DO 169 de AB.

El departamento RAMS está bajo la responsabilidad del Gerente de RAM y Seguridad, el Gerente de RAM y Seguridad opera, en cada proyecto, a través del Ingeniero RAM cuyas tareas específicas se describen en la sección siguiente 3.2.2.

La Rama RAMS del departamento CSE se encarga de cubrir los aspectos de RAMS del proyecto. Se encarga de cerciorarse de que se han definido y realizado las actividades de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad (así como las actividades de seguridad) durante el todo ciclo de vida del proyecto. Especialmente:


Durante la fase de Licitación:

- Identifica los requisitos RAM estándares y contractuales;
- Lleva a cabo el Plan RAM y el análisis RAM de la licitación (si fuera necesario, según las especificaciones técnicas).
- Coordina las actividades LCC con la BU de Servicio, Cadena de Suministro y Ventas.

Durante las Ufases de Diseño del ProyectoU

- Comprueba que todos los requisitos RAM han sido identificados y son correctos en lo que respecta al suministro tanto de componentes de marca como componentes/subsistemas de proveedores externos. Esta actividad se realiza junto con el departamento R&D.
- Transfiere los análisis de distribución de RAM y el Plan de Mantenimiento Preliminar a R&D
- Define el Plan R&M para la gestión de las actividades RAM durante el desarrollo del proyecto hasta la convalidación completa del vehículo.
- Recibe la documentación necesaria del R&D para el desarrollo del análisis RAM.
- Recibe las pruebas necesarias del R&D para comprobar que se cumple con los requisitos RAM.
- Desarrolla los análisis RAM a nivel de Vehículo con la contribución de los análisis realizados por el subproveedor
- Proporciona a R&D la posible información necesaria para los cambios de diseño a fin de cumplir con los requisitos.

La unidad RAMS del departamento de Certificación y Seguridad está bajo la responsabilidad del Gerente de RAMS; el Gerente de RAMS opera en cada proyecto a través del Ingeniero de RAM y Seguridad, cuyas tareas específicas se describen a continuación:


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



D.1.2 - Vida útil de los trenes

008739

D.1.2.4.5.1.1 Responsabilidades del Ingeniero de RAM

El Ingeniero RAM participa plenamente en todas las fases del ciclo de vida del proyecto y se encarga de:

- Describir/definir los requisitos RAM
- Situar los requisitos RAM en el Vehículo y a los Subproveedores
- Realizar los análisis RAM y la documentación de apoyo relacionada con el Vehículo
- Revisar y actualizar los documentos RAM;
- Participar en las reuniones de gestión RAM
- Coordinar todas las actividades RAM de los subproveedores y realizar una examen RAM de los diseños de los subproveedores
- Proporcionar un especialista RAM a la organización del subcontratista como interlocutor oficial;
- Controlar e identificar los factores/acontecimientos que puedan influir en las bases RAM que se han diseñado;
- Revisar los cambios propuestos que puedan influir materialmente en las características RAM del proyecto, como parte del proceso de control de cambio formal
- Verificar el cumplimiento de los requisitos RAM (a través de análisis RAM)
- Mantener una comunicación regular con el Gerente del Sistema RAM.

D.1.2.4.5.1.2 Gerente del vehículo RAM

El Gerente RAM se encarga de la supervisión de las actividades del Ingeniero RAM durante el ciclo de vida completo del proyecto. Sus principales tareas son:

- Revisar y presentar los documentos redactados por los Ingenieros RAM
- Reconocer todas las cuestiones RAM que se hayan suscitado en el proyecto
- Gestión de las cuestiones RAM a un nivel más alto
- Comunicación con el Gerente de Sistema RAM para la toma de decisiones a un nivel más alto

D.1.2.4.5.1.3 Gestión y control del programa RAM

El ingeniero RAM debe llevar a cabo las siguientes actividades para la gestión y control de la implementación del programa RAM que se resume en este documento:

- Comprobar que se han implementado los requisitos RAM en los documentos técnicos;
- Controlar los documentos RAM de los subproveedores
- Notificar al Gerente de Proyecto toda irregularidad relacionada con los aspectos RAM de los subproveedores
- Participar en la revisión del diseño en todo lo relacionado con los aspectos RAM;
- Notificar los posibles cambios de diseño que sean necesarios para cumplir con los requisitos RAM;
- Participar en las reuniones periódicas realizadas por el Gerente del Sistema RAMS;
- Realizar los análisis RAM, a nivel de Vehículo, para evaluar si se han cumplido los requisitos;

D.1.2.4.5.1.4 Gestión y control de los subcontratistas

Ansaldobreda es consciente de que el comportamiento RAM general de los vehículos requiere una supervisión constante de las actividades del contratista.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

f

D.1.2 - Vida útil de los trenes

008740

Durante la fase preliminar de diseño del proyecto, AB, representada por el Ingeniero RAM, define los requisitos y actividades RAM que tienen que cumplir los subcontratistas. Todos los subcontratistas están obligados por contrato a alcanzar los objetivos RAM y los demás parámetros de diseño.

Durante las fases de proyecto, AB suele monitorear y controlar las actividades realizadas por los subcontratistas mediante:

- Reuniones *Ad hoc* acerca de los documentos relacionados con RAM de los subcontratistas,
- La participación en los exámenes del diseño de los subcontratistas,
- La solicitud de documentos periódicos relacionados con lo solicitado a AnsaldoBreda por las autoridades, según un programa anticipado de forma adecuada, poniendo de relieve los posibles problemas de los subsistemas y/o las condiciones peligrosas;
- la auditoría de los proveedores (realizada por la organización de Calidad AB mediante el proceso de calificación de proveedores).

El Ingeniero RAM examina los documentos RAM de los subproveedores hasta que tales documentos se aprueban por las autoridades competentes.

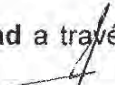

D.1.2.4.6 PROGRAMA DE CONFIABILIDAD Y MANTENIBILIDAD

Este párrafo trata de las actividades que serán desarrolladas durante el ciclo de vida completo del Vehículo para definir y evaluar los requisitos R&M. Tales actividades son conformes a X[R11]X y EN 50126.

Este objetivo puede cumplirse planificando las actividades R&M necesarias para:

- cerciorarse de que los criterios de diseño R&M se han implementado de forma adecuada en las diferentes fases de diseño del proyecto;
- cerciorarse de que las características R&M se incorporan en el proyecto de forma oportuna y rentable;
- cerciorarse de que se evalúan todas las soluciones R&M de mejoras en el desarrollo del diseño del proyecto y que se cumplen con todos los requisitos R&M.
- cerciorarse de que la estrategia es consecuente con la Gestión R&M de sistema;
- Establecer un enfoque sistemático para asegurarse de que los problemas relacionados con el objetivo de trabajo de cada subcontratista se identifican, se siguen, se evalúan y se eliminan o reducen a un nivel aceptable a lo largo del ciclo de vida completo de los trenes, y que las acciones que se toman para eliminar o reducir los problemas a un nivel aceptable se documentan;
- Asegurarse de que las acciones para mejorar las características R&M se reducen a través de una inclusión oportuna de las características R&M durante el diseño y desarrollo del tren;
- Asegurarse de que los cambios de los requisitos de diseño, configuración o misión se realizan de modo que mantengan un nivel de disponibilidad aceptable;
- Proporcionar el apoyo necesario para realizar el programa del sistema R&M;
- Evaluar los posibles cambios de diseño que influyen en las características de confiabilidad.

En el diagrama de proceso siguiente se ilustran las actividades **RAM y Seguridad** a través de todas las fases de diseño:


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 

008741

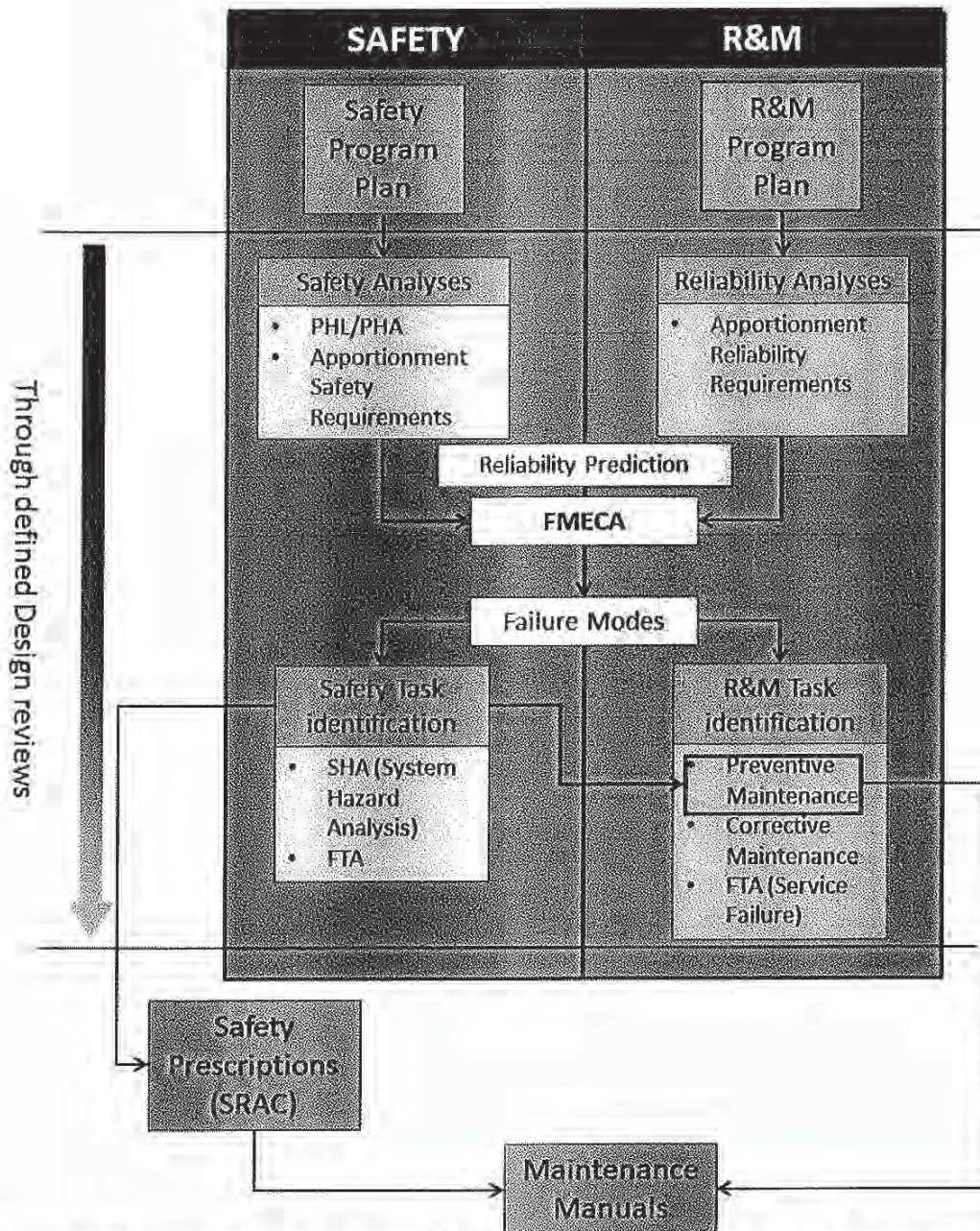


Figura 2: Proceso de actividades RAMS a través del ciclo de vida de diseño

Predicción de Confiabilidad, que incluye la descomposición en LRUs, proporciona los datos básicos para el desarrollo FMECA. El análisis FMECA, cuyo alcance y planeamiento está dentro del Plan RAM debe considerarse como un enlace transversal entre el análisis RAM y de Seguridad puesto que su objetivo es proporcionar, en su sección "Críticidad", pruebas tanto en lo que respecta a la Confiabilidad como a la Seguridad. Los resultados de las actividades de Confiabilidad y Seguridad en cuanto al "Plan de Mantenimiento Preventivo" y a las prescripciones de Seguridad serán aportados en los Manuales de Mantenimiento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASARE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

D.1.2 - Vida útil de los trenes

008742

D.1.2.4.6.1 CICLO DE VIDA DEL PROYECTO DEL VEHÍCULO

En el presente capítulo se describen las actividades y métodos que AB adopta, mediante una organización desplegada, según se muestra en el apartado 6.1, para cumplir con los requisitos de confiabilidad definidos.

La gestión de las actividades RAM a través de un proceso basado en un ciclo de vida de sistema permite identificar todos los requisitos RAM a nivel de sistema/subsistema de forma consecuyente.


El ciclo de vida del sistema es una secuencia de fases que consta de tareas que cubren toda la vida útil de un sistema, desde el concepto inicial hasta el desmantelamiento y la eliminación. El ciclo de vida útil proporciona una estructura para la planificación, gestión, control y monitoreo de todos los aspectos de un sistema, que comprende RAM, a medida que el sistema avanza a través de las fases, a fin de entregar un producto apropiado con un precio apropiado y dentro de los plazos estipulados.

AB ha establecido las siguientes fases para los proyectos, después se aplican al proyecto de Metro Lima:

FASE DEL CICLO DE VIDA ÚTIL
Diseño conceptual (propuesta de oferta)
Diseño preliminar
Diseño intermedio
Diseño final
Fabricación
Prueba y verificación

Tabla 5 - Fases del ciclo de vida útil

La relación entre las varias definiciones de las fases del ciclo de vida útil se explicará también en el documento SPP a fin de documentar la sincronización entre las actividades de seguridad, los documentos pertinentes suministrados y las actividades de diseño.


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



FASES DEL CICLO DE VIDA ÚTIL	
EN 50126	AB
1. Concepto	Diseño conceptual (propuesta de oferta)
2. Definición del sistema y condiciones de uso	Diseño preliminar
3. Análisis de riesgo	
4. Requisitos del sistema	
5. Distribución de los requisitos del sistema	
6. Diseño e implementación	
7. Fabricación	Diseño intermedio
	Diseño final
8. Instalación	Fabricación
9. Convalidación del sistema (incluye la aceptación de la Seguridad y la Puesta en servicio)	
10. Aceptación del sistema	
	Prueba y verificación

Tabla 6: Metro Lima – Fases del ciclo de vida útil

D.1.2.4.6.1.1 Fase 1 - Concepto, fase 2 – Definición del sistema

Estas son las fases inicial del proyecto. En estas fases se reciben y analizan las especificaciones técnicas del cliente y se presentan los documentos preliminares R&M para la propuesta de oferta.

D.1.2.4.6.1.2 Fase 3 – Análisis del riesgo

No se ha previsto ninguna tarea RAM en esta fase. En esta fase se lleva a cabo el Análisis Preliminar de Seguridad (PHA), como se indica en el Plan de Seguridad.

D.1.2.4.6.1.3 Fase 4 – Requisitos del sistema, Fase 5 – Distribución de los requisitos del sistema

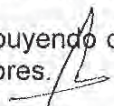

Estas fases de EN50126 representan la primera fase de diseño, denominada también "Diseño Preliminar". En esta fase se definen los conceptos de diseño y se finaliza la configuración básica del proyecto.

Esta fase cumple la fase de Definición de Requisitos prevista por los estándares: las actividades R&M de esta fase están relacionadas con la identificación de los requisitos R&M y la definición del Plan del Programa R&M.

En esta fase, se distribuyen los requisitos de los subsistemas del vehículo contribuyendo de esta manera a la definición de las especificaciones de los requisitos de los subproveedores.

Durante esta fase se realizan los siguientes análisis preliminares R&M:

- Distribución de los requisitos R&M


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

D.1.2 - Vida útil de los trenes

008744

D.1.2.4.6.1.4 Fase 6 – Diseño e implementación

La segunda fase de diseño se denomina "Diseño Intermediario". En esta fase, se actualizan los documentos preliminares de diseño según el resultado de las discusiones durante la fase PD, entre disciplinas diferentes (puntos de enlace internos y externos que incluyen los puntos de enlace con los contratistas de obras civiles), discusión o comentarios recibidos de las autoridades/clientes o solamente como resultado del proceso de diseño, estará disponible nueva información o más detalles.

Durante la fase de diseño intermedia o final se llevan a cabo los siguientes análisis R&M:

- Análisis de confiabilidad
- Análisis de mantenimiento

En el apartado 5 se proporciona una breve descripción de cada actividad.

D.1.2.4.6.1.5 Fase 7 – Fabricación, 8 . Instalación

En estas fases, las actividades R&M constan de la revisión y actualización de los documentos R&M que se han presentado en las fases previas, si procede.

Se lleva a cabo lo siguiente:

- Plan de Prueba de Confiabilidad y Plan de Demostración de Mantenibilidad

D.1.2.4.6.1.6 Fase 9 – Convalidación del sistema – Fase 10 – Aceptación del sistema

En estas fases está prevista la realización de la pruebas de R&M.



Si, por los análisis R&M que se han realizado en las fases previas, se produjeran irregularidades, se presenta una solicitud de cambio de diseño y, como consecuencia, se actualizan los análisis R&M.

D.1.2.4.6.2 PLANIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES R&M Y DOCUMENTOS QUE HAY QUE ENTREGAR

Los documentos R&M se manejan según las instrucciones que contiene el presente documento.

En la tabla siguiente se resumen los documentos R&M que serán elaborados por el equipo RAMS de AB, junto con los documentos necesarios correspondientes, según las fases de ciclo de vida de EN50126

FASE DEL CICLO DE VIDA	DEL DE	ENTRADA	Tareas relacionadas con la fase	RAM con la	Actividades específicas de AB y documentación que hay que suministrar
1.	Diseño conceptual	▪ [R11]	Exámenes realizados previamente	Rendimiento RAM	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de las especificaciones técnicas: Análisis de los requisitos R&M; Emisión de los documentos R&M preliminares. <p>Elaboración de los documentos RAM de la oferta</p>


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 

D.1.2 - Vida útil de los trenes

008745

FASE DEL CICLO DE VIDA	ENTRADA	Tareas relacionadas con la fase	RAM con la fase	Actividades específicas de AB y documentación que hay que suministrar
2. Definición del sistema y condiciones de uso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ [R11] ▪ Características preliminares de diseño del vehículo y condiciones de uso 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluar los datos RAM de las experiencias previas ▪ Realizar un análisis preliminar RAM ▪ Establecer la política RAM ▪ Identificar las condiciones de optimización y mantenimiento a largo plazo ▪ Describir cómo influyen en el RAM las limitaciones de las infraestructuras actuales 		<ul style="list-style-type: none"> • Planificación de las actividades R&M <p style="text-align: center;">Desarrollo del Plan del Programa R&M</p>
3. Análisis de riesgo	No se ha previsto ninguna tarea RAM en esta fase	No se ha previsto ninguna tarea RAM en esta fase		No se ha previsto ninguna tarea RAM en esta fase
4. Requisitos del sistema	<ul style="list-style-type: none"> ▪ [R11] ▪ Características preliminares de diseño del vehículo y condiciones de uso 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Especificar los requisitos RAM del sistema (generales) ▪ Definir los criterios de aceptación RAM (generales) ▪ Definir la estructura funcional del sistema ▪ Establecer el Programa RAM ▪ Establecer la Gestión RAM 		<ul style="list-style-type: none"> • Identificación y distribución de los requisitos R&M • Análisis preliminar de las averías de funcionamiento del vehículo y confiabilidad • Desarrollo de la distribución de Confiabilidad • Emisión de las directrices RAMS para los subproveedores • Emisión de las especificaciones técnicas RAMS/LCC para los subproveedores
5. Distribución de los requisitos del sistema	<ul style="list-style-type: none"> ▪ [R11] ▪ Características preliminares de diseño del vehículo y condiciones de uso 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Especificar los requisitos RAM de los componentes y subsistema ▪ Definir los criterios RAM de aceptación del subsistema y de los componentes 		


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 

D.1.2 - Vida útil de los trenes

008746

FASE DEL CICLO DE VIDA	ENTRADA	Tareas relacionadas con la fase	RAM con la	Actividades específicas de AB y documentación que hay que suministrar
6. Diseño e implementación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análisis R&M de los subproveedores ▪ Documentos de diseño del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Implementar el programa mediante la Revisión, Análisis, Prueba y Evaluación de datos, que cubre: <ul style="list-style-type: none"> - Confiabilidad y Disponibilidad - Mantenimiento y Mantenibilidad - Políticas ideales de mantenimiento - Apoyo logístico ○ Establecer el Control del Programa, que cubre: <ul style="list-style-type: none"> - Gestión del Programa RAM - Control de los subcontratistas y proveedores 	<ul style="list-style-type: none"> ○ RAM 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de confiabilidad que incluye: <ul style="list-style-type: none"> ○ Predicción de confiabilidad y averías de funcionamiento del vehículo; ○ FMECA; ○ Modelo y predicción de la confiabilidad de la misión (FTA), ○ Lista de elementos críticos para la confiabilidad • Análisis de mantenibilidad que incluye: <ul style="list-style-type: none"> ○ Análisis de mantenimiento preventivo y Plan de Mantenimiento ○ Análisis de mantenimiento correctivo
7. Fabricación		<ul style="list-style-type: none"> ○ Realizar la prueba de estrés medioambiental ○ Realizar la prueba de mejoras RAM ○ Empezar el informe de fallas y Sistema de acciones correctivas (FRACAS); 		<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de los documentos R&M en caso de cambios de diseño que puedan influir en la seguridad, confiabilidad y mantenibilidad
8. Instalación		<ul style="list-style-type: none"> ○ Empezar el Entrenamiento del Mantenedor ○ Establecer la provisión de repuestos y herramientas 	<ul style="list-style-type: none"> ○ el ○ la ○ y 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración del Plan de prueba de demostración de Mantenibilidad y Plan de Prueba de Confiabilidad




 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUÁN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 

D.1.2 - Vida útil de los trenes

008747

FASE DEL CICLO DE VIDA	DEL DE ENTRADA	Tareas relacionadas con la fase	RAM con la fase	Actividades específicas de AB y documentación que hay que suministrar
9. Convalidación del sistema		<ul style="list-style-type: none"> o Realizar una demostración RAM 		<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la prueba R&M • Actualización de los análisis R&M en caso de cambios de diseño que puedan influir en la seguridad, confiabilidad y mantenibilidad; • Solicitud de los cambios de diseño, si los hubiera, desde el aspecto R&M
10. Aceptación del sistema		<ul style="list-style-type: none"> • Recolección de las posibles irregularidades respecto a los requisitos (desde el punto de vista R&M) para identificar las acciones correctivas necesarias 		<ul style="list-style-type: none"> • Informe de la Prueba de Demostración de Mantenibilidad • Informe de la Prueba de Confiabilidad

Tabla 7: Fases del proyecto, actividades y documentos de AB


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 

D.1.2 - Vida útil de los trenes

D.1.2.4.7 ACTUALIZACIÓN DEL PLAN RAM

008748

Este Plan RAM debe actualizarse a lo largo de todas las fases del proyecto de modo que refleje la planificación necesaria para las actividades de ciclo de vida actuales y futuras, según lo requerido por el Plan Integrador del Sistema o según sea necesario en cualquier otro caso (por ejemplo, cambios significativos en la organización, cambios significativos en el programa de actividades, etc.).

D.1.2.4.8 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES RAM

Este capítulo muestra las actividades relacionadas con RAM del sistema y subsistema que AB desarrollará a lo largo del ciclo de vida del sistema de conformidad con [R11]

En esta sección se describen las actividades RAM en detalle.

D.1.2.4.8.1 PLANIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES RAM

El objetivo principal de la planificación RAM es establecer y planificar las actividades técnicas RAM (Confiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad) que serán llevadas a cabo durante el ciclo de vida del proyecto Metro Lima para garantizar que se consiguen los objetivos RAM.

Las actividades planificadas se reproducen en la Tabla 5.

Pruebas documentadas principales:

Plan del Programa RAM.

D.1.2.4.8.2 DESCRIPCIÓN DE LOS REQUISITOS DE CONFIABILIDAD Y MANTENIBILIDAD

Mediante esta actividad se describen los requisitos R&M por vehículo, subsistemas de vehículo y las funciones para cumplir con los objetivos R&M.

Especialmente, durante esta actividad se identifica la siguiente información:

- Requisitos R&M detallados por Vehículo, Subsistemas y Funciones
- Misión del vehículo y perfil de la misión
- Descripción de las funciones básicas del subsistema del vehículo y de los montajes
- Descripción, para cada conjunto y/o componentes, de todos los modos de averías principales que pueden influir en el rendimiento del subsistema.
- Distribución de los requisitos R&M para el conjunto/equipo
- Emisión de las directrices R&M.

Pruebas documentadas principales:

Especificaciones técnicas RAMS de los subsistemas;
 Directriz RAMS.

D.1.2.4.8.3 AVERÍAS DE FUNCIONAMIENTO DEL VEHÍCULO

La estructura física del Vehículo se representa como una estructura de escalera de arriba hacia abajo con una desagregación hasta el nivel LRU (Unidad sustituible en línea). Esta estructura, que puede actualizarse y/o revisarse durante el desarrollo del proyecto en función de la fase de vida del servicio, es en cualquier caso una referencia para los análisis RAM subsiguientes.

Pruebas documentadas principales:

Documento de Análisis de la Confiabilidad

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL




D.1.2.4.8.4 ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD-DISPONIBILIDAD-MANTENIBILIDAD (RAM)

AnsaldoBreda tiene una experiencia probada en el diseño, construcción, mantenimiento, gestión y funcionamiento de los sistemas ferroviarios de Transporte Público. Esta experiencia

D.1.2 - Vida útil de los trenes

008749

permite garantizar sistemas probados de garantía relacionados con la demanda de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.

Las actividades de confiabilidad y mantenibilidad forman parte integrante y efectiva del proyecto general a lo largo de cada fase, desde la fase de Diseño hasta la fase de Entrega.

El objetivo del apoyo al proyecto de Confiabilidad y Mantenibilidad es:

- Reconocer las zonas críticas bajo los aspectos RAM;
- Eliminar o controlar los problemas potenciales a través de un diseño apropiado;
- Realizar un control del rendimiento RAM con respecto a los objetivos contractuales.

El proceso del programa del proyecto R&M contiene los métodos (procedimientos, formas y rendimientos) y objetivos que AnsaldoBreda pretende adoptar para el proyecto del vehículo Metro Lima. El proceso RAM que será implementado, ha sido aplicado con suceso en varios proyectos de vehículos Metro desarrollados previamente por AnsaldoBreda.

AnsaldoBreda garantizará que el diseño del vehículo y de sus sistemas otorgue la mayor importancia a los requisitos para el mantenimiento, localización de averías, desmontaje de componentes, reparación e inspección, a fin de reducir las operaciones de mantenimiento y costos de materiales, la inactividad de los vehículos de pasajeros y la necesidad de personal especialmente entrenado o altamente calificado.

D.1.2.4.8.4.1 Predicción de confiabilidad y Predicción de Confiabilidad de la Misión:

Los ingenieros de confiabilidad establecerán y mantendrán un criterio de diseño detallado de confiabilidad así como directrices de diseño detalladas de confiabilidad para el desarrollo de los sistemas ferroviarios.

Los análisis de confiabilidad se realizan para examinar las averías de los componentes del vehículo que afectan la consecución de los requisitos de confiabilidad del vehículo como se indica en el capítulo D.1.2.4.4.2.

El resultado de este análisis son predicciones de confiabilidad básica y confiabilidad del servicio, valores que hay que comparar con los requisitos.

El objetivo de la predicción es establecer la confiabilidad de los componentes y conjuntos de primer nivel haciendo uso de la información contenida en los documentos del proyecto así como de los datos estadísticos que se obtienen como resultado del comportamiento en movimiento bajo condiciones similares.

Las predicciones de confiabilidad tendrán en consideración la confiabilidad básica (es decir, determinar las tasas de averías de todos los componentes, sin considerar sus efectos en la misión) y la confiabilidad de la misión (es decir, determinar solamente la tasa de averías de los componentes que causan que la misión fracase).

Pruebas documentadas principales:

Documento de Análisis de la Confiabilidad


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN CASARE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 

D.1.2.4.8.4.2 Análisis del árbol de averías

El análisis del Árbol de Averías (FTA) es el modelo de confiabilidad que se usa para determinar la probabilidad de que se produzcan acontecimientos relacionados con las categorías de fallas con un impacto en la confiabilidad de la misión. Empezando por el análisis de la arquitectura de los sistemas, la configuración de redundancia y la gestión de las averías de funcionamiento, el análisis FTA permite determinar los índices de probabilidad de que se produzcan averías sistemáticas (averías en un solo punto) y los índices de

D.1.2 - Vida útil de los trenes

008750

probabilidad de que se produzcan acontecimientos combinados que puedan tener un impacto en la misión diaria del vehículo.

Este enfoque se utiliza porque FTA es una técnica estándar que permite poner de relieve las relaciones lógicas y funcionales entre aquellos componentes del sistema que si se dañan pueden tener un impacto en la misión del vehículo (Acontecimiento Principal); el análisis permite además cuantificar la probabilidad de que se produzcan estos acontecimientos.

El procedimiento para ejecutar el FTA consta de los siguientes pasos:

- Definición del sistema y del perfil de la misión,
- Definición del Acontecimiento Principal,
- Definición del modelo de confiabilidad y determinación del modelo matemático de resolución,
- Evaluación de la probabilidad de acontecimientos primarios,
- Cálculo de la confiabilidad del sistema mediante la resolución del modelo matemático.

El sistema se considerará constituido por todos los conjuntos (bajo la responsabilidad de AB) que se necesitan para el funcionamiento normal del vehículo.

Pruebas documentadas principales:

Documento de Análisis de la Confiabilidad

D.1.2.4.8.4.3 Análisis FMECA

El análisis FMECA sigue un enfoque de acción desde la base para investigar los efectos de cada avería en el funcionamiento del sistema. FMECA será desarrollado conforme a MIL STD 1629A.

Pruebas documentadas principales:

Documento de Análisis de la Confiabilidad

D.1.2.4.8.4.4 Análisis de mantenibilidad

El análisis de mantenimiento AnsaldoBreda se lleva a cabo teniendo en consideración la filosofía de mantenimiento denominada "enfoque por componentes"; esta filosofía permite reducir los periodos de inactividad del vehículo, aumentando de esta manera la disponibilidad:

- **Mantenimiento programado:** Los componentes que hay que reemplazar/poner a punto al final de su vida útil se reemplazan por componentes nuevos/puestos a punto; los componentes reemplazados se ponen a punto en el banco del taller, reduciendo por tanto el tiempo de inmovilidad del vehículo exclusivamente al tiempo de retiro/cambio del componente;
- **Para el mantenimiento de las condiciones:** Cambiar el componente cuando se espera que se produzca una avería (incluye control directo, inspecciones visuales, pruebas, otros);
- **Mantenimiento correctivo:** consta de todas las actividades de mantenimiento que se llevan a cabo tras haber reconocido una avería y su objetivo es poner un elemento en un estado en el cual pueda realizar su función. Garantía de diseño y disposición de los equipos, a través del dispositivo correspondiente de software y hardware, posibilidad de prueba lista, localización de averías rápida y pruebas consecuentes con MTTR para mejorar las etapas de gestión de averías y reducir el tiempo de inactividad del vehículo.

El análisis de mantenibilidad que será realizado durante el proyecto Metro Lima será el siguiente:

- Análisis de mantenimiento preventivo;

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



D.1.2 - Vida útil de los trenes

008751

- Análisis de mantenimiento correctivo;

Al realizar las operaciones de mantenimiento en el vehículo, se tendrá en consideración el enfoque que se ha seguido en vehículos similares, como referencia.

D.1.2.4.8.4.5 Análisis de mantenimiento preventivo y Plan de Mantenimiento

El Mantenimiento Preventivo del vehículo y de sus subconjuntos contiene las actividades de mantenimiento que hay que llevar a cabo en intervalos programados a fin de reducir en lo posible las operaciones de mantenimiento, el tiempo de inactividad del vehículo y la necesidad de herramientas especiales y personal altamente calificado.

El mantenimiento preventivo permite garantizar la confiabilidad del vehículo y las características de seguridad así como reducir la degradación del elemento cambiando los componentes desgastados para evitar que se produzcan averías y/o condiciones peligrosas.

En cuanto a los equipos cuyas prestaciones y características de confiabilidad pueden degradarse con el tiempo, deben tomarse medidas regulares para verificar el estado del sistema o restaurar las características originales antes mencionadas.

El Plan de Mantenimiento Preventivo, para cada tarea de mantenimiento, incluye:

1. Descripción de la tarea
2. Frecuencia de la tarea
3. Tiempo de ejecución
4. Equipo de prueba, herramientas e instalaciones necesarias
5. Personal y nivel de capacitación

Para definir el plan de mantenimiento preventivo, se consideran los siguientes factores:

- Vida de servicio del elemento considerado y distribución de tiempo de los varios estados de funcionamiento;
- Condiciones del entorno de instalación.

Las operaciones de mantenimiento preventivas están divididas en tipos diferentes, por ejemplo:

- Inspección, limpieza, desengrase;
- Reposición/relleno y reemplazo de consumibles (por ejemplo, aceite lubricante);
- Medidas, pruebas;
- Ajustes.

Se especifican las operaciones de mantenimiento preventivas aplicables para cada pieza del equipo así como los procedimientos que hay que implementar para llevar a cabo las operaciones correctamente y de la manera más rápida posible.

En los documentos del Manual de Mantenimiento se incluirán los manuales e instrucciones detalladas para cada tarea.



Los intervalos de mantenimiento programados serán definidos según los intervalos de tiempo o kilometraje.

Puestas a punto

Las actividades de puesta a punto serán planificadas según la vida útil de servicio normal de estos sistemas considerando características intrínsecas como los materiales de degradación, frecuencia de averías, degradación del rendimiento mecánico y eléctrico.

Pruebas documentadas principales:

Análisis de mantenimiento preventivo y Plan de Mantenimiento


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 

D.1.2 - Vida útil de los trenes

008752

D.1.2.4.8.4.6 Análisis de mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo está relacionado con todas las actividades de mantenimiento que hay que realizar tras haber descubierto una avería. La finalidad del análisis es poner el elemento defectuoso en un estado en el cual pueda realizar su función.

Los intervalos de tiempo técnicos de mantenimiento serán evaluados para cada LRU o subconjunto (tiempos activos para la búsqueda de averías y reemplazo/reparación) suponiendo recursos infinitos y la disponibilidad inmediata de repuestos, equipos y situaciones de trabajo.

Los análisis de mantenimiento correctivo están relacionados estrechamente con los análisis de confiabilidad puesto que están basados, por cada LRU, en los modos de averías. El análisis se limita a un mantenimiento de primer nivel: desmontar – reemplazar una unidad en línea.

El intervalo de tiempo medio para reparar todo el subsistema se calcula como promedio ponderado de los valores de tiempo medio para cada unidad, usando como valores las tasas de averías totales de las unidades.

Pruebas documentadas principales:
 Análisis de mantenimiento correctivo

D.1.2.4.8.4.7 Demostración RAM

Esta sección será desarrollada conforme al Plan del Sistema RAM, si procede.

D.1.2.5 VIDA ÚTIL DE LOS TRENES, SISTEMAS Y SUBSISTEMAS

La vida esperada de cada sistema y subsistema es la distancia o el intervalo de tiempo entre dos sustituciones sucesivas por:


- revisión programada (no correctiva), desmontado del vehículo, en un centro de mantenimiento;
- o bien, sustitución por pérdida de las características funcionales requeridas, antes de agotar temporalmente la vida operativa del vehículo.

Durante tal periodo de tiempo el conjunto/subconjunto tiene su máxima fiabilidad en la medida en que sus componentes no hayan sufrido corrosión, desgaste, límites de ciclos, envejecimiento, etc.

La sustitución o revisión debe estar prevista para los conjuntos/subconjuntos en los que se quiere evitar que surjan fallas por fin de vida por razones vinculadas a la seguridad o bien por aspectos económicos.

Las esperanzas de vida para las piezas del vehículo están detalladas, según un desglose en 3 niveles, en la siguiente tabla.

1º nivel	2º nivel	3º nivel	Vida Esperada
Caja y estructuras	Caja	Estructura y todos los componentes	35 años
		Aislamiento	35 años
		Costados	35 años
		Techo	35 años
		Testero plano	35 años
		Carenados frontales	35 años
		Sub-caja	35 años
		Piezas de goma	6 años
	Canalizaciones	Canales cables, ventilación y otras canalizaciones	35 años


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BARRERA GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

D.1.2 - Vida útil de los trenes

1° nivel	2° nivel	3° nivel	Vida Esperada
	Ventanas	Ventana pasajero Ventana lateral cabina Parabrisas Piezas consumibles Limpiaparabrisas	35 años 35 años 35 años 1 año
	Pasillos de intercomunicación		8 años
	Tracción, repulsión, enganche	Fuelle Barra plataforma puente articulado Acoplamiento automático	12 años 3 años 1,2*10 ⁶ km/12 años
		Acoplamiento semipermanente entre cajas	1,2*10 ⁶ km/12 años
Puertas	Acceso coche pasajeros	Motor de apertura Relé de seguridad Correa dentada Piezas deteriorables mecanismo puerta	12 años 6 años 6 años 12 años
Módulos sujetos rotación	a Bogie motor Bogie portante Ruedas eje motor Ruedas eje portante Cojinetes, cuerpos cajón chumacera Conexiones bastidor bogie/eje	Suspensión Amortiguador primario Barra de tracción Suspensión secundaria Amortiguador Elementos elásticos	0,6*10 ⁶ km 0,6*10 ⁶ km 1,2*10 ⁶ km 1,2*10 ⁶ km 1,2*10 ⁶ km 0,6*10 ⁶ km/ 6 años 0,6*10 ⁶ km/ 6 años 0,6*10 ⁶ km 0,6*10 ⁶ km/ 6 años 0,6*10 ⁶ km/ 6 años 0,6*10 ⁶ km/ 6 años
Alimentación	Lubricador pestaña Pantógrafo	de Tubos flexibles	6 años 0,6*10 ⁶ km
		Frotadores	100.000 km (bajo condiciones)
	Interruptor principal de línea		1,2*10 ⁶ km
Tracción	Baterías Motor de tracción		12 años 1,2*10 ⁶ km

D.1.2 - Vida útil de los trenes

1° nivel	2° nivel	3° nivel	Vida Esperada	
	Trasmisión mecánica	Reductor	1,2*10 ⁶ km	
Sistema neumático	Freno neumático	Forro de freno (disco montado sobre el eje)	130.000 km (bajo condiciones)	
		Disco freno montado sobre el eje	1,2*10 ⁶ km (bajo condiciones)	
	Módulo de control freno		6 años	
	Unidad de frenado de servicio		6 años	
	Unidad de frenado de estacionamiento		6 años	
	Conexiones flexibles		6 años	
	Válvulas y grifería		6 años	
	Areneros		12 años	
			Filtros	2 años
		Unidad producción aire	Piezas consumibles - Filtros	1 año
Climatización	Depósito aire	Compresor	8 años	
	Unidad tratamiento aire		8 años	
	Climatización compartimiento pasajeros	Piezas consumibles - Válvulas	12 años	
		Monobloque	6 años	
		Sistema tratamiento aire (filtros, etc.)	12 años	
Iluminación	Iluminación interna	Equipos de iluminación	1 año	
	Iluminación externa	Equipos de iluminación	Consumible	

N.B.: En caso de vida esperada con doble indicación (Distancia/tiempo), se entenderá válida la primera alcanzada.

En la anterior tabla no han sido intencionalmente considerados los materiales de consumo tipo: agua, arena, lubricantes, sales desecantes, etc.

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
DE LA CIUDAD DE LIMA

D.1.2 - Vida útil de los trenes

D.1.2.6 APÉNDICE 1 – HOJA DE CALCULO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Frecuencia de la intervención: 8333 Km

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Código Elemento	SISTEMA	Descripción Elemento	p/n	Acción de mantenimiento	Tipo de intervención	Nivel de Mant. (1= en tren 2= en taller)	Herramientas especiales	Materiales [indicar cuales]	Costo materiales (€)	Costo mano de obra (Euros)	Tiempo operación (horas)	n. personas	skill (B=base I=intermedio A=avanzado)	Tiempo horas/hombre (horas)	Cant. componente por convoy	Ficha Manual de Mantenimiento	Notas
1.1.5.0.0.0.0 1.2.7.0.0.0.0 1.3.5.0.0.0.0	BRK	Freno de servicio	0	Test funcional instalación de frenos	Control	1			0	33,300	0,333	2	I	0,666	1,000		
1.2.10.1.1.0.0	INT	Faros (blancos/rojos)	0	Inspección visual (sustitución lámparas quemadas según estado)	Control/sustitución según estado	1	vía a ras del suelo		0	12,500	0,250	1	B	0,250	8,000		El eventual costo de los materiales en caso de sustitución está incluido en el mantenimiento correctivo
1.1.17.12.0.0.0 1.2.23.12.0.0.0 1.3.19.12.0.0.0	HVACCOM	Filtro aire externo	0	Sustitución	sustitución	1		filtro		8,500	0,170	1	B	0,170	6,000		
1.1.17.13.0.0.0 1.2.23.13.0.0.0 1.3.19.13.0.0.0	HVACCOM	Filtro aire de retorno	0	Sustitución	sustitución	1		filtro		8,500	0,170	1	B	0,170	6,000		

Frecuencia de la intervención: 16.666 Km

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Código Elemento	SYS	Descripción Elemento	p/n	Acción de mantenimiento	Tipo de intervención	Nivel de Mant. (1= en tren 2= en taller)	Herramientas especiales	Materiales [indicar cuales]	Costo materiales (Euros)	Costo mano de obra (Euros)	Tiempo operación (horas)	n. personas	skill (B=base I=intermedio A=avanzado)	Tiempo horas/hombre (horas)	Cant. componente por convoy	Ficha Manual de Mantenimiento	Notas
1.1.8.1.2.0.0 1.2.10.2.2.0.0 1.3.8.1.2.0.0	INT	Tubo Led	0	inspección visual instalación iluminación interna	control	1			0	10,000	0,200	1	B	0,200	96		
1.1.17.0.0.0.0 1.2.23.0.0.0.0 1.3.19.0.0.0.0	HVACCOM	Climatización compartimiento pasajeros	0	Limpieza del filtro aire recirculación.	control	1		Aire comprimido	0	19,500	0,390	1	B	0,390	6		
1.1.17.0.0.0.0 1.2.23.0.0.0.0 1.3.19.0.0.0.0	HVACCOM	Climatización compartimiento pasajeros	0	Limpieza del filtro aire renovación	control	1		Aire comprimido	0	19,500	0,390	1	B	0,390	6		
1.1.17.0.0.0.0 1.2.23.0.0.0.0 1.3.19.0.0.0.0	HVACCOM	Climatización compartimiento pasajeros	0	Limpieza detector humos	control	1		Aire comprimido	0	10,000	0,200	1	B	0,200	6		



D.1.2 - Vida útil de los trenes

1.1.5.2.18.0.0 1.2.7.2.18.0.0 1.3.5.2.18.0.0	BRK	Areneros	163272/1A	control funcional y limpieza	control	1		pañó limpio	0	6,000	0,120	1	B	0,120	12	
1.1.2.1.0.0.0 1.2.2.1.0.0.0 1.3.2.1.0.0.0	INT	Decoración compartimento pasajeros	0	Interiores y asientos: Inspección visual, limpieza piso, paneles de revestimiento, pasamanos, banquillo asientos	control	1		detergente de uso común		16,500	0,330	1	B	0,330	6	
1.1.2.1.5.0.0 1.2.2.1.5.0.0 1.3.2.1.5.0.0	INT	Accesorios (cierres, cinturones de seguridad HK, etc.)	no definido	limpieza enganche zona discapacitado	control	1		detergente de uso común		6,500	0,130	1	B	0,130	6	
1.1.2.1.3.0.0 1.2.2.1.3.0.0 1.3.2.1.3.0.0	INT	Revestimiento	no definido	limpieza, verificación integridad cortinas compartimento	control	1		detergente de uso común		12,500	0,250	1	B	0,250	6	
1.2.12.2.0.0.0	POW	Pantógrafo	0	Inspección visual general. Verificación del grado de desgaste de los frotadores.	control	1	Plataforma elevada. Equipo para la seguridad del personal de mantenimiento.		0	12,500	0,250	1	B	0,250	2,000	
1.1.10.1.1.0.0	BATT	Batería 24Vcc completa	no definido	Control visual	control	1			0	25,000	0,500	1	B	0,500	2	
1.1.9.2.0.0.0	MISC	Combinador de puesta a tierra	0	Control visual Limpieza, engrase resortes Verificación desgaste hojas Verificación funcionalidad microint.	control	1	Desengrasador industrial	grasa		16,500	0,330	1	B	0,330	2	
1.1.7.1.0.0.0 1.2.9.1.0.0.0 1.3.7.1.0.0.0	CBO	Fuelle ondulado	4149749100	Control visual	control	1		Spray a base de aceite	0	3,500	0,070	1	B	0,070	5	La actividad comprende también control de la cubierta puente, costados, techo, bastidores y dispositivo de centrado
1.1.5.3.5.0.0	BRK	Forro de freno (C09)	C105255/30E0T	Verificación desgaste forros freno bogie portante	control	1	Calibre ventesimal		0	12,500	0,250	1	B	0,250	32	1 h por 4 pares de juntas derecha e izq.
1.1.3.3.1.0.0	BOGP	Rueda	66L228_1	Control visual de las condiciones de: -desgaste del plano de rodadura -desgaste de la pestaña -presencia del tapón en el orificio de calado rueda - consumo de la rueda verificable mediante la presencia de la línea de referencia íntegra y visible en toda su extensión	control	1			0	8,335	0,167	1	I	0,167	16	Este tiempo está considerado como la mitad del tiempo efectivo porque el task no se efectúa con frecuencia 4 meses



D.1.2 - Vida útil de los trenes

1.2.4.3.1.0.0 1.3.3.3.1.0.0	BOGM	Rueda	66L228_1	Control visual de las condiciones de: -desgaste del plano de rodadura -desgaste de la pestaña -presencia del tapón en el orificio decalado rueda - consumo de la rueda verificable mediante la presencia de la línea de referencia íntegra y visible en toda su extensión	control	1			0	8,335	0,167	1	I	0,167	32		Este tiempo está considerado como la mitad del tiempo efectivo porque el task no se efectúa con periodicidad 4 meses
1.2.7.1.35.0.0	WSP	Centralita de mando y control KBGM (B60)	DGS-020-METROM ILANO	TARJETA WSP: lectura memoria de diagnóstico	control	1			0	4,150	0,083	1	A	0,083	2		
1.1.5.1.24.0.0 1.3.5.1.24.0.0	WSP	Centralita de mando y control KBGM (B05) BCU 09A01	STN3228 8	TARJETA WSP: lectura memoria de diagnóstico	control	1			0	4,150	0,083	1	A	0,083	4		
1.2.4.4.0.0.0 1.3.3.4.0.0.0	RID	Reductor	UM12632 00MF01	Control visual pérdidas grasa	control	1			0	4,150	0,083	1	B	0,083	16		Este tiempo está considerado como la mitad del tiempo efectivo porque el task no se efectúa con periodicidad 4 meses
1.2.12.4.0.0.0 1.3.10.2.0.0.0	CONVTR	Convertidor de tracción	0	Inspección y limpieza	control	1			0	4,150	0,083	1	B	0,083	4		

Frecuencia de la intervención: 33.332 km

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Código Elemento	SYS	Descripción Elemento	p/h	Acción de mantenimiento	Tipo de intervención	Nivel de Mant. (1= en tren 2= en taller)	Herramientas especiales	Materiales [indicar cuales]	Costo materiales (Euros)	Costo mano de obra (Euros)	Tiempo operación (horas)	N. personas	skill (B=base I=intermedio A=avanzado)	Tiempo horas/hombre (horas)	Cant. componente por convoy	Ficha Manual de Mantenimiento	Notas
1.1.3.1.0.0.0	BOGP	Bastidor	UT12005 15MW01	control visual	Control	1	foso		0,000	50,000	1,000	1	B	1,000	4		
1.2.4.1.0.0.0 1.3.3.1.0.0.0	BOGM	Bastidor	UT12005 15MW01	control visual	Control	1	foso		0,000	50,000	1,000	1	B	1,000	8		
1.1.3.2.1.0.0	BOGP	Viga oscilante	UM12521 00MW01	control visual	Control	1			0,000	75,000	1,500	1	B	1,500	4		

D.1.2 - Vida útil de los trenes

1.2.4.2.1.0.0 1.3.3.2.1.0.0	BOGM	Viga oscilante	UM12521 00MW01	control visual	Control	1			0,000	75,000	1,500	1	B	1,500	8	
1.2.4.4.0.0.0 1.3.3.4.0.0.0	RID	Reductor	UM12632 00MF01	Control visual y verificación nivel del aceite (relleno si fuera necesario)	Control	1		aceite para eventual relleno	10,000	29,000	0,580	1	B	0,580	16	
1.2.4.4.0.0.0 1.3.3.4.0.0.0	RID	Reductor	UM12632 00MF01	control visual silent blocks	Control	1			0,000	13,000	0,260	1	B	0,260	16	
1.1.3.3.0.0.0	BOGP	Eje montado	no definido	control visual	Control	1			0,000	25,000	0,500	1	B	0,500	8	
1.2.4.3.0.0.0 1.3.3.3.0.0.0	BOGM	Eje montado	no definido	control visual	Control	1			0,000	25,000	0,500	1	B	0,500	16	
1.1.3.3.1.0.0	BOGP	Rueda	66L228_1	control instrumental de la rueda (plano de rodadura y control pestaña) y verificación ancho de vía	Control	1		calibre instrumento para control aplanaduras	0,000	16,250	0,325	1	I	0,325	16	
1.2.4.3.1.0.0 1.3.3.3.1.0.0	BOGM	Rueda	66L228_1	control instrumental de la rueda (plano de rodadura y control pestaña) y verificación ancho de vía	Control	1		calibre instrumento para control aplanaduras	0,000	16,250	0,325	1	I	0,325	32	
1.1.3.5.0.0.0	BOGP	Suspensión secundaria	0	Control visual amortiguadores verticales/horizontales	Control	1			0,000	3,600	0,072	1	B	0,072	4	
1.2.4.6.0.0.0 1.3.3.6.0.0.0	BOGM	Suspensión secundaria	0	Control visual amortiguadores verticales/horizontales	Control	1			0,000	3,600	0,072	1	B	0,072	8	
1.1.5.1.16.0.0 1.2.7.1.19.0.0 1.3.5.1.16.0.0	BRK	Señal de alarma pasajeros (B31)	200020A1	Verificación funcional	Control	1			0,000	0,500	0,010	1	B	0,010	48,000	Actividad a nivel tren
1.2.7.1.24.0.0	BRK	Válvula tipo hongo de emergencia (B39)	I82885/C	Test funcional	Control	1			0,000	2,500	0,050	1	B	0,050	2,000	
1.2.16.3.2.0.0 1.3.14.3.2.0.0	BRK	Compresor de primera elevación pantógrafo LP115 (U03)	8.115.1.4 01.024.9	Control nivel /eventual relleno	Control	1		aceite para eventual relleno	0,500	0,010	0,010	1	B	0,010	4,000	
1.1.5.1.29.0.0 1.3.5.1.29.0.0	BRK	Electroválvula SIFA 09Y20 SV11T 24V (B57) (hombre muerto)	I85238/02 4B	Verificación funcional	Control	1			0,000	5,000	0,100	1	B	0,100	4,000	NOTA: los tiempos se refieren sólo a la electroválvula de descarga SIFA y por lo tanto no tiene en cuenta ulteriores verificaciones de funcionalidad del sistema vigilante.

NOTA: los tiempos se refieren sólo a la electroválvula de descarga SIFA y por lo tanto no tiene en cuenta ulteriores verificaciones de funcionalidad del sistema vigilante.

D.1.2 - Vida útil de los trenes

1.2.16.4.1.0.0	GPTA	Compresor CRVT6G15 (A01.001)	II59193	Limpieza cartucho filtro, verificación fijación tubos de conexión, control nivel aceite.	Control	1		aceite para eventual relleno		6,500	0,130	1	B	0,130	2,000	
1.2.16.4.1.0.0	GPTA	Compresor CRVT6G15 (A01.001)	II59193	Control visual microfiltro aceite	Control	1			0,000	8,500	0,170	1	B	0,170	2,000	
1.1.5.3.7.0.0 1.2.7.3.7.0.0 1.3.5.3.7.0.0	BRK	Disco freno	UM12543 01MF01	inspección visual mecanismos freno (sustitución a petición discos/pastillas)	Control	1		sustitución a petición Pastillas freno o Discos (si fuera necesario)		12,000	0,240	1	I	0,240	32,000	Costo materiales incluye 1/4 costo pastilla freno (130.000 Km) y 1/40 (1.200.000 km) costo disco (incluye también task sobre las juntas C09)
1.1.10.1.1.0.0	AUX	Batería 24Vcc completa	no definido	Limpieza tapones y conexiones, verificación nivel agua eventual relleno	Control	1	Disolvente, tela esmerilada	Relleno agua si fuera necesario		16,500	0,330	1	B	0,330	2,000	
1.1.10.1.1.0.0	AUX	Batería 24Vcc completa	no definido	Medición tensión	Control	1	Multímetro			5,000	0,100	1	B	0,100	2,000	
1.2.12.1.0.0.0	POW	Autoválvula (01F02)	0	Control visual, verificación integridad y limpieza	Control	1	Plataforma elevada. Equipo para la seguridad del personal de mantenimiento.	Set para la limpieza.		4,167	0,083	1	B	0,083	2,000	
1.2.13.1.0.0.0 1.3.11.1.0.0.0	MOT	Motor de tracción	05A60110	Control fijaciones sondas	Control	1	Foso			10,000	0,200	1	B	0,200	16,000	
1.2.12.2.0.2.0 1.3.10.0.0.2.0	POW	Frotador de cobre	no definido	Control fijaciones, lubricaciones, frotadores, suspensiones y aisladores	Control	1	Plataforma a altura techo,	grasa, eventual sustitución frotador		48,750	0,975	1	I	0,975	4,000	Presunta sustitución frotador cada 180.000 km Costo materiales incluye 1/6 costo frotador (180.000 Km)
1.2.12.2.0.1.0 1.3.10.0.0.1.0	POW	Frotador con carboncillo RH83M6	Ed 339 030/I	Control fijaciones, lubricaciones, frotadores, suspensiones y aisladores	Control	1	Plataforma a altura techo,	grasa, eventual sustitución frotador		48,750	0,975	1	I	0,975	4,000	Presunta sustitución frotador cada 100.000 km Costo materiales incluye 1/3 costo frotador (100.000 Km)
1.1.13.0.0.0.0 1.2.17.0.0.0.0 1.3.15.0.0.0.0	DOOR	Puertas externas	0	Control seguridad	Control	1			0,000	5,500	0,110	1	A	0,110	48,000	
1.1.17.0.0.0.0 1.2.23.0.0.0.0 1.3.19.0.0.0.0	HVACCOM	Climatización compartimiento pasajeros	0	Inspección transductores, presostatos, sensores de humo, microinterruptores, válvulas, compresores, motoventiladores, trenzas puesta a tierra	Control	1	Computador con sw de gestión del mantenimiento		0,000	25,000	0,500	1	B	0,500	6,000	
1.2.5.0.0.0.0	CBO	Lubricador de pestaña	0	Verificación funcionalidad	Control	1	vía elevada		0,000	11,000	0,220	1	I	0,220	4,000	

D.1.2 - Vida útil de los trenes

1.1.15.1.0.0.0 1.2.21.2.0.0.0 1.3.17.2.0.0.0	SRI	Sensores de Humo (SMS)	0	Test detección puntual humo con nebulizador	Control	1		Nebulizador		1,000	0,020	1	A	0,020	36,000	
1.1.16.1.1.0.0 1.2.22.1.1.0.0 1.3.18.1.1.0.0	CBO	Extintor Manual	0	control eficiencia	Control	1			0,000	11,000	0,220	1	B	0,220	8,000	
1.1.12.0.0.0.0 1.2.16.0.0.0.0 1.3.14.0.0.0.0	BRK	Instalación neumática	0	drenaje depósitos aire	Control	1			0,000	12,500	0,250	1	I	0,250	1,000	
1.1.5.0.0.0.0 1.2.7.0.0.0.0 1.3.5.0.0.0.0	BRK	Freno de servicio	0	Inspección visual conexiones flexibles	Control	1			0,000	19,500	0,390	1	B	0,390	1,000	

Frecuencia de la intervención: 50.000 km

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Código Elemento	SYS	Descripción Elemento	p/n	Acción de mantenimiento	Tipo de intervención	Nivel de Mant. (1= en tren 2= en taller)	Herramientas especiales	Materiales [indicar cuales]	Costo materiales (Euros)	Costo mano de obra (Euros)	Tiempo operación (horas)	n. personas	skill (B=base I=intermedio A=avanzado)	Tiempo horas/hombre (horas)	Cant. componente por convoy	Ficha Manual de Mantenimiento	Notas
1.1.11.2.0.0.0	AUX	Convertidor Servicios Aux (AT/MT-BT)	0	Limpieza del convertidor servicios auxiliares y canal de ventilación filtro y rejilla.Verificación del grado de las juntas colocadas sobre las tapas y cajas laterales.Verificación y limpieza de las conexiones internas y sujeciones.Eliminación suciedad de los componentes internos y de los disipadores de los semiconductores.Limpieza de los aisladores y piezas aislantes mediante disolvente.Inspección visual cables, aisladores, trenzas de puesta a tierra.Verificación sellado mecánico del cajón al vehículo.	Control	1	Vía elevada (facilita la actividad de mantenimiento).	Set para la limpieza.Disolvente.	0	25,000	0,500	1	I	0,500	4		

D.1.2 - Vida útil de los trenes

1.1.11.2.21.0.0	AUX	Motoventilador	0	Cuidadosa inspección y limpieza alojamiento ventilación, control borne y partes aislantes. Verificación del correcto funcionamiento del ventilador de enfriamiento, ausencia de ruido.	Control	1	Vía elevada (facilita la actividad de mantenimiento).	Set para la limpieza.	0	8,350	0,167	1	I	0,167	4		
1.1.9.0.0.0.0 1.2.11.0.0.0.0 1.3.9.0.0.0.0	POW	Instalación eléctrica AT	0	limpieza chimenea y contactos contactores AT	Control	1			0	50,000	1,000	1	I	1,000	1		
1.2.24.1.0.0.0	COUP	Enganche automático SD25,KPL	D228960-100	Limpieza y engrase	Control	1	Bomba de engrase a presión Cepillo metálico Nivel de burbuja de aire	Agua Detergente grasa spray		4,000	0,080	1	B	0,080	2,000		
										0,000							

Frecuencia de la intervención: 100.000 km

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Código Elemento	SYS	Descripción Elemento	p/n	Acción de mantenimiento	Tipo de intervención	Nivel de Mant. (1= en tren 2= en taller)	Herramientas especiales	Materiales [indicar cuales]	Costo materiales (Euros)	Costo mano de obra (Euros)	Tiempo operación (horas)	n. personas	skill (B=base I=intermedio A=avanzado)	Tiempo horas/hombre (horas)	Cant. componente por convoy	Ficha Manual de Mantenimiento	Notas
1.2.24.1.0.0.0	COUP	Enganche automático SD25,KPL	D228960-100	Control del cabezal del enganche y check funcional (comprendido desenganche manual) Verificación sellado y aprietes	control	1	vía a ras de tierra	spray	0	25,000	0,500	1	I	0,500	2,000		
1.1.18.1.2.0.0 1.2.24.2.2.0.0	COUP	barra de remolque con plato articulado	D229638-100	Control de la integridad, verificación conexión y eventual engrase	control	1			0	10,000	0,200	1	I	0,200	4,000		
1.3.20.2.0.0.0	COUP	Enganche semiautomático COMPACT	D250247-100	control visual, lubricación aprietes	control	1		Detergente grasa		2,500	0,050	1	B	0,050	2,000		
1.1.3.2.1.0.0	BOGP	Viga oscilante	UM1252100MW01	Lubricación	control	1		Grasa		30,000	0,600	1	B	0,600	4,000		

D.1.2 - Vida útil de los trenes

1.2.4.2.1.0.0 1.3.3.2.1.0.0	BOGM	Viga oscilante	UM12521 00MW01	Lubricación	control	1					30,000	0,600	1	B	0,600	8,000	
								Grasa									
1.2.4.1.0.0.0 1.3.3.1.0.0.0	BOGM	Bastidor	UT12005 15MW01	verificación conexiones de tornillo en bogie completo	control	1				0	41,667	0,833	1	B	0,833	8,000	
1.1.3.1.0.0.0	BOGP	Bastidor	UT12005 15MW01	verificación conexiones de tornillo en bogie completo	control	1				0	41,667	0,833	1	B	0,833	4,000	
1.1.3.3.1.0.0	BOGP	Rueda	66L228_1	Reperfilado	control	1				0	0,000	0,000	1	A	0,000	16,000	
1.2.4.3.1.0.0 1.3.3.3.1.0.0	BOGM	Rueda	66L228_1	Reperfilado	control	1				0	0,000	0,000	1	A	0,000	32,000	
1.1.3.4.1.0.0	BOGP	Paquete Resorte	UM12553 01MF01	control visual	control	1				0	0,813	0,016	1	B	0,016	32	
1.2.4.5.1.0.0 1.3.3.5.1.0.0	BOGM	Paquete Resorte	UM12553 01MF01	control visual	control	1				0	0,813	0,016	1	B	0,016	64	
1.2.4.5.1.0.0 1.3.3.5.1.0.0	BOGM	Paquete Resorte	UM12553 01MF01	control aflojamiento	control	1				0	1,563	0,031	1	I	0,031	64	
1.1.3.4.2.0.0	BOGP	Tope suspensión primaria	UM12553 03001W	control visual	control	1				0	6,500	0,130	1	B	0,130	16	
1.2.4.5.2.0.0 1.3.3.5.2.0.0	BOGM	Tope suspensión primaria	UM12553 03001W	control visual	control	1				0	6,500	0,130	1	B	0,130	32	
1.1.3.5.1.0.0	BOGP	Resorte de aire con amortiguador vertical	30163	inspección visual para control daños	control	1				0	8,500	0,170	1	I	0,170	8	
1.2.4.6.1.0.0 1.3.3.6.1.0.0	BOGM	Resorte de aire con amortiguador vertical	30163	inspección visual para control daños	control	1				0	8,500	0,170	1	I	0,170	16	
1.1.3.5.4.0.0	BOGP	Amortiguador transversal	UM12526 01001F	inspección visual	control	1				0	3,125	0,063	1	B	0,063	16	
1.2.4.6.4.0.0 1.3.3.6.4.0.0	BOGM	Amortiguador transversal	UM12526 01001F	inspección visual	control	1				0	3,125	0,063	1	B	0,063	32	
1.1.3.5.4.0.0	BOGP	Amortiguador transversal	UM12526 01001F	control dimensional	control	1				0	4,950	0,099	1	B	0,099	16	
1.2.4.6.4.0.0 1.3.3.6.4.0.0	BOGM	Amortiguador transversal	UM12526 01001F	control dimensional	control	1				0	4,950	0,099	1	B	0,099	32	
1.1.3.5.2.0.0	BOGP	Biela de tracción	UM12524 15001F	Control visual articulación para biela de tracción	control	1				0	3,000	0,060	1	B	0,060	8	

VERIFICACIÓN DE DATOS
AL SERVICIO TÉCNICO
REVISOR TÉCNICO

D.1.2 - Vida útil de los trenes

1.2.4.6.2.0.0 1.3.3.6.2.0.0	BOGM	Biela de tracción	UM12524 15001F	Control visual articulación para biela de tracción	control	1			0	3,000	0,060	1	B	0,060	32	
1.2.4.7.0.0.0 1.3.3.7.0.0.0	BOGM	Sutuco para suspensión motor de tracción	UM12634 20001F	Control visual	control	1			0	0,667	0,013	1	B	0,013	48	
1.2.4.4.0.0.0 1.3.3.4.0.0.0	RID	Reductor	UM12632 00MF01	Verificación aprietes junta	control	1			0	20,000	0,400	1	B	0,400	16	
1.2.4.4.0.0.0 1.3.3.4.0.0.0	RID	Reductor	UM12632 00MF01	Verificación aprietes	control	1			0	12,500	0,250	1	B	0,250	16	
1.2.4.4.0.0.0 1.3.3.4.0.0.0	RID	Reductor	UM12632 00MF01	Verificación características aceite reductor	control	1		detergente aceite lubricante anillo de retención tapón de relleno anillo de retención tapón de descarga		12,500	0,250	1	I	0,250	16	
1.2.13.1.0.0.0.1.3 1.1.1.0.0.0	MOT	Motor de tracción	05A60110	limpieza filtros de respiradero	control	1				25,000	0,500	1	B	0,500	16,000	
1.2.4.4.0.0.0 1.3.3.4.0.0.0	RID	Reductor	UM12632 00MF01	control visual brazo	control	1			0	13,000	0,260	1	B	0,260	16	
1.2.11.1.0.0.0 1.3.9.1.0.0.0	POW	Retorno de tracción y puesta a tierra	0	Verificación trenzas y puesta a tierra y cepillos retorno tracción	control	1			0	10,000	0,200	1	B	0,200	8,000	no comprende los cableados BT del bogie
1.1.3.5.0.0.0	BOGP	Suspensión secundaria	0	Prueba de estanqueidad	control	1			0	5,000	0,100	1	I	0,100	4,000	
1.2.4.6.0.0.0 1.3.3.6.0.0.0	BOGM	Suspensión secundaria	0	Prueba de estanqueidad	control	1			0	5,000	0,100	1	I	0,100	8,000	
1.1.10.1.1.0.0	BATT	Batería 24Vcc completa	no definido	Control nivel/densidad electrólito	control	1		agua desmineralizada		2,250	0,045	1	B	0,045	2,000	
1.1.10.1.1.0.0	BATT	Batería 24Vcc completa	no definido	Control apriete conexiones	control	1			0	6,250	0,125	1	B	0,125	2,000	
1.2.12.6.0.0.0 1.3.10.4.0.0.0	POW	Reóstato de freno	0	Control visual reóstato	control	1			0	4,000	0,080	1	B	0,080	4,000	
1.2.12.3.0.0.0 1.3.10.1.0.0.0	IR	Interruptor rápido	2842C1C X1B1A1N 100	Inspección general	control	1			0	6,250	0,125	1	I	0,125	4,000	
1.2.12.3.2.0.0 1.3.10.1.2.0.0	IR	Contacto de arco móvil	42811634 B02	Verificación contacto arco móvil	control	1			0	8,125	0,163	1	I	0,163	4,000	

D.1.2 - Vida útil de los frenos

1.2.12.3.1.0.0 1.3.10.1.1.0.0	IR	Componentes IR	no definido	Verificación contacto arco fijo	control	1			0	8,125	0,163	1	I	0,163	4,000
1.2.12.3.4.0.0 1.3.10.1.4.0.0	IR	Conjunto chimenea	42811821 C01	Verificación conjunto chimenea	control	1			0	3,250	0,065	1	I	0,065	4,000
1.2.13.1.0.0.0 1.3.11.1.0.0.0	MOT	Motor de tracción	05A60110	lubricación cojinetes	control	1	foso grasa			5,200	0,104	1	B	0,104	16,000
1.1.13.0.0.0.0 1.2.17.0.0.0.0 1.3.15.0.0.0.0	DOOR	Puertas externas	0	Inspección visual deformación rodillos	control	1	pinzas, extractor, interruptor	pasta blanca lubricante grasa		3,500	0,070	1	I	0,070	48,000
1.1.13.0.0.0.0 1.2.17.0.0.0.0 1.3.15.0.0.0.0	DOOR	Puertas externas	0	Control pintura	control	1			0	2,000	0,040	1	B	0,040	48,000
1.1.13.0.0.0.0 1.2.17.0.0.0.0 1.3.15.0.0.0.0	DOOR	Puertas externas	0	Limpieza y engrase eje	control	1		lubricante		8,500	0,170	1	B	0,170	48,000
1.1.13.0.0.0.0 1.2.17.0.0.0.0 1.3.15.0.0.0.0	DOOR	Puertas externas	0	Limpieza y engrase junta hojas	control	1		lubricante		11,000	0,220	1	B	0,220	48,000
1.1.17.0.0.0.0 1.2.23.0.0.0.0 1.3.19.0.0.0.0	HVACCOM	Climatización compartimento pasajeros	0	Búsqueda fugas refrigerante circuito frigorífico	control	1			0	25,000	0,500	1	I	0,500	6,000
1.1.17.0.0.0.0 1.2.23.0.0.0.0 1.3.19.0.0.0.0	HVACCOM	Climatización compartimento pasajeros	0	Limpieza completa con agua a presión batería condensación/evaporación	control	1			0	13,000	0,260	1	B	0,260	6,000
1.1.17.0.0.0.0 1.2.23.0.0.0.0 1.3.19.0.0.0.0	HVACCOM	Climatización compartimento pasajeros	0	limpieza, verificación conexiones, inspección fijaciones	control	1			0	75,000	1,500	1	B	1,500	6,000
1.1.5.2.12.0.0 1.2.7.2.12.0.0 1.3.5.2.12.0.0	BRK	Válvula de drenaje EE1100 (L17)	194095	Limpieza	control	1			0	30,000	0,600	1	B	0,600	24,000
1.1.5.1.6.0.0 1.2.7.1.5.0.0 1.3.5.1.6.0.0	BRK	Reductor de presión DMV15/T4,0 (B18)	I71472/03 80A	Control calibrado	control	1	Banco de pruebas Manómetro de precisión toma de presión		0	7,500	0,150	1	I	0,150	6,000
1.1.5.2.22.0.01.2 7.2.22.0.01.3.5. 2.22.0.0	BRK	Reductor de presión DMV775,0 (N08)	STK5537/ 050	Control calibrado	control	1	Banco de pruebas Manómetro de precisión toma de presión		0	7,500	0,150	1	I	0,150	6,000

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

Handwritten signature

D.1.2 - Vida útil de los trenes

1.1.12.0.0.0.0 1.2.16.0.0.0.0 1.3.14.0.0.0.0	BRK	Instalación neumática	0	Limpieza filtros aire/ sustitución cartucho	sustitución	1			0	45,000	0,900	1	I	0,900	1,000		
1.2.16.3.2.0.0 1.3.14.3.2.0.0	BRK	Compresor de primera elevación pantógrafo LP115 (U03)	8.115.1.4 01.024.9	Sustitución aceite	sustitución	1				2,500	0,050	1	I	0,050	4,000		
1.2.16.3.1.0.0 1.3.14.3.1.0.0	BRK	Filtro aire (U02)	I88747	Sustitución filtro aire	sustitución	1				2,500	0,050	1	I	0,050	4,000		
1.2.16.4.4.0.0	GPTA	Microfiltro aceite OEF2 (A01.004)	II17209/W CML	Limpieza y sustitución filtro aceite	sustitución	1				6,250	0,125	1	I	0,125	2,000		
1.2.16.4.2.0.0	GPTA	Desecador LTZ015.2H (A01.002) 09T06	II52418/1 6072	Control ciclos de funcionamiento	control	1			0	2,500	0,050	1	I	0,050	2,000		
1.1.5.3.0.0.0 1.2.7.3.0.0.0 1.3.5.3.0.0.0	BRK	Dispositivos freno mecánico sobre bogie	0	limpieza y engrase juego de palancas y varillaje	control	1				5,000	0,100	1	B	0,100	6,000		
1.1.5.0.0.0.0 1.2.7.0.0.0.0 1.3.5.0.0.0.0	BRK	Freno de servicio	0	test funcional grifos	control	1			0	300,000	6,000	1	A	6,000	1,000		
1.2.16.3.4.0.0 1.3.14.3.4.0.0	BRK	Válvula de seguridad SV10 (U05)	II38273/5 080	test funcional	control	1			0	8,350	0,167	1	A	0,167	4,000		
1.2.16.4.3.0.0	GPTA	Válvula de seguridad SV10 (A01.003)	II38273/6 085	test funcional	control	1			0	8,350	0,167	1	A	0,167	2,000		
1.2.16.4.9.0.0	GPTA	Válvula de seguridad SV10 (A16)	II38273/6 085	test funcional	control	1			0	8,350	0,167	1	A	0,167	2,000		
1.1.5.2.3.0.0 1.2.7.2.3.0.0 1.3.5.2.3.0.0	WSP	Rueda fónica NR.1274 (G04)	II40037	inspección visual, medición de la distancia de la rueda magnética	control	1			0	2,500	0,050	1	B	0,050	24,000		
1.2.7.1.35.0.0	WSP	Centralita de mando y control KBGM (B60)	DGS-020- METROM ILANO	verificación conexiones tarjeta electrónica wsp	control	1			0	1,650	0,033	1	A	0,033	2,000		
1.1.5.1.24.0.0 1.3.5.1.24.0.0	WSP	Centralita de mando y control KBGM (B05) BCU 09A01	STN3228 8	verificación conexiones tarjeta electrónica wsp	control	1			0	1,650	0,033	1	A	0,033	4,000		
1.2.7.3.8.0.0	BRK	Cilindro freno con freno de resorte (C12)	II58634/2 RN	pinzas freno-verificación orificios desenganche	control	1			0	0,850	0,017	1	I	0,017	8,000		

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA



D.1.2 - Vida útil de los frenes

1.2.7.3.9.0.0	BRK	Cilindro freno sin freno de resorte (C13)	II56228/2 RN	pinzas freno-verificación orificios desenganche	control	1			0	0,850	0,017	1	I	0,017	8,000		
1.1.5.3.8.0.0 1.3.5.3.8.0.0	BRK	Cilindro freno WZ99DPF10TKTS (C02)	II58635/2 RN	pinzas freno-verificación orificios desenganche	control	1			0	0,850	0,017	1	I	0,017	8,000		
1.1.5.3.9.0.0 1.3.5.3.9.0.0	BRK	Cilindro freno WZ99DPF10TKTS(C03)	II58635/2 RN	pinzas freno-verificación orificios desenganche	control	1			0	0,850	0,017	1	I	0,017	8,000		
1.2.12.4.2.0.0 1.3.10.2.2.0.0	convtr	Conjunto caja ondulador	05B00340 4	Control cuidadoso cables y aprietes conectadores, limpieza aisladores	control	1			0	32,500	0,650	1	B	0,650	4,000		
1.2.12.4.0.0.01.3 10.2.0.0.0	convtr	Convertidor de tracción	0	Cuidadosa verificación visual de las conexiones internas y de ausencia de rastros de sobrecalentamiento. Control general de estado de los componentes electrónicos internos. Control visual y de estado del sensor de humos.	control	1			0	16,000	0,320	1	B	0,320	4,000		
1.1.14.0.0.0.0 1.2.19.0.0.0.0 1.3.16.0.0.0.0	TCMS	Lógica de vehículo y diagnóstico	no definido	Limpieza de las unidades y verificación conexiones y conectadores	control	1		Set para la limpieza		25,000	0,500	1	B	0,500	1,000		
1.2.3.1.4.0.0	INT	Escobilla limpiaparabrisas	MNR4841 08001F - AA07P25	Sustitución	sustitución	1		escobilla limpiaparabrisas		4,167	0,083	1	B	0,083	4,000		

Frecuencia de la intervención: 200.000 Km

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Código componente	SYS	Descripción Componente	p/n	Acción de mantenimiento	Tipo de intervención	Nivel de Mant. (1= en tren 2= en taller)	Herramientas especiales	Materiales [indicar cuales]	Costo materiales (Euros)	Costo mano de obra (Euros)	Tiempo operación (horas)	n. personas	skill (B=base I=intermedio A=avanzado)	Tiempo horas/hombre (horas)	Cant. componente por convoy	Ficha Manual de Mantenimiento	Notas

D.1.2 - Vida útil de los trenes

1.1.3.3.2.0.0	BOGP	Eje	UM12541 01001W	Control ultrasonidos del eje	Control	1	vía elevada dispositivo para ultrasonidos		0,000	61,667	0,617	2	A	1,233	8	
1.2.4.3.2.0.0 1.3.3.3.2.0.0	BOGM	Eje	UM12541 01001W	Control ultrasonidos del eje	Control	1	vía elevada dispositivo para ultrasonidos		0,000	61,667	0,617	2	A	1,233	16	
1.2.20.1.1.0.0	RSE	Registrador estático eventos	no definido	Sustitución batería CPU	sustitución	1	Batería CPU		50,000	1,000	1	A	1,000	2		

Frecuencia de la intervención: 300.000 Km

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Código componente	SYS	Descripción Componente	p/n	Acción de mantenimiento	Tipo de intervención	Nivel de Mant. (1= en tren 2= en taller)	Herramientas especiales	Materiales [indicar cuales]	Costo materiales (Euros)	Costo mano de obra (Euros)	Tiempo operación (horas)	n. personas	skill (B=base I=intermedio A=avanzado)	Tiempo horas/hombre (horas)	Cant. componente por convoy	Ficha Manual de Mantenimiento	Notas
1.1.7.1.0.0.0 1.2.9.1.0.0.0 1.3.7.1.0.0.0	CBO	Fuelle ondulado	41497491 00	Limpieza	control	1			0,000	75,000	1,500	1	B	1,500	5		
1.1.7.0.0.0.0 1.2.9.0.0.0.0 1.3.7.0.0.0.0	CBO	Pasillo intercomunicación	0	Limpieza puente articulado	control	1			0,000	25,000	0,500	1	B	0,500	5		
1.1.7.0.0.0.0 1.2.9.0.0.0.0 1.3.7.0.0.0.0	CBO	Pasillo intercomunicación	0	Sustitución barra desplazamiento plataforma puente articulado	sustitución	1			0,000	50,000	1,000	1	B	1,000	5		
1.2.4.4.0.0.0 1.3.3.4.0.0.0	RID	Reductor	UM12632 00MF01	Sustitución aceite	sustitución	1		aceite reductor		66,000	1,320	1	B	1,320	16		
1.2.16.4.0.0.0	GPTA	Grupo producción y tratamiento aire (A01)	0	Verificación calibrado válvulas seguridad y verificación general de la instalación	control	1			0,000	2,500	0,050	1	I	0,050	2		los tiempos tienen en cuenta las válvulas de seguridad sólo del grupo GPA
1.2.16.3.12.0.01 3.14.3.12.0.0	BRK	Presóstato MCS11G+ S3 MCS (U19)	1135829/0 6050	verificación calibrado	control	1			0,000	5,000	0,100	1	A	0,100	4		
1.2.16.4.8.0.0	GPTA	Presóstato MCS11G+ S3MCS (A13) regulador presión motocompresor 15Y06/1	1135829/0 7568	verificación calibrado	control	1			0,000	5,000	0,100	1	A	0,100	2		

D.1.2 - Vida útil de los frenos

1.2.16.2.22.0.0	BRK	Presóstato MCS4G+ S3MCS (W06) tubería general 09E08	I135828/0 3525	verificación calibrado	control	1			0,000	5,000	0,100	1	A	0,100	2
1.2.16.3.5.0.0 1.3.14.3.5.0.0	BRK	Presóstato MCS11SOND910G+ S62 (U06)	I135827/0 5545	verificación calibrado	control	1			0,000	5,000	0,100	1	A	0,100	4
1.1.5.1.2.0.0 1.2.7.1.2.0.0 1.3.5.1.2.0.0	BRK	Válvula de retención RV19T (B03)	I88744	verificación funcional	control	1			0,000	5,000	0,100	1	A	0,100	6
1.2.7.1.31.0.0	BRK	Válvula de retención G1 (B46)	8.000.0.7 69.003.7	verificación funcional	control	1			0,000	5,000	0,100	1	A	0,100	2
1.2.16.4.6.0.0	GPTA	Válvula de retención G1 (A05)	8.000.0.7 69.003.7	verificación funcional	control	1			0,000	5,000	0,100	1	A	0,100	2
1.2.16.3.0.0.0 1.3.14.3.0.0.0	BRK	Grupo elevación pantógrafo (U01)	0	verificación funcional	control	1			0,000	25,000	0,500	1	A	0,500	4
1.2.16.4.1.0.0	GPTA	Compresor CRVT6G15 (A01.001)	I159193	verificación funcional	control	1			0,000	7,500	0,150	1	A	0,150	2
1.2.16.4.2.0.0	GPTA	Desecador LTZ015.2H (A01.002) 09T06	I152418/1 6072	Sustitución desecador	sustitución	1				25,000	0,500	1	I	0,500	2
1.2.16.3.1.0.0 1.3.14.3.1.0.0	BRK	Filtro aire (U02)	I88747	Limpieza filtro grupo elevación pantógrafo	control	1			0,000	8,500	0,170	1	B	0,170	4
1.2.12.2.0.0.0	POW	Pantógrafo	0	Regulación empuje	control	1	plataforma elevada		0,000	50,000	1,000	1	I	1,000	2
1.1.13.1.0.0.0 1.2.17.1.0.0.0 1.3.15.1.0.0.0	DOOR	Guía	0	Limpieza y engrase barras de guía	control	1		lubricante		2,750	0,055	1	B	0,055	48
1.1.13.1.0.0.0 1.2.17.1.0.0.0 1.3.15.1.0.0.0	DOOR	Guía	0	Limpieza y engrase carril guía superior	control	1		lubricante		1,750	0,035	1	B	0,035	48
1.1.13.0.0.0.0 1.2.17.0.0.0.0 1.3.15.0.0.0.0	DOOR	Puertas externas	0	Limpieza y engrase resorte interruptor de fin de carrera (S1)	control	1		lubricante		1,667	0,033	1	B	0,033	48
1.1.13.0.0.0.0 1.2.17.0.0.0.0 1.3.15.0.0.0.0	DOOR	Puertas externas	0	Limpieza y engrase rodillo estabilizador	control	1		lubricante		3,500	0,070	1	B	0,070	48

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

D.1.2 - Vida útil de los frenos

Frecuencia de la intervención: 600.000 Km

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Código componente	SYS	Descripción Componente	p/n	Acción de mantenimiento	Tipo de intervención	Nivel de Mant. (1= en tren 2= en taller)	Herramientas especiales	Materiales [Indicar cuales]	Coste materiales (Euros)	Costo mano de obra (Euros)	Tiempo operación (horas)	n. personas	skill (B=base I=intermedio A=avanzado)	Tiempo horas/hombre (horas)	Cant. componente por convoy	Ficha Manual de mantenimiento	Notas
1.1.13.1.6.0.0 1.2.17.1.6.0.0 1.3.15.1.6.0.0	DOOR	Correa dentada	3N401349 R32	Sustitución	sustitución	1		correa dentada		11,000	0,220	1	I	0,220	48		
1.1.9.2.0.0.0	MISC	Combinador de puesta a tierra	0	control daños cables	control	1			0,000	3,000	0,060	1	B	0,060	2		
1.1.9.2.0.0.0	MISC	Combinador de puesta a tierra	0	verificación aprietes mecánicos y eléctricos	control	1			0,000	3,000	0,060	1	B	0,060	2		
1.1.10.1.1.0.0	BATT	Batería 24Vcc completa	no definido	revisión general	control	1	Multímetro cargador de batería externo termómetro		0,000	250,000	2,500	2	A	5,000	2		
1.2.12.3.1.0.0 1.3.10.1.1.0.0	IR	Componentes IR	no definido	Verificación amortiguadores IR	control	1			0,000	6,500	0,130	1	I	0,130	4		
1.2.4.0.0.0.0 1.3.3.0.0.0.0	BOGM	Bogie motor	0	Desmontaje por sustitución piezas de goma	sustitución	1	gatos sincronizados elevación caja, toma		0,000	600,000	6,000	2	B	12,000	8		Se considera el tiempo necesario para el desmontaje/montaje del bogie de la caja
1.2.4.3.3.2.0 1.3.3.3.2.0	BOGM	Cojinete caja de grasa	F-809880.T AROL120 /195-B- TVP	lubricación caja de grasa	control	2			0,000	0,000	0,000	1	B	0,000	32		El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller
1.2.4.6.0.0.0 1.3.3.6.0.0.0	BOGM	Suspensión secundaria	0	sustitución piezas de goma	sustitución	2		membrana tampón	0,000	0,000	0,000	1	B	0,000	8		El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller
1.1.3.0.0.0.0	BOGP	Bogie portante	0	Desmontaje por sustitución piezas de goma	sustitución	1	gatos sincronizados elevación caja, toma		0,000	600,000	6,000	2	B	12,000	4		Se considera el tiempo necesario para el desmontaje/montaje del bogie de la caja
1.1.3.3.3.2.0	BOGP	Cojinete caja de grasa	F-809880.T AROL120 /195-B- TVP	lubricación caja de grasa	control	2		caja de grasa	0,000	0,000	0,000	1	B	0,000	16		El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller
1.1.3.5.0.0.0	BOGP	Suspensión secundaria	0	sustitución piezas de goma	sustitución	2		membrana tampón	0,000	0,000	0,000	1	B	0,000	4		El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller
1.1.7.0.0.0.0 1.2.9.0.0.0.0 1.3.7.0.0.0.0	CBO	Pasillo intercomunicación	0	Sustitución antideslizante plataforma puente articulado	sustitución	1			0,000	50,000	1,000	1	I	1,000	5		



D.1.2 - Vida útil de los frenes

1.1.1.0.0.0.0 1.2.1.0.0.0.0 1.3.1.0.0.0.0	CBO	Estructura caja	no definido	Verificación ausencia puntos de corrosión	control	1	vía a ras del suelo		0,000	100,000	2,000	1	B	2,000	6	
1.1.1.0.0.0.0 1.2.1.0.0.0.0 1.3.1.0.0.0.0	CBO	Estructura caja	no definido	sustituciones piezas de goma y piezas desgastadas	sustitución	1	vía a ras del suelo		0,000	150,000	3,000	1	B	3,000	6	
1.1.5.0.0.0.0 1.2.7.0.0.0.0 1.3.5.0.0.0.0	BRK	Freno de maniobra	0	restablecimiento operatividad tras revisión general	control	1			0,000	50,000	1,000	1	A	1,000	1	
1.1.12.0.0.0.0 1.2.16.0.0.0.0 1.3.14.0.0.0.0	BRK	instalación neumática	0	restablecimiento operatividad tras revisión general	control	1			0,000	50,000	1,000	1	A	1,000	1	
1.2.16.4.1.0.0	GPTA	Compresor CRVT6G15 (A01.001)	1159193	Verificación suspensiones elásticas	control	1			0,000	0,500	0,010	1	A	0,010	2	
1.2.16.4.1.0.0	GPTA	Compresor CRVT6G15 (A01.001)	1159193	Sustitución junta giratoria y acoplamiento, revisión válvula de aspiración	sustitución	1		material de recambio		100,000	2,000	1	A	2,000	2	
1.2.16.4.6.0.0	GPTA	Válvula de retención G1 (A05)	8.000.0.7 69.003.7	revisión	control	2		válvula de retención OVH OFF-T de recambio		12,500	0,250	1	A	0,250	2	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller
1.2.16.4.11.0.0	GPTA	Depósito A25 (U14)	1156981/0 25	Sustitución si fuera necesario	sustitución según estado	2		Depósito aire		25,000	0,500	1	B	0,500	2	Considerado el 50% de probabilidad de sustitución
1.1.5.1.0.0.0 1.2.7.1.0.0.0 1.3.5.1.0.0.0	BRK	Lógica de control freno	0	sustitución módulos por revisión, revisión	sustitución	2				25,000	0,500	1	B	0,500	6	El tiempo indicado en la columna 11 es el tiempo para el desmontaje y montaje en primer nivel. El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller
1.2.7.1.21.0.0	BRK	Electroválvula WMV1ZEST (B32.01) compensación presión tubería general 09Y25	194900/10 24	revisión	control	2		válvula limitadora de presión OVH OFF-T		0,000	0,000	1	A	0,000	2	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller. El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto
1.1.5.1.7.0.01.2. 7.1.6.0.01.3.5.1. 7.0.0	BRK	Electroválvula WMV02ZEST (B19) mando freno auxiliar / emergencia 09Y18	STK8822/ 024	revisión	control	2		válvula electromagnética OVH OFF-T	199,400	0,000	0,000	1	A	0,000	6	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller. El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto
1.2.7.1.15.0.0	BRK	Válvula relé ALR210002 (B15.B)	1148103/0 06	revisión	control	2		válvula a relé OVH OFF-T		0,000	0,000	1	A	0,000	2	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller.

D.1.2 - Vida útil de los frenos

1.1.5.1.4.0.0 1.3.5.1.4.0.0	BRK	Válvula relé ALR210002 (B15.6)	II48103/0 07	revisión	control	2	válvula a relé OVH OFF-T	0,000	0,000	1	A	0,000	4	El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto
1.1.5.1.2.0.0 1.2.7.1.2.0.0 1.3.5.1.2.0.0	BRK	Válvula de retención RV19T (B03)	I88744	revisión	control	2	válvula de retención OVH OFF-T	0,000	0,000	1	A	0,000	6	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller. El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto
1.1.5.2.5.0.0 1.2.7.2.5.0.0 1.3.5.2.5.0.0	BRK	Válvula limitadora DR4 (L02)	I86304	revisión	control	2	válvula limitadora de presión OVH OFF-T	12,500	0,250	1	A	0,250	6	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller. El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto
1.1.5.1.12.0.0 1.2.7.1.11.0.0 1.3.5.1.12.0.0	BRK	Electroválvula WMV01ZEST (B33) aflojamiento indebido alimentación 09Y16	II16356/1 024	revisión	control	2	válvula electromagnética OVH OFF-T	0,000	0,000	1	A	0,000	6	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller. El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto.
1.1.5.1.1.0.0 1.2.7.1.1.0.0 1.3.5.1.1.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN12SM (B02)	II53483/1 A1E	revisión	control	2	llave de interrupción OVH OFF-T	0,000	0,000	1	A	0,000	6	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller. El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto
1.1.5.1.3.0.0 1.2.7.1.3.0.0 1.3.5.1.3.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN20SM (B14)	II53484/1 A1E	revisión	control	2	llave de interrupción OVH OFF-T	0,000	0,000	1	A	0,000	12	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller. El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto
1.1.5.1.10.0.0 1.2.7.1.9.0.0 1.3.5.1.10.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN10SM (B24)	II50173/1 A1RE	revisión	control	2	llave de interrupción OVH OFF-T	0,000	0,000	1	A	0,000	6	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller. El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto

D.1.2 - Vida útil de los frenos

1.1.5.1.13.0.0 1.2.7.1.12.0.0 1.3.5.1.13.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN20 (B34)	II50175/1 A3L	revisión	control	2		llave de interrupción OVH OFF-T	0,000	0,000	1	A	0,000	12	El costo de los materiales comprende los materiales y MdO para la revisión en taller. El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto
1.2.7.1.27.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN25E (B43)	II50176/1 A1R	revisión	control	2		llave de interrupción OVH OFF-T	0,000	0,000	1	A	0,000	2	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller. El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto
1.2.7.1.28.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN8 (B44.01)	II50172/1 A1L	revisión	control	2		llave de interrupción OVH OFF-T	0,000	0,000	1	A	0,000	2	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller. El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto
1.2.7.1.29.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN25E (B44.02)	II50176/1 A1R	revisión	control	2		llave de interrupción OVH OFF-T	0,000	0,000	1	A	0,000	2	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller. El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto
1.1.5.1.22.0.0 1.2.7.1.33.0.0 1.3.5.1.22.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN8E (B54.01)	II60172/1 A1L	revisión	control	2		llave de interrupción OVH OFF-T	0,000	0,000	1	A	0,000	6	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller. El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto
1.1.5.1.23.0.0 1.2.7.1.34.0.0 1.3.5.1.23.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN20 (B54.02)	II50175/1 A3L	revisión	control	2		llave de interrupción OVH OFF-T	0,000	0,000	1	A	0,000	6	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller. El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto
1.2.7.1.37.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN8E (B66)	II50172/1 A1LE	revisión	control	2		llave de interrupción OVH OFF-T	0,000	0,000	1	A	0,000	2	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller. El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto
1.1.5.1.28.0.0 1.2.7.1.40.0.0 1.3.5.1.28.0.0	BRK	Válvula de tres vías (B70)	20767A0	revisión	control	2		válvula de tres vías	0,000	0,000	1	A	0,000	6	El costo de los materiales comprende los materiales y MdO para la revisión en taller. El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto

D.1.2 - Vida útil de los frenos

1.1.5.2.4.0.0 1.2.7.2.4.0.0 1.3.5.2.4.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN12E (L01)	II50174/1 A1RE	revisión	control	2		llave de interrupción OVH OFF-T	0,000	0,000	1	A	0,000	12	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller. El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto
1.1.5.2.7.0.01.2 7.2.7.0.01.3.5.2 7.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN8 (L04.01)	II50172/1 A1L	revisión	control	2		llave de interrupción OVH OFF-T	0,000	0,000	1	A	0,000	12	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller. El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto
1.1.5.2.11.0.0 1.2.7.2.11.0.0 1.3.5.2.11.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN12 (L16)	II50174/1 A2L	revisión	control	2		llave de interrupción OVH OFF-T	0,000	0,000	1	A	0,000	12	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller. El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto
1.1.5.2.14.0.0 1.2.7.2.14.0.0 1.3.5.2.14.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN10 (L20.01)	II50173/1 A1R	revisión	control	2		llave de interrupción OVH OFF-T	0,000	0,000	1	A	0,000	24	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller. El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto
1.1.5.2.15.0.0 1.2.7.2.15.0.0 1.3.5.2.15.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN10 (L20.03)	II50173/1 A1R	revisión	control	2		llave de interrupción OVH OFF-T	0,000	0,000	1	A	0,000	24	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller. El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto
1.1.5.2.19.0.0 1.2.7.2.19.0.0 1.3.5.2.19.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN10E (N05)	II50173/1 A1RE	revisión	control	2		llave de interrupción OVH OFF-T	0,000	0,000	1	A	0,000	12	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y la MdO para la revisión en taller. El tiempo de sustitución considerado es el tiempo de sustitución del conjunto
1.1.12.1.1.0.0 1.2.16.1.1.0.0 1.3.14.1.1.0.0	BRK	Depósito aire A 150 (B04)	II56993/1 50	Sustitución si fuera necesario	sustitución según estado	1		depósito	50,000	1,000	1	B	1,000	6	Considerado el 50% de probabilidad de sustitución
1.1.12.1.2.0.0	BRK	Depósito aire A1 (B32.05)	II51150/0 01	Sustitución si fuera necesario	sustitución según estado	1		depósito	50,000	1,000	1	B	1,000	2	Considerado el 50% de probabilidad de sustitución
1.1.12.1.3.0.0	BRK	Depósito aire A 150 (B44)	II56993/1 50	Sustitución si fuera necesario	sustitución según estado	1		depósito	50,000	1,000	1	B	1,000	2	Considerado el 50% de probabilidad de sustitución
1.1.12.1.4.0.0 1.2.16.1.2.0.0 1.3.14.1.2.0.0	BRK	Depósito aire A 200 (B54)	II56993/1 50	Sustitución si fuera necesario	sustitución según estado	1		depósito	50,000	1,000	1	B	1,000	6	Considerado el 50% de probabilidad de sustitución

D.1.2 - Vida útil de los trenes

1.1.12.1.5.0.0 1.2.16.1.3.0.0 1.3.14.1.3.0.0	BRK	Depósito aire A 78 (L04)	II56893/078	Sustitución si fuera necesario	sustitución según estado	1		depósito	50,000	1,000	1	B	1,000	12	Considerado el 50% de probabilidad de sustitución
1.1.12.1.6.0.0 1.2.16.1.4.0.0 1.3.14.1.4.0.0	BRK	Depósito aire A 10 (L20)	II56853/010	Sustitución si fuera necesario	sustitución según estado	1		depósito	50,000	1,000	1	B	1,000	24	Considerado el 50% de probabilidad de sustitución
1.1.5.1.20.0.0 1.3.5.1.20.0.0	BRK	Conexión flexible (B49)	302869A0	Sustitución	sustitución	1		Conexión flexible (B49)	12,500	0,250	1	B	0,250	4	
1.1.5.1.25.0.0 1.2.7.1.36.0.0 1.3.5.1.25.0.0	BRK	Conexión flexible (B64)	II52665/1000	Sustitución	sustitución	1		Conexión flexible (B64)	12,500	0,250	1	B	0,250	12	
1.1.5.2.13.0.0 1.2.7.2.13.0.0 1.3.5.2.13.0.0	BRK	Conexión flexible (L19)	II58596/0610	Sustitución	sustitución	1		Conexión flexible (L19)	12,500	0,250	1	B	0,250	24	
1.1.5.2.16.0.0 1.2.7.2.16.0.0 1.3.5.2.16.0.0	BRK	Conexión flexible (L21)	TA29418_028	Sustitución	sustitución	1		Conexión flexible (L21)	12,500	0,250	1	B	0,250	24	
1.1.5.2.17.0.0 1.2.7.2.17.0.0 1.3.5.2.17.0.0	BRK	Conexión flexible (L22)	TA29418_028	Sustitución	sustitución	1		Conexión flexible (L22)	12,500	0,250	1	B	0,250	24	
1.1.5.3.1.0.0 1.2.7.3.1.0.0 1.3.5.3.1.0.0	BRK	Conexión flexible (B10)	II58596/0610	Sustitución	sustitución	1		Conexión flexible (B10)	12,500	0,250	1	B	0,250	12	
1.1.5.3.2.0.0 1.2.7.3.2.0.0 1.3.5.3.2.0.0	BRK	Conexión flexible (B36)	II58596/0610	Sustitución	sustitución	1		Conexión flexible (B36)	12,500	0,250	1	B	0,250	12	
1.1.5.3.3.0.0 1.2.7.3.3.0.0 1.3.5.3.3.0.0	BRK	Conexión flexible (C07)	II52686/1400	Sustitución	sustitución	1		Conexión flexible (C07)	12,500	0,250	1	B	0,250	32	
1.1.5.3.4.0.0 1.2.7.3.4.0.0 1.3.5.3.4.0.0	BRK	Conexión flexible (C08)	II52678/1000	Sustitución	sustitución	1		Conexión flexible (C08)	12,500	0,250	1	B	0,250	24	
1.1.5.3.10.0.0 1.2.7.3.10.0.0 1.3.5.3.10.0.0	BRK	Conexión flexible (C14)	II52678/1000	Sustitución	sustitución	1		Conexión flexible (C14)	12,500	0,250	1	B	0,250	24	
1.2.16.2.1.0.0	BRK	Conexión flexible (B25)	II58596/0760	Sustitución	sustitución	1		Conexión flexible (B25)	12,500	0,250	1	B	0,250	2	
1.2.16.2.4.0.0	BRK	Conexión flexible (B41)	II58596/0760	Sustitución	sustitución	1		Conexión flexible (B41)	12,500	0,250	1	B	0,250	2	
1.1.12.2.5.0.0 1.2.16.2.7.0.0 1.3.14.2.5.0.0	BRK	Conexión flexible (B48)	302869A0	Sustitución	sustitución	1		Conexión flexible (B48)	12,500	0,250	1	B	0,250	12	
1.1.12.2.6.0.0 1.2.16.2.8.0.0	BRK	Unión flexible (B72)	II47966/0320	Sustitución	sustitución	1		Unión flexible (B72)	12,500	0,250	1	B	0,250	4	
1.3.14.2.6.0.0	BRK	Unión flexible (B73)	0	Sustitución	sustitución	1		Unión flexible (B73)	12,500	0,250	1	B	0,250	2	
1.2.16.2.9.0.0 1.3.14.2.7.0.0	BRK	Unión flexible (B74)	II58599/0760	Sustitución	sustitución	1		Unión flexible (B74)	12,500	0,250	1	B	0,250	8	

D.1.2 - Vida útil de los frenos

1.2.16.2.10.0.0	BRK	Unión flexible (B75)	TA29418-029	Sustitución	sustitución	1		Unión flexible (B75)	12,500	0,250	1	B	0,250	4,000	
1.2.16.2.19.0.0	BRK	Conexión flexible (W02)	I158599/0760	Sustitución	sustitución	1		Conexión flexible (W02)	12,500	0,250	1	B	0,250	2,000	
1.2.16.3.6.0.0 1.3.14.3.6.0.0	BRK	Conexión flexible (U08)	I158602/0560	Sustitución	sustitución	1		Conexión flexible (U08)	12,500	0,250	1	B	0,250	4,000	
1.2.7.3.8.0.0	BRK	Cilindro freno con freno a resorte (C12)	I158634/2RN	revisión general	control	2		pinzas freno	100,000	1,000	2	A	2,000	8,000	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller
1.2.7.3.9.0.0	BRK	Cilindro freno sin freno a resorte (C13)	I156228/2RN	revisión general	control	2		pinzas freno	100,000	1,000	2	A	2,000	8,000	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller
1.1.5.3.8.0.0 1.3.5.3.8.0.0	BRK	Cilindro freno WZ99DPF10TKTS (C02)	I158635/2RN	revisión general	control	2		pinzas freno	100,000	1,000	2	A	2,000	8,000	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller
1.1.5.3.9.0.0 1.3.5.3.9.0.0	BRK	Cilindro freno WZ99DPF10TKTS(C03)	I158635/2RN	revisión general	control	2		pinzas freno	100,000	1,000	2	A	2,000	8,000	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller
1.1.5.2.1.0.0 1.2.7.2.1.0.0 1.3.5.2.1.0.0	BRK	Electroválvulas antipatinaje GV12ESRA (G01)	I139297/00024A	revisión general	control	2			25,000	0,500	1	A	0,500	8,000	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller
1.1.5.2.6.0.0 1.2.7.2.6.0.0 1.3.5.2.6.0.0	BRK	Válvula de presión media MDV1 (L03)	I20871	revisión general	control	2		válvula de recambio	16,650	0,333	1	A	0,333	6,000	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller
1.1.5.2.8.0.0 1.2.7.2.8.0.0 1.3.5.2.8.0.0	BRK	Válvula niveladora SV1205D3 (L08)	I60829	revisión general	control	2		válvula de recambio	12,500	0,250	1	A	0,250	24,000	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller
1.1.5.2.9.0.0 1.2.7.2.9.0.0 1.3.5.2.9.0.0	BRK	Válvula limitadora D1,5 (L12)	I25510/Q	revisión	control	2		válvula limitadora de presión OVH OFF-T	12,500	0,250	1	A	0,250	12	El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller
1.1.12.0.0.0.0 1.2.16.0.0.0.0 1.3.14.0.0.0.0	BRK	instalación neumática	0	control visual y test funcional general (incluido depósitos)	control	1			0	400,000	4,000	2	A	8,000	1,000

[Handwritten signature and stamp]



D.1.2 - Vida útil de los frenos

1.2.12.2.0.0.0	POW	Pantógrafo	0	Sustitución del pantógrafo por revisión general Revisión en banco con sustitución de eventuales piezas desgastadas o dañadas	sustitución/control	2		Plataforma elevada. Equipamiento para seguridad del personal de mantenimiento Grúa-puente. Eslingas. Carro transportador. Piezas varias según catálogo recambios.		150,000	1,500	2	A	3,000	2,000		El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller
----------------	-----	------------	---	---	---------------------	---	--	--	--	---------	-------	---	---	-------	-------	--	--

Frecuencia de la intervención: 800.000 Km

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Código componente	SYS	Descripción Componente	p/n	Acción de mantenimiento	Tipo de intervención	Nivel de Mantenimiento (1= en tren 2= en taller)	Herramientas especiales	Materiales [indicar cuales]	Costo materiales (Euros)	Costo mano de obra (Euros)	Tiempo operación (horas)	n. personas	skill (B=base I=intermediario A=avanzado)	Tiempo horas/hombre (horas)	Cant. componente por convoy	Ficha Manual de Mantenimiento	Notas
1.2.16.4.0.0.0	GPTA	Grupo producción y tratamiento aire (A01)		sustitución por revisión, revisión de los componentes	sustitución	1			0,000	325,050	2,167	3,000	B	6,501	2		El tiempo indicado en la columna 11 es el tiempo para el desmontaje y montaje del GPTA en primer nivel
1.2.16.4.1.0.0	GPTA	Compresor CRVT6G15 (A01.001)	II59193	Revisión en el banco compresor y motor eléctrico	control	2		tornillos compresor de recambio	0,000	0,000	0,000	1,000	A	0,000	2		El tiempo en primera línea está comprendido en el tiempo del conjunto superior. El costo materiales comprende el costo materiales y MdO para la revisión en banco del compresor.
1.2.16.4.2.0.0	GPTA	Desecador LTZ015.2H (A01.002) 09T06	II52418/1 6072	Revisión en el banco compresor y motor eléctrico	control	2		recambios unidad secador de aire LTZ015H OVH OFF-T	0,000	0,000	0,000	1,000	A	0,000	2		El tiempo en primera línea está comprendido en el tiempo del conjunto superior. El costo materiales comprende el costo materiales y MdO para la revisión en banco del compresor.
1.2.16.4.5.0.0	BRK	Tubería flexible (A04)	250934A3	sustitución	sustitución	1		Tubos flexibles		12,500	0,250	1,000	B	0,250	2		
1.1.7.0.0.0.0 1.2.9.0.0.0.0 1.3.7.0.0.0.0	CBO	Pasillo intercomunicación		Revisión general	control	1			0,000	100,000	2,000	1,000	I	2,000	5		
1.1.7.0.0.0.0 1.2.9.0.0.0.0 1.3.7.0.0.0.0	CBO	Pasillo intercomunicación		Revisión general	control	1			0,000	100,000	2,000	1,000	I	2,000	5		

D.1.2 - Vida útil de los frenes

Frecuencia de la intervención: 1.200.000 Km

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Código componente	SYS	Descripción Componente	p/n	Acción de mantenimiento	Tipo de intervención	Nivel de Mant. (1= en tren 2= en taller)	Herramientas especiales	Materiales [indicar cuales]	Costo materiales (Euros)	Costo mano de obra (Euros)	Tiempo operación (horas)	n. personas	skill (B=base I=intermedio A=avanzado)	Tiempo horas/hombre (horas)	Cant. componente por convoy	Ficha Manual de Mantenimiento	Notas
1.1.13.0.0.0.0 1.2.17.0.0.0.0 1.3.15.0.0.0.0	DOOR	Puertas externas		Sustitución sellado puerta y junta protección; renovación sellado del panel ventana	sustitución	1		Sellado Junta de protección perfil sellante		250,000	2,500	2	A	5,000	48		
1.1.13.0.0.0.0 1.2.17.0.0.0.0 1.3.15.0.0.0.0	DOOR	Puertas externas		Sustitución NOVRAM	sustitución	1		NOVRAM		8,500	0,170	1	A	0,170	48		
1.1.13.1.12.0.0 1.2.17.1.12.0.0 1.3.15.1.12.0.0	DOOR	Interruptor limite (S1)	8HN4006 39P01	Sustitución	sustitución	1		interruptor		5,500	0,110	1	A	0,110	48		
1.1.13.1.13.0.0 1.2.17.1.13.0.0 1.3.15.1.13.0.0	DOOR	Interruptor limite (S2)	8HN4006 39P01	Sustitución	sustitución	1		interruptor		11,000	0,220	1	A	0,220	48		
1.1.13.1.10.6.0 1.2.17.1.10.6.0 1.3.15.1.10.6.0	DOOR	Interruptor emergencia (S3)	8HN4006 39P01	Sustitución	sustitución	1		interruptor		16,500	0,330	1	A	0,330	48		
1.1.13.1.10.1.0 1.2.17.1.10.1.0 1.3.15.1.10.1.0	DOOR	Interruptor (Interruptor de servicio S4)	8HN4011 98R02	Sustitución	sustitución	1		interruptor		11,000	0,220	1	A	0,220	48		
1.1.13.8.0.0.0 1.2.17.8.0.0.0 1.3.15.8.0.0.0	DOOR	Cable bowden (acceso/salida)	3T308165 R58	Sustitución cable salida	sustitución	1		cable bowden salida		11,000	0,220	1	A	0,220	96		
1.1.13.8.0.0.0 1.2.17.8.0.0.0 1.3.15.8.0.0.0	DOOR	Cable bowden (acceso/salida)	3T308165 R58	Sustitución cable acceso	sustitución	1		cable bowden acceso		11,000	0,220	1	A	0,220	96		
1.1.13.1.8.0.0 1.2.17.1.8.0.0 1.3.15.1.8.0.0	DOOR	Sistema de bloqueo (Electromagn. brake Y1)	3TD0076 9R01	Sustitución	sustitución	1		Solenoid Y1		11,000	0,220	1	A	0,220	48		
1.1.13.1.7.0.0 1.2.17.1.7.0.0 1.3.15.1.7.0.0	DOOR	Grupo Motor	3T203272 R03	Sustitución	sustitución	1		Grupo motor y rueda dentada		11,000	0,220	1	A	0,220	48		
1.1.13.1.1.5.0 1.2.17.1.1.5.0 1.3.15.1.1.5.0	DOOR	Tampón	3DN4008 26R29	Sustitución	sustitución	1		Tampón		2,750	0,055	1	A	0,055	48		
1.1.13.1.2.5.01.2 1.17.1.2.5.01.3.15 1.2.5.0	DOOR	Tampón	3DN4008 26R29	Sustitución	sustitución	1		Tampón		2,750	0,055	1	A	0,055	48		



D.1.2 - Vida útil de los trenes

1.1.17.3.0.0.0 1.2.23.3.0.0.0 1.3.19.3.0.0.0	HVACCOM	Moto-ventilador del condensador	0	Sustitución ventilador condensación	sustitución	1		Ventilador condensación	12,500	0,250	1	I	0,250	12	
1.1.17.0.0.0.0 1.2.23.0.0.0.0 1.3.19.0.0.0.0	HVACCOM	Climatización compartimiento pasajeros	0	Sustitución pila reloj centralita	sustitución	1		pila	16,500	0,330	1	I	0,330	6	
1.1.10.1.1.0.0	BATT	Batería 24Vcc completa	no definido	Sustitución batería	sustitución	1		Batería	100,000	2,000	1	B	2,000	2	
1.2.12.3.2.0.0 1.3.10.1.2.0.0	IR	Contacto de arco móvil	42811634 B02	Sustitución contacto	sustitución	2		Contacto	8,125	0,163	1	A	0,163	4	El costo materiales incluye el costo materiales y MdO por revisión en taller
1.2.12.3.1.0.0 1.3.10.1.1.0.0	IR	Componentes IR	no definido	Sustitución contacto de arco fijo	sustitución	2		Contacto	8,125	0,163	1	A	0,163	4	El costo materiales incluye el costo materiales y MdO por revisión en taller
1.2.12.3.4.0.0 1.3.10.1.4.0.0	IR	Conjunto chimenea	42811821 C01	Sustitución paquetes y placas	sustitución	2		Paquetes y placas	6,500	0,130	1	A	0,130	4	El costo materiales incluye el costo materiales y MdO por revisión en taller
1.2.4.2.2.0.0 1.3.3.2.2.0.0	BOGM	Pivote	no definido	Verificar el estado del pivote en particular verificar de precarga no sean cambiadas durante el servicio	control	1	Calibre vía elevada		0,000	0,000	1	A	0,000	8	En caso de juego excesivo sustituir/ reparar el pivote
1.1.3.2.2.0.0	BOGP	Pivote	no definido	Verificar el estado del pivote en particular verificar de precarga no sean cambiadas durante el servicio	control	1	Calibre vía elevada		0,000	0,000	1	A	0,000	4	En caso de juego excesivo sustituir/ reparar el pivote
1.2.24.1.0.0.0	COUP	Enganche automático SD25,KPL	D228960-100	sustitución por revisión general en el banco	control	2		kit para revisión	200,000	2,000	2	A	4,000	2	el tiempo especificado en la columna 11 es el tiempo para desmontaje/montaje en 1° nivel El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller
1.1.18.1.2.0.0 1.2.24.2.2.0.0	COUP	barra de tracción con plato articulado	D229638-100	sustitución por revisión general en el banco	control	2		kit para revisión	100,000	1,000	2	A	2,000	4	el tiempo especificado en la columna 11 es el tiempo para desmontaje/montaje en 1° nivel El costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller
1.3.20.2.0.0.0	COUP	Acoplador semiautomático COMPACT	D250247-100	sustitución por revisión general en el banco	control	2		kit para revisión	200,000	2,000	2	A	4,000	2	el tiempo especificado en la columna 11 es el tiempo para desmontaje/montaje en 1° nivel el costo de los materiales comprende el costo de los materiales y MdO para la revisión en taller

D.1.2 - Vida útil de los trenes

																	taller
1.2.4.4.0.0.0 1.3.3.4.0.0.0	RID	Reductor	UM12632 00MF01	revisión	control	2		materiales para reacondicionamien to	0,000	0,000	1	A	0,000	16			El costo materiales incluye el costo materiales y MdO por revisión en taller
1.2.4.0.0.0.0 1.3.3.0.0.0.0	BOGM	Bogie motor	0	revisión instalación eléctrica en bogie	control	2			0,000	0,000	1	A	0,000	8			El costo materiales incluye el costo materiales y MdO por revisión en taller
1.1.3.0.0.0.0	BOGP	Bogie portante	0	revisión instalación eléctrica en bogie	control	2			0,000	0,000	1	A	0,000	4			El costo materiales incluye el costo materiales y MdO por revisión en taller
1.2.4.1.0.0.0 1.3.3.1.0.0.0	BOGM	Bastidor	UT12005 15MW01	control escuadrado	control	2			0,000	0,000	1	I	0,000	8			El costo materiales incluye el costo materiales y MdO por revisión en taller
1.1.3.1.0.0.0	BOGP	Bastidor	UT12005 15MW01	control escuadrado	control	2			0,000	0,000	1	I	0,000	4			El costo materiales incluye el costo materiales y MdO por revisión en taller
1.2.4.3.3.0.0 1.3.3.3.3.0.0	BOGM	Cajón chumacera	no definido	revisión	control	2		materiales para revisión	0,000	0,000	1	A	0,000	32			El costo materiales incluye el costo materiales y MdO por revisión en taller
1.1.3.3.3.0.0	BOGP	Cajón chumacera	no definido	revisión	control	2		materiales para revisión	0,000	0,000	1	A	0,000	16			El costo materiales incluye el costo materiales y MdO por revisión en taller
1.1.3.5.3.0.0	BOGP	Amortiguador lateral	45/77732 9	sustitución	sustitución	2		componente a sustituir	0,000	0,000	2	I	0,000	8			El costo materiales incluye el costo materiales y MdO por revisión en taller
1.1.3.5.5.0.0	BOGP	Amortiguador vertical	54/77732 8	sustitución	sustitución	2		componente a sustituir	0,000	0,000	2	I	0,000	8			El costo materiales incluye el costo materiales y MdO por revisión en taller
1.2.4.3.1.0.0 1.3.3.3.1.0.0	BOGM	Rueda	66L228_1	Sustitución	sustitución	2		ruedas nuevas/reacondici onadas	0,000	0,000	1	I	0,000	32			El costo materiales incluye el costo materiales y MdO por revisión en taller
1.1.3.3.1.0.0	BOGP	Rueda	66L228_1	Sustitución	sustitución	2		ruedas nuevas/reacondici onadas	0,000	0,000	1	I	0,000	16			El costo materiales incluye el costo materiales y MdO por revisión en taller
1.1.5.1.1.0.0 1.2.7.1.1.0.0 1.3.5.1.1.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN12SM (B02)	II53483/1 A1E	sustitución	sustitución	1		válvula	8,500	0,170	1	A	0,170	6			
1.1.5.1.3.0.0 1.2.7.1.3.0.0 1.3.5.1.3.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN20SM (B14)	II53484/1 A1E	sustitución	sustitución	1		válvula	8,500	0,170	1	A	0,170	12			
1.1.5.1.10.0.0 1.2.7.1.9.0.0 1.3.5.1.10.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN10SM (B24)	II50173/1 A1RE	sustitución	sustitución	1		válvula	8,500	0,170	1	A	0,170	6			

D.1.2 - Vida útil de los frenos

1.1.5.1.13.0.0 1.2.7.1.12.0.0 1.3.5.1.13.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN20 (B34)	II50175/1 A3L	sustitución	sustitución	1		válvula	8,500	0,170	1	A	0,170	12	
1.2.7.1.27.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN25E (B43)	II50176/1 A1R	sustitución	sustitución	1		válvula	8,500	0,170	1	A	0,170	2	
1.2.7.1.28.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN8 (B44.01)	II50172/1 A1L	sustitución	sustitución	1		válvula	8,500	0,170	1	A	0,170	2	
1.2.7.1.29.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN25E (B44.02)	II50176/1 A1R	sustitución	sustitución	1		válvula	8,500	0,170	1	A	0,170	2	
1.1.5.1.22.0.0 1.2.7.1.33.0.0 1.3.5.1.22.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN8E (B54.01)	II60172/1 A1L	sustitución	sustitución	1		válvula	8,500	0,170	1	A	0,170	6	
1.1.5.1.23.0.0 1.2.7.1.34.0.0 1.3.5.1.23.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN20 (B54.02)	II50175/1 A3L	sustitución	sustitución	1		válvula	8,500	0,170	1	A	0,170	6	
1.2.7.1.37.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN8E (B66)	II50172/1 A1LE	sustitución	sustitución	1		válvula	8,500	0,170	1	A	0,170	2	
1.1.5.1.28.0.0 1.2.7.1.40.0.0 1.3.5.1.28.0.0	BRK	Válvula de tres vías (B70)	20767A0	sustitución	sustitución	1		válvula	8,500	0,170	1	A	0,170	6	
1.1.5.2.4.0.0 1.2.7.2.4.0.0 1.3.5.2.4.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN12E (L01)	II50174/1 A1RE	sustitución	sustitución	1		válvula	8,500	0,170	1	A	0,170	12	
1.1.5.2.7.0.0 1.2.7.2.7.0.0 1.3.5.2.7.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN8 (L04.01)	II50172/1 A1L	sustitución	sustitución	1		válvula	8,500	0,170	1	A	0,170	12	
1.1.5.2.11.0.0 1.2.7.2.11.0.0 1.3.5.2.11.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN12 (L16)	II50174/1 A2L	sustitución	sustitución	1		válvula	8,500	0,170	1	A	0,170	12	
1.1.5.2.14.0.0 1.2.7.2.14.0.0 1.3.5.2.14.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN10 (L20.01)	II50173/1 A1R	sustitución	sustitución	1		válvula	8,500	0,170	1	A	0,170	24	
1.1.5.2.15.0.0 1.2.7.2.15.0.0 1.3.5.2.15.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN10 (L20.03)	II50173/1 A1R	sustitución	sustitución	1		válvula	8,500	0,170	1	A	0,170	24	
1.1.5.2.19.0.0 1.2.7.2.19.0.0 1.3.5.2.19.0.0	BRK	Válvula de cierre SKDN10E (N05)	II50173/1 A1RE	sustitución	sustitución	1		válvula	8,500	0,170	1	A	0,170	12	



D.1.2 - Vida útil de los frenes

1.1.5.2.18.0.0 1.2.7.2.18.0.0 1.3.5.2.18.0.0	BRK	Arenero	163272/1A	revisión	control	1		varios		33,300	0,333	2	A	0,666	12		
1.1.7.1.0.0.0 1.2.9.1.0.0.0 1.3.7.1.0.0.0	CBO	Fuelle ondulado	41497491 00	Sustitución fuelle	sustitución	2	punte-grúa, correas de contención	fuelle		500,000	5,000	2	A	10,000	5		

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
AV. GAMBETTA 1000
LIMA - PERÚ

<p>D.1.3.</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>D) DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
--	--

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

D.1.3. GÁLIBO

Índice

Introducción	3
D.1.3.1 INTERFACES MECANICAS DEL MATERIAL RODANTE	6
D.1.3.1.1 Objeto	6
D.1.3.1.2 Acronimós y abreviaturas	6
D.1.3.1.3 documentos de referencia	6
D.1.3.1.3.1 documentos del cliente	6
D.1.3.1.3.2 Documentos internos de trabajo del consorcio	6
D.1.3.1.3.3 Documentos de AnsaldoBreda	6
D.1.3.1.4 datos generales	7
D.1.3.1.4.1 datos del vehículo	7
D.1.3.1.4.2 velocidad del vehículo.....	7
D.1.3.1.4.3 Insuficiencia de Peralte	8
D.1.3.1.4.4 Contragolpe (jerk) lateral	9
D.1.3.1.4.5 Gálibo estático - secciones estáticas máximas del vehículo	10
D.1.3.1.5 Gálibo dinámico y cinemático	12
D.1.3.1.5.1 Gálibo dinámico en transición a curva prolongada y en vía recta	13
D.1.3.1.6 interfaz vehículo-Andén	15
D.1.3.1.6.1 Disposición del andén.....	15
D.1.3.1.6.2 posición del Andén.....	15
D.1.3.1.6.3 Velocidad operativa máxima del vehiculo en relación con el andén	16
D.1.3.1.6.4 analysis vehiculo-andén	16
D.1.3.1.7 espacio disponible en los bajos del vehiculo.....	16
D.1.3.1.8 espacio disponible en el techo del vehiculo.....	17
D.1.3.1.9 paramteros generales de la vía.....	19
D.1.3.1.9.1 Alineación horizontal.....	19
D.1.3.1.9.1.1 Radios de curva	19
D.1.3.1.9.1.2 Peralte.....	19
D.1.3.1.9.1.3 Inclinación del peralte.....	19
D.1.3.1.9.1.4 Tangente mínima entre dos curvas	20
D.1.3.1.9.2 alineación vertical.....	21
D.1.3.1.9.2.1 Radios de curva vertical	21
D.1.3.1.9.2.2 Longitud de pendiente mínima entre curvas verticales	21
D.1.3.1.9.2.3 Combinaciones de curvas horizontales y verticales	22
D.1.3.1.10 Anexo 1 – análisis de datos de vía	24
D.1.3.2 INTERFAZ VEHICULO-ANDÉN	29
D.1.3.2.1 Introducción	29
D.1.3.2.1.1 Objeto	29
D.1.3.2.1.1.1 Acronimos y abreviaturas	29
D.1.3.2.1.2 documentos de referencia	30
D.1.3.2.1.2.1 Documentos del cliente	30
D.1.3.2.1.2.1.1 Documentos de ansaldobreda.....	30
D.1.3.2.1.2.1.2 Normas de referencia	30



D.1.3.2.1.3	Requisitos	31
D.1.3.2.2	Interfaz vehiculo-andén	32
D.1.3.2.2.1	dispcción del andén	32
D.1.3.2.2.2	posición del andén	32
D.1.3.2.2.3	Velocidad operativa máxima del vehículo en relación con el andén	32
D.1.3.2.2.4	estados operativos del vehículo en relación con el andén.....	33
D.1.3.2.2.5	Análisis vehiculo-andén	34
D.1.3.2.2.5.1	Análisis de las separaciones entre vehículo y andén	34
D.1.3.2.2.5.2	Análisis de espacios libres.....	35
D.1.3.2.2.5.3	Verificación de la apertura de las puertas	38
D.1.3.3	Apéndice 1 – Gálibo Estático	40
D.1.3.4	Apéndice 2 – Análisis del espacio libre.....	41
D.1.3.5	Apéndice 3 – Análisis de Separaciones	42
D.1.3.6	Appendice 4 – Gálibo dinámico 1 de 5	43
D.1.3.7	Appendice 4 – Gálibo dinámico 2 de 5	44
D.1.3.8	Appendice 4 – Gálibo dinámico 3 de 5	45
D.1.3.9	Appendice 4 – Gálibo dinámico 4 de 5	46
D.1.3.10	Appendice 4 – Gálibo dinámico 5 de 5	47
D.1.3.11	Appendice 5 - Verificación de la apertura de las puertas	48
D.1.3.12	Apéndice 6 - Análisis del espacio máximo disponible en bajo del coche.....	49
D.1.3.13	Apéndice 7 - Análisis del espacio máximo disponible en techo.....	50
D.1.3.14	Apéndice 8 – Comparación entre los gálibos segun la normas UIC 505-4 y UNI 7360:2010 – 1 de 3.....	51
D.1.3.15	Apéndice 8 – Comparación entre los gálibos segun la normas UIC 505-4 y UNI 7360:2010 – 2 de 3.....	52
D.1.3.16	Apéndice 8 – Comparación entre los gálibos segun la normas UIC 505-4 y UNI 7360:2010 – 3 de 3.....	53
D.1.3.17	Apéndice 9 – distancia vehiculo andén segun la norma UIC 505-4.....	54

Introducción

Objeto del presente documento técnico es presentar el diseño de los gálbos del tren a fin de definir el ancho de las estructuras en vía principal, estaciones y talleres de manera de definir la posición del borde del andén en vía recta y curva con distintos radios de curvatura.

Con referencia a los elementos de la "check list" del anexo 14 de la Circular 50, se afirma que los requisitos y los análisis se describen en los apartados siguientes. En particular:

- Consulte las epígrafes D.1.3.1.5, D.1.3.1.6 y los apéndices para los requisitos relativos a la "ancho de las Estructuras principal de vía, Estaciones Talleres y patios."
- Consulte las epígrafes D.1.3.2 y D.1.3.1.6 y las apéndices 3 y 5 para el análisis de las interfaces entre el tren y los andenes en las Estaciones
- Consulte la epígrafe D.1.3.9 para los de las radios de curvatura de la vía y, en general, para la verificación de los parámetros de la vía
- Consulte la sección D.1.3.1.4.5 y las apéndices por el estudio del gálbo estatico
- Consulte la sección D.1.3.1.5 y las apéndices por el estudio de los gálbos cinemático y dinámico

Memoria de calculos y simulaciones sobre el Material rodante son incluye en toda esta sección y sus apartados y apéndices, como se muestra a continuación.

Con referencia a la anchura del túnel y su diámetro, se debe recordar que los resultados de las simulaciones de los gálbos del tren presentadas, en particular en el Apéndice 4, muestra que el requisito de una anchura de 3,8 m para el túnel, determinado en el anexo 6 del Tuo de Bases y en el Decreto Supremo n°039-2010-MTC, es ampliamente respetado. consulte la sección A.6.2 para los dibujos correspondiente.

El estudio del gálbo del vehículo y las verificaciones de la compatibilidad de la infraestructura se han realizado de conformidad con la norma aplicable UNI 7360:2010.

La UNI 7360:2010 está indicada entre las normas aplicables en el anexo 6 y es equivalente a la UIC 505-4 como una interfaz de comprobación de las obras civiles (hecho, en ambos casos es necesario garantizar una distancia minima entre el gálbo dinámico e las estructuras). Las razones para la aplicación de la UNI 7360:2010 con respecto a la UIC 505 son las siguientes:

- La UNI 7360:2010 está indicada entre las normas aplicables del Anexo 6, apéndice 3
- La UNI 7360:2010 es específica para los trenes de metro, es capaz de procesar gálbo dinámicas más cortos que los de la UIC 505 (ver figura abajo), lo que le permite optimizar el diámetro del túnel


 CONSORCIO [9194]
 NUEVO METRO DE LIMA
 Oficina de Ingeniería



008786

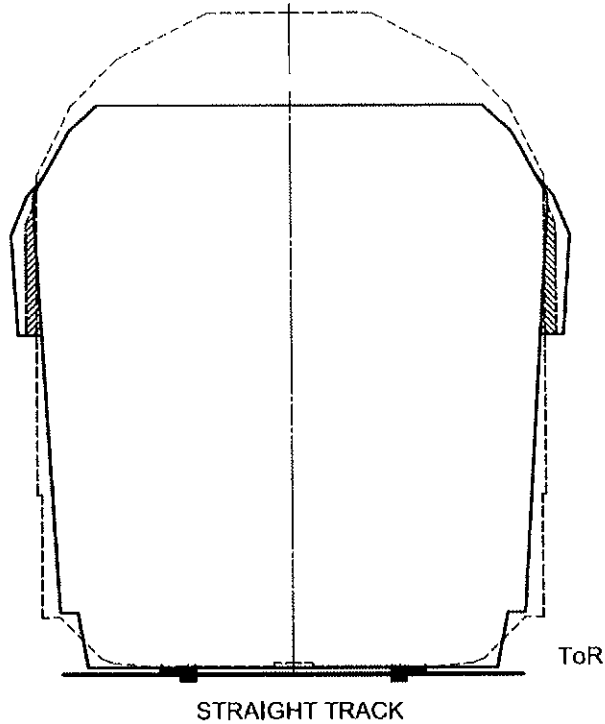


Figura 1 - Comparación entre gálbos según la UIC 505-4 y la UNI 7360:2010

De hecho, la figura anterior muestra que hay espacio sobre el gálbo dinámico del vehículo, que no se utiliza en el caso de adopción de la formas UIC 505: este espacio no sería utilizado.

- Las normas UIC 505-1 y 505-4 requieren, en particular en el párrafo 8 de la 505-4, para los trenes objeto del presente concurso, un valor mínimo de espaciamiento libre entre caja y andén entre 200 mm y 300 mm y por tanto no cumple el requisito establecido en los apartados del punto 7.4 del Anexo 6 Especificaciones técnicas básicas, donde indica: "...con un espaciamiento libre entre caja y andén de más de 5cm y menos de 10cm...". En la siguiente figura muestra la distancia entre el vehículo y el borde del andén de 225 mm:

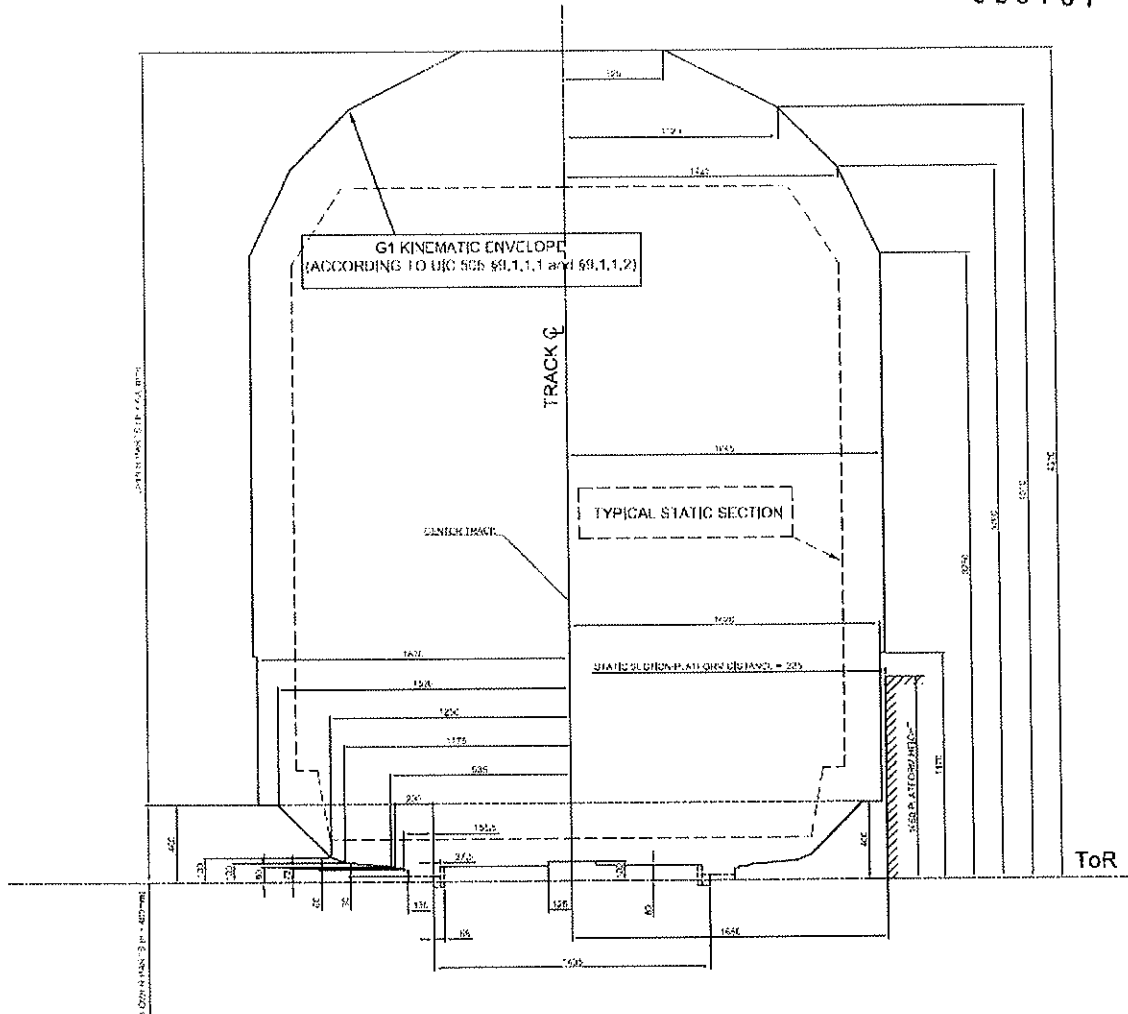


Figura 2 – distancia vehículo andén según la UIC 505-4

- la norma aplicable UNI 7360:2010 cumple con el siguiente requisito del punto 7.4 dell'Anexo 6 Especificaciones técnica básica:"... con un espaciamento libre entre caja y andén de más de 5cm y menos de 10cm..." porque permite poner los andenes a sólo 70 mm de distancia del tren. Consulte la sección D.1.3.2.2.5.1 y las apéndices.
- La UIC 505 no cumple las normas aplicable para vehículos de este tipo. Para respetar, por lo tanto, el requisito dell'anexo 6 y garantizar la seguridad de pasajeros incluyendo a las personas con movilidad reducida, y para reducir el distanciamiento entre el vehículo y el andén entre 50 mm y 100 mm, se utilizó la norma UNI 7360:2010 (incluido entre las normas aplicable al Apéndice 3 del Anexo 6) para el diseño de las gálibos del vehículo, consistentemente con otras normas internacionales (por ejemplo, la norma ADA en Estados Unidos y la norma francés ARRETE 13 Juliet 2009). La UIC 505 aplicada estrictamente implica problemas de seguridad por las siguientes razones:
 - una mayor probabilidad de caída de las personas en el trazado debido a una muy amplia brecha
 - la posibilidad de atrapamiento de personas entre vehículo y puertas de andén debido a la distancia excesiva del vehículo desde el andén

D.1.3.1 INTERFACES MECANICAS DEL MATERIAL RODANTE

008788

D.1.3.1.1 OBJETO

El objeto de la presente sección D.1.3.1 es presentar las interfaces mecánicas principales entre el vehículo y las obras civiles

Más específicamente:

- En la subsección D.1.3.4 se muestran los parámetros principales del vehículo.
- En la subsección D.1.3.5 se muestra el estudio del gálbo dinámico y cinemático.
- En la subsección D.1.3.1.6 y D.1.3.2 se muestra la interfaz vehículo-Andén.
- En la subsección D.1.3.7 se muestra el espacio disponible en los bajos del vehículo.
- En la subsección D.1.3.8 se muestra el espacio disponible en el techo del vehículo.
- En la subsección D.1.3.9 se muestran los parámetros de vía principales aceptados por el vehículo.

D.1.3.1.2 ACRONIMÓS Y ABREVIATURAS

AB	AnsaldoBreda
TOR	Top of Rail (sobre la cara del carril)
TOF	Top of Floor (sobre la parte superior del suelo)

D.1.3.1.3 DOCUMENTOS DE REFERENCIA**D.1.3.1.3.1 DOCUMENTOS DEL CLIENTE****Referencia Título**

[1] ANEXO 6 - Especificaciones Técnicas

D.1.3.1.3.2 DOCUMENTOS INTERNOS DE TRABAJO DEL CONSORCIO**Referencia Título**

[2] Horizontal track data – Line 2 (file 131122_Linea 2_Alt6.xlsx)

[3] Vertical track data – Line 2 (file rasa1.res)

[4] Horizontal track data – Line 4 (file 131118_Linea 4.xlsx)

[5] Vertical track data – Line 4 (file rasa2.res)

[6] Line 2 Stations (file CAMBIOS TRAZADO V 17_10.docx)

[7] Line 4 Stations (file CAMBIOS TRAZADO L4 V 17_10.docx)

D.1.3.1.3.3 DOCUMENTOS DE ANSALDOBRED A

OBJETO	CÓDIGO	Apéndice/Sección	REFERENCIA
Gálbo Estático	D-MR-030	Apéndice 1	[8]
Análisis del espacio máximo disponible en bajo del coche	D-MR-028	Apéndice 6	[9]
Análisis del espacio máximo	D-MR-029	Apéndice 7	[10]

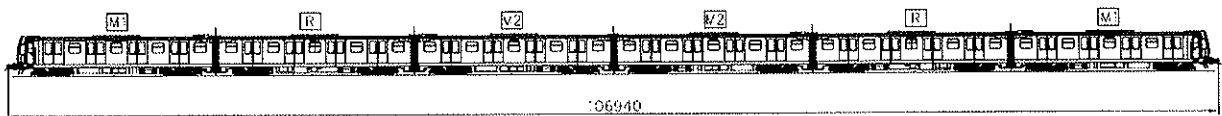
disponible en el techo			
Gálibo dinámico	D-MR-031	Apéndice 4	[11]
Interfaz Vehículo-Andén	D-MR-024	Sección D.1.3.2	[12]
Análisis de Separaciones	D-MR-026	Apéndice 3	[13]
Análisis de Espacios Libres	D-MR-025	Apéndice 2	[14]
Verificación de la Apertura de las Puertas	D-MR-027	Apéndice 5	[15]
Análisis de los parametros de trazado aceptados	Annex 1	Sección D.1.3.9	[16]

D.1.3.1.4 DATOS GENERALES

D.1.3.1.4.1 DATOS DEL VEHÍCULO

Los datos característicos del vehículo se indican en las siguientes tablas:

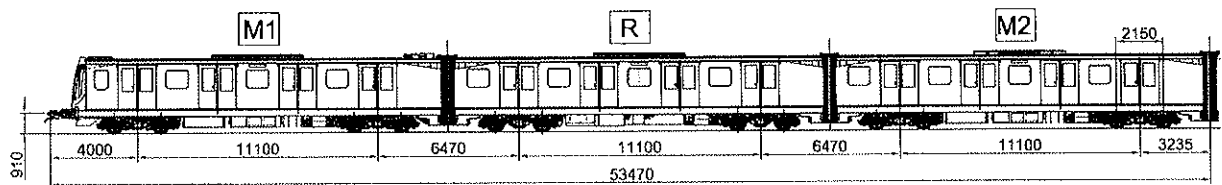
VALOR	DESCRIPCIÓN
11.100 mm	Distancia entre pivotes de bogie
2.150 mm	Distancia entre ejes de bogie



HRV Lima – Esquema de 6 coches



HRV Lima – Esquema de 7 coches



HRV Lima – Esquema de medio convoy

D.1.3.1.4.2 VELOCIDAD DEL VEHÍCULO

- Velocidad máxima en servicio: 80 km/h
- Velocidad máxima durante pruebas: 90 km/h
- Velocidad máxima en el depósito: 15 km/h
- Viaje de vuelta de emergencia con la suspensión averiada (*): 15 km/h

(*) El vehículo será puesto fuera de servicio si la suspensión secundaria de un bogie está averiada.

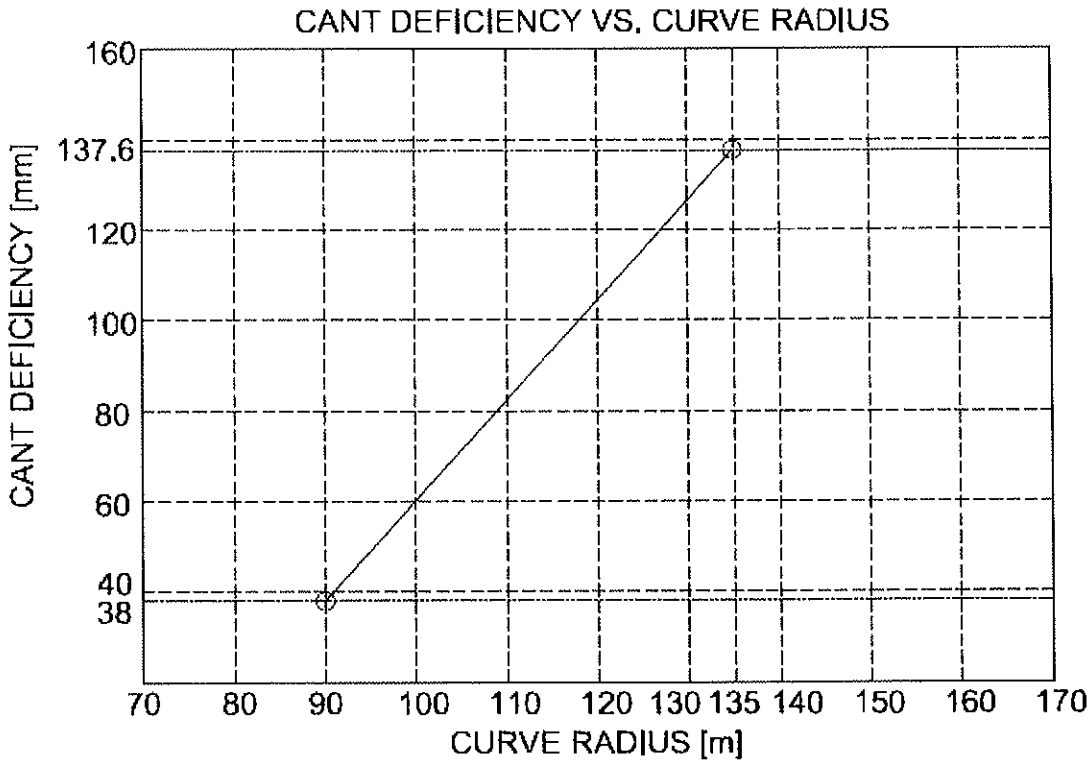
En este caso, el procedimiento a seguir es el siguiente:

Cuando una suspensión secundaria falle, se reducirá la velocidad del vehículo hasta una velocidad máxima de 15 km/h. El vehículo será detenido en la estación más cercana, donde descenderán todos los pasajeros. A continuación, el vehículo será devuelto al depósito a una velocidad máxima de 15 km/h.

Las velocidades del vehículo están de acuerdo con los requisitos del apartado 3.1.2 de la referencia [1].

D.1.3.1.4.3 INSUFICIENCIA DE PERALTE

En la siguiente gráfica se representa la insuficiencia de peralte admisible frente al radio de curva.



Los valores de insuficiencia de peralte indicados en las anteriores gráficas son los valores máximos admisibles en servicio normal.

La aceleración no compensada (n.c.a.) es:

$$n.c.a._{[m/s^2]} = g_{[m/s^2]} * \frac{cant.def_{[mm]}}{base_{[mm]}}$$

Con una insuficiencia de peralte igual a 137,6 mm, la aceleración no compensada (n.c.a.) máxima es:

$$n.c.a._{[m/s^2]} = g_{[m/s^2]} * \frac{cant.def_{[mm]}}{base_{[mm]}} = 9.81 * \frac{137.6}{1500} = 0.9_{[m/s^2]}$$

CONSORCIO [9199]
NUEVO METRO DE LIMA



D.1.3.1.4.4 CONTRAGOLPE (JERK) LATERAL

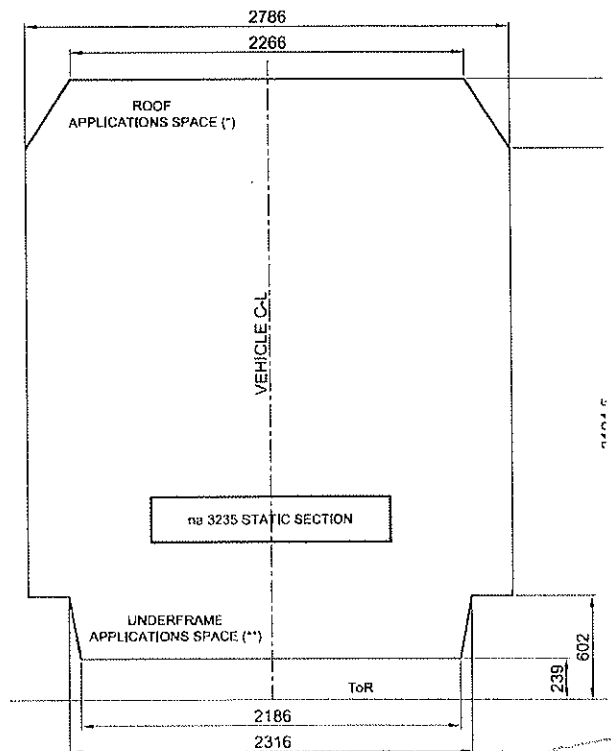
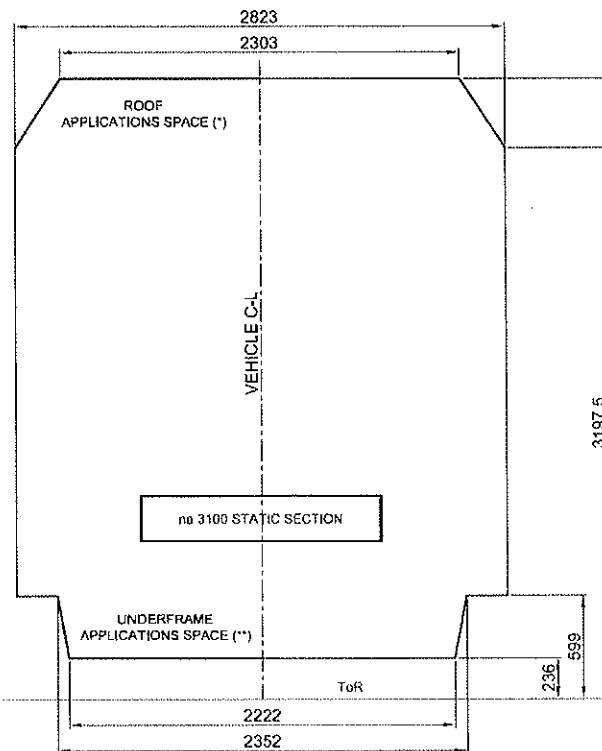
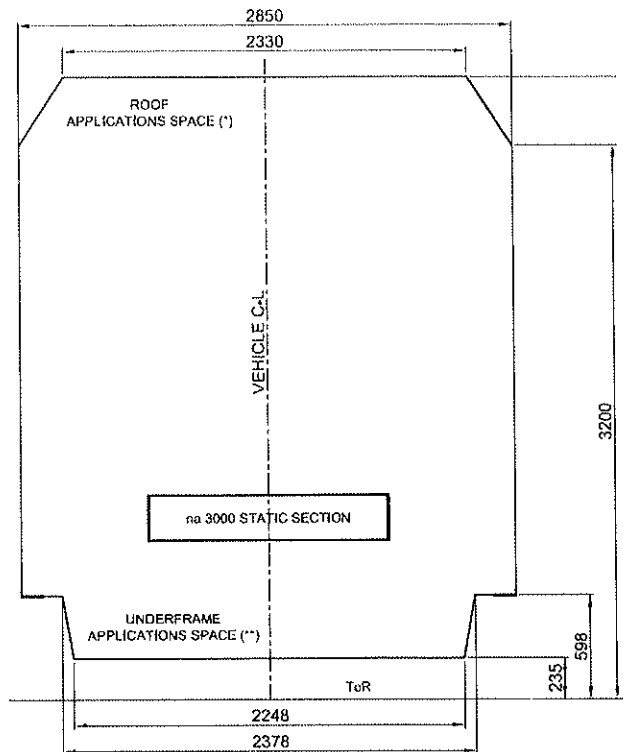
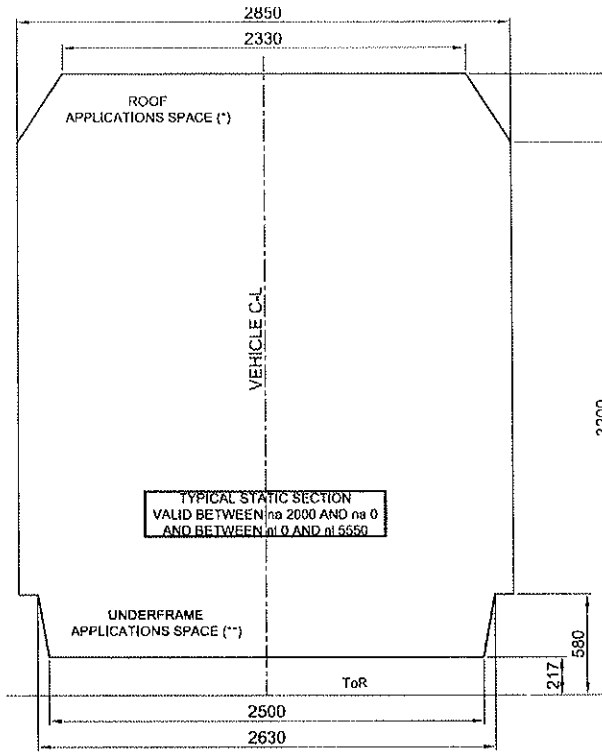
De acuerdo con los requisitos del apartado 1.3.4 de la referencia [1], el contragolpe lateral máximo tolerado por el vehículo es de 1 m/s^3 .

Las clotoides deben ser lo suficientemente largas como para satisfacer este requisito.

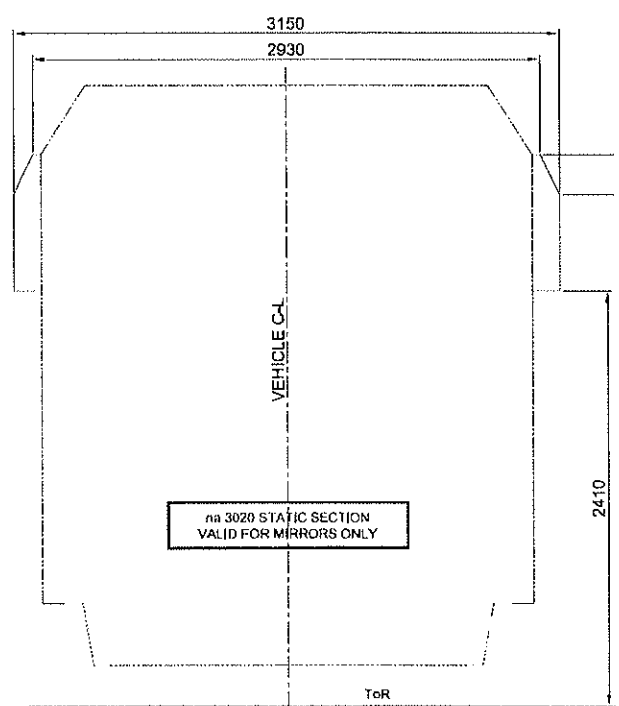
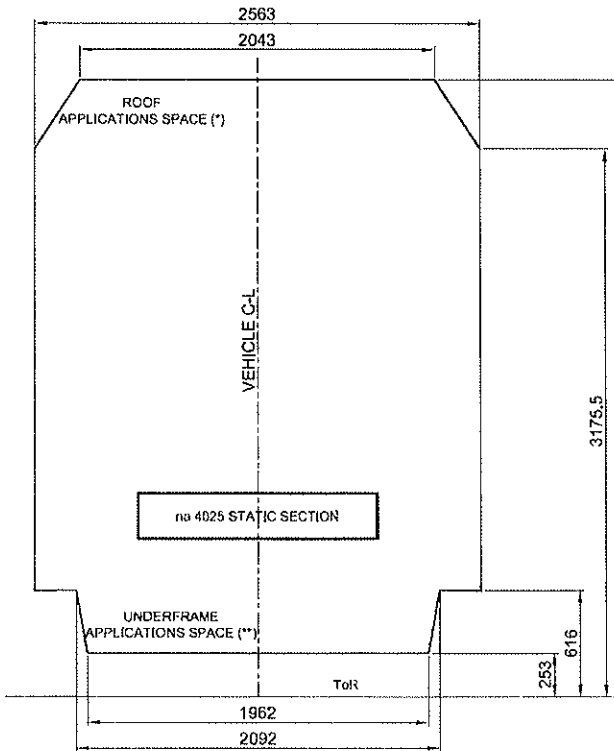
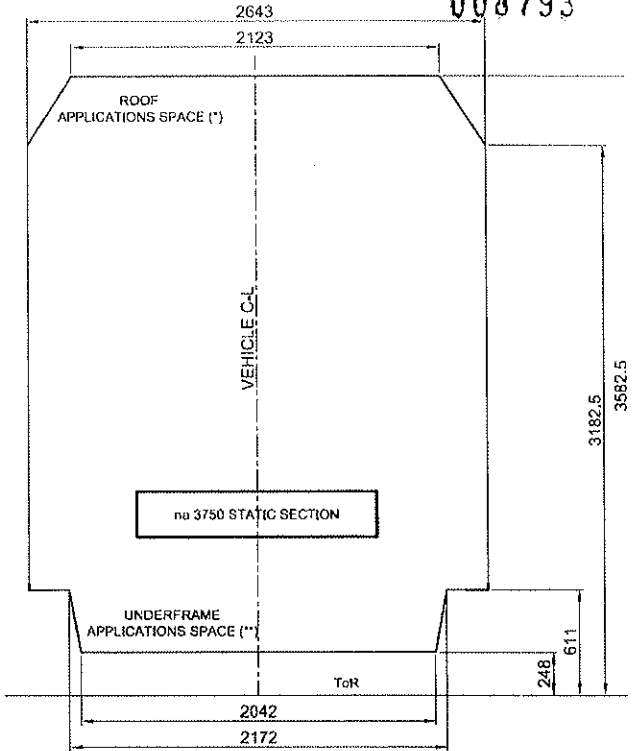
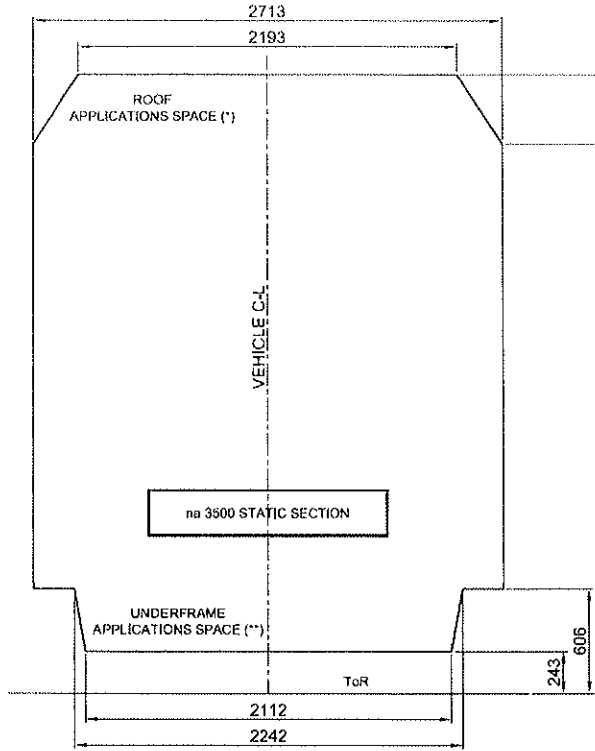
[Faint, illegible text or signature]

D.1.3.1.4.5 GÁLIBO ESTÁTICO - SECCIONES ESTÁTICAS MÁXIMAS DEL VEHÍCULO

Las secciones estáticas máximas empleadas para el vehículo del proyecto HRV Lima están definidas en la referencia [8] y representadas en las siguientes figuras:



008793



Roof applications space
Vehicle
Typical static section

Espacio para aplicaciones en techo
Vehículo
Sección estática típica



Valid between ... and ...	Válido entre y	
Static section	Sección estática	008794
Valid for mirrors only	Válido solo para espejos	
Underframe applications space	Espacio para aplicaciones bajo bastidor	

D.1.3.1.5 GÁLIBO DINÁMICO Y CINEMÁTICO

El gálibo dinámico de la caja ha sido calculada para una línea recta y distintos radios de curva.

Más concretamente, el dibujo de AB de la referencia [11] informa del gálibo dinámico para una vía recta y para un radio de curva de 250 m (hoja 2/5) y da tres ejemplos de vehículos que se cruzan (en una vía recta (hoja 3/5), en una curva de 250 m con un peralte de 150 mm (hoja 4/5) y en una curva de 250 m con un peralte de 150 mm en un túnel (hoja 5/5)) con el fin definir y verificar la distancia mínima entre los ejes de vía.

Los cálculos y los dibujos del gálibo dinámico de la caja del coche tendrán en cuenta los siguientes efectos:

- La carga máxima de pasajeros.
- Los movimientos verticales máximos hacia arriba (con desplazamientos máximos de las suspensiones), incluyendo el cabeceo máximo, el vuelco vertical y las tolerancias del vehículo.
- Los movimientos verticales máximos hacia abajo (con desplazamientos máximos de las suspensiones), incluyendo el desgaste vertical máximo de las ruedas, el desgaste vertical del carril, el cabeceo, el vuelco vertical y las tolerancias del vehículo.
- Los movimientos laterales máximos en servicio (con desplazamientos máximos de las suspensiones), incluyendo el desgaste lateral máximo de las ruedas, la guiñada y las tolerancias del vehículo.
- Los movimientos de balanceo máximos (con las suspensiones contra los topes mecánicos).
- El desgaste vertical y lateral del carril.

Todos los elementos tomados en consideración para el cálculo del gálibo dinámico se reflejan detalladamente en la siguiente tabla:

1) MOVIMIENTOS ASCENDENTES

- SUSPENSIÓN PRIMARIA	24 mm
- SUSPENSIÓN SECUNDARIA	27 mm
- TOLERACIAS VERTICALES	5 mm
TOTAL	56 mm

2) MOVIMIENTOS DESCENDENTES

- SUSPENSIÓN PRIMARIA	28,5 mm
- SUSPENSIÓN SECUNDARIA	50 mm
- DESGASTE DE RUEDAS	30 mm
- DESGASTE DE VÍA	15 mm
- DESVIACIÓN DE CAJA	10 mm
- TOLERANCIAS VERTICALES	5 mm

Ing. [Nombre]

TOTAL	138,5 mm	008795
3) MOVIMIENTOS LATERALES		
- SUSPENSIÓN PRIMARIA	5 mm	
- SUSPENSIÓN SECUNDARIA	35 mm	
- DESGASTE DE RUEDAS Y VÍA MÁS HOLGURA LATERAL (ANCHO DE VÍA MÁX.: 1450 mm) (1450-1415)/2	17,5 mm	
TOTAL	57,5 mm	
4) ROLL EFFECTS		
-ALTURA DEL CENTRO DEL RODILLO (CON RESPECTO AL NIVEL SUPERIOR DEL CARRIL)	580 mm	
- ÁNGULO DE GIRO EN CONDICIONES LÍMITE	3,56°	
- ÁNGULO DE GIRO EN CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO NORMALES (UTILIZADO ÚNICAMENTE PARA GALIBO CINEMÁTICO EN ESPEJO)	1,5°	
5) RADIO EN CURVA VERTICAL MÍNIMO	1.500 mm	

Además, el cálculo del gálibo dinámico también incluye el efecto de un radio de curva vertical de 1.500 m.

El gálibo cinemático, en comparación con el gálibo dinámico límite, para los "roll effects" asume un valor menor que e igual a la de ejercicio máximo. Consulte los dibujos en apéndice 4..

Deben instalarse las estructuras de vía-trabajo y los obstáculos fijos para que puedan garantizar un espacio libre de 30 mm con el gálibo dinámico de la caja cuando se tenga en cuenta la construcción e instalación de dichos elementos. El gálibo dinámico de la caja no aplica a las Andéns de estación; para más detalles sobre este tema, véase el párrafo 5.

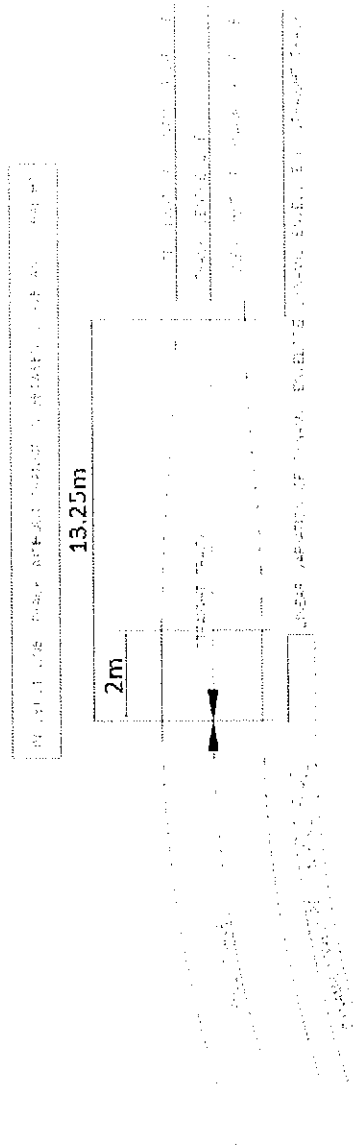
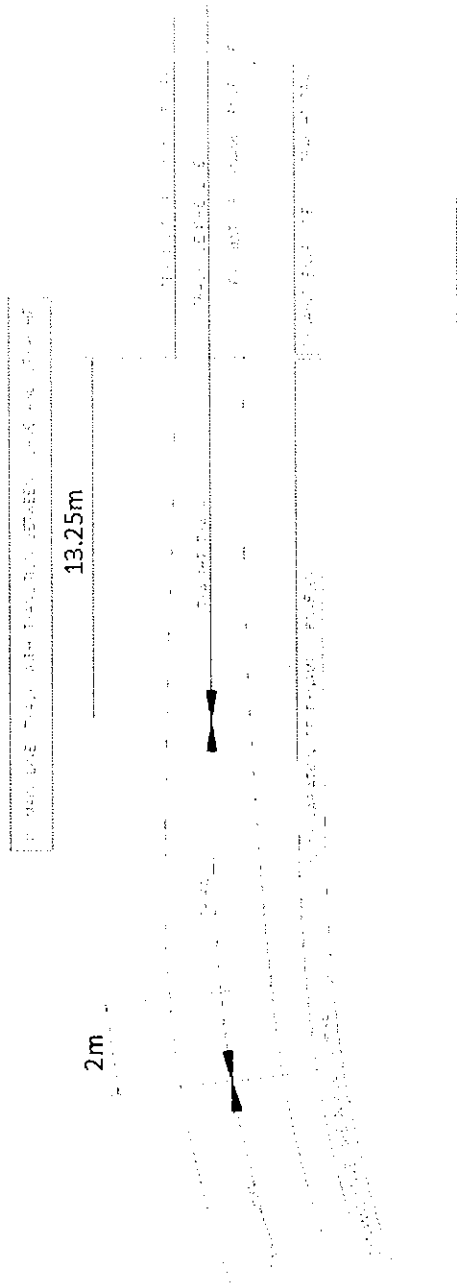
D.1.3.1.5.1 GÁLIBO DINÁMICO EN TRANSICIÓN A CURVA PROLONGADA Y EN VÍA RECTA

En opinión de AB, el uso correcto de los gálibos dinámicos en transiciones a curva prolongada y en vía recta se muestra en las siguientes figuras:

CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA
 ASISTENTE TÉCNICO



008796



In main line (track with transition between curve and straight)
 Outer limit of dynamic envelope
 Full curve
 Spiral
 Straight track
 Inner limit of dynamic envelope
 Linear variation of dynamic envelope
 Dynamic envelope in straight track
 In depot line (track without transition between curve and straight)

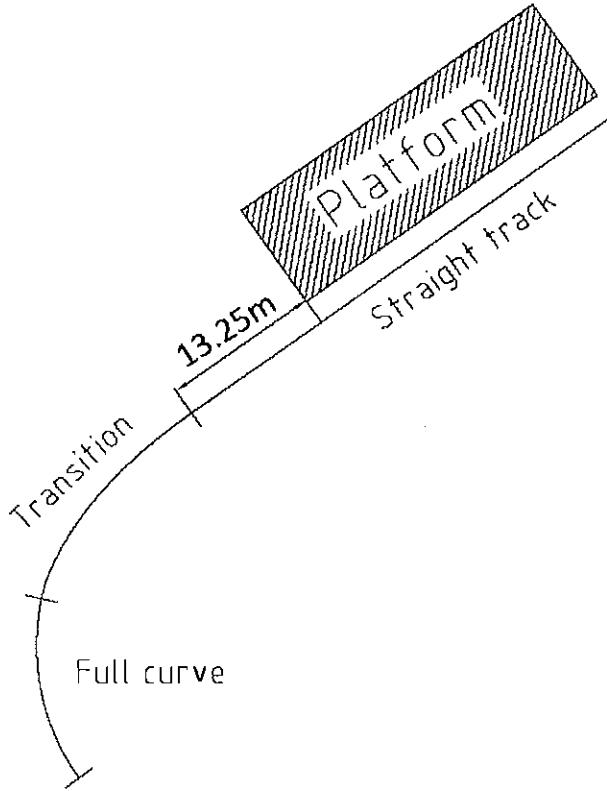
En línea principal (vía con transición entre curva y recta)
 límite exterior de gálbo dinámico
 curva plena
 espiral
 vía recta
 límite interior de gálbo dinámico
 variación lineal de gálbo dinámico
 gálbo dinámico en vía recta
 En línea de depósito (vía sin transición entre curva y recta)

D.1.3.1.6 INTERFAZ VEHÍCULO-ANDÉN

008797

D.1.3.1.6.1 DISPOSICIÓN DEL ANDÉN

La totalidad del andén estará dispuesta en un tramo recto de vía. La distancia mínima entre el final de una curva de transición y el andén es preferiblemente de 13,25 m.



Full curve	curva plena
Transition	transición
Platform	andén
Straight track	vía recta

Este valor garantiza que al menos un coche completo se encontrará en el tramo recto de vía antes de llegar en la estación para evitar que no haya influencia geométrica que altere la distancia entre el tren y el muelle y para evitar que haya interferencia. Las estaciones que no satisfacen con este requisito requieren un estudio detallado dedicado al punto único en la vía en el que no se cumple con el requisito dado a fin de evaluar si es posible cambiar la geometría del comienzo de la Andén para garantizar la movilidad durante la aproximación del vehículo a la Andén.

D.1.3.1.6.2 POSICIÓN DEL ANDÉN

Las dimensiones de Andén principales son las siguientes:

- Altura del suelo de la Andén desde TOR: 1.050 (0;+5) mm
- Distancia lateral de la andén desde el eje de vía teórico: 1.495 (-5;0) mm

D.1.3.1.6.3 VELOCIDAD OPERATIVA MÁXIMA DEL VEHICULO EN RELACIÓN CON EL ANDÉN

008798

La velocidad operativa máxima del vehículo (velocidad bajo el control del sistema de operación automática del tren -ATO-) en caso de saltarse la andén es de 40 km/h.
 La velocidad máxima del vehículo en caso de rebasar la andén es de 60 km/h.

D.1.3.1.6.4 ANALYSIS VEHICULO-ANDÉN

Todas las cuestiones técnicas relacionadas con la interfaz vehículo-andén se describen en la sección D.1.3.2 "Interfaz Vehículo-Andén" y en las relacionadas apéndices:

- Apéndice 3: "Análisis de Separaciones"
- Apéndice 2: "Análisis de Espacios Libres"
- Apéndice 5: "Verificación de la Apertura de las Puertas"

D.1.3.1.7 ESPACIO DISPONIBLE EN LOS BAJOS DEL VEHICULO

La geometría del espacio disponible en los bajos del vehículo se indica en las siguientes tablas (según la referencia [9]):

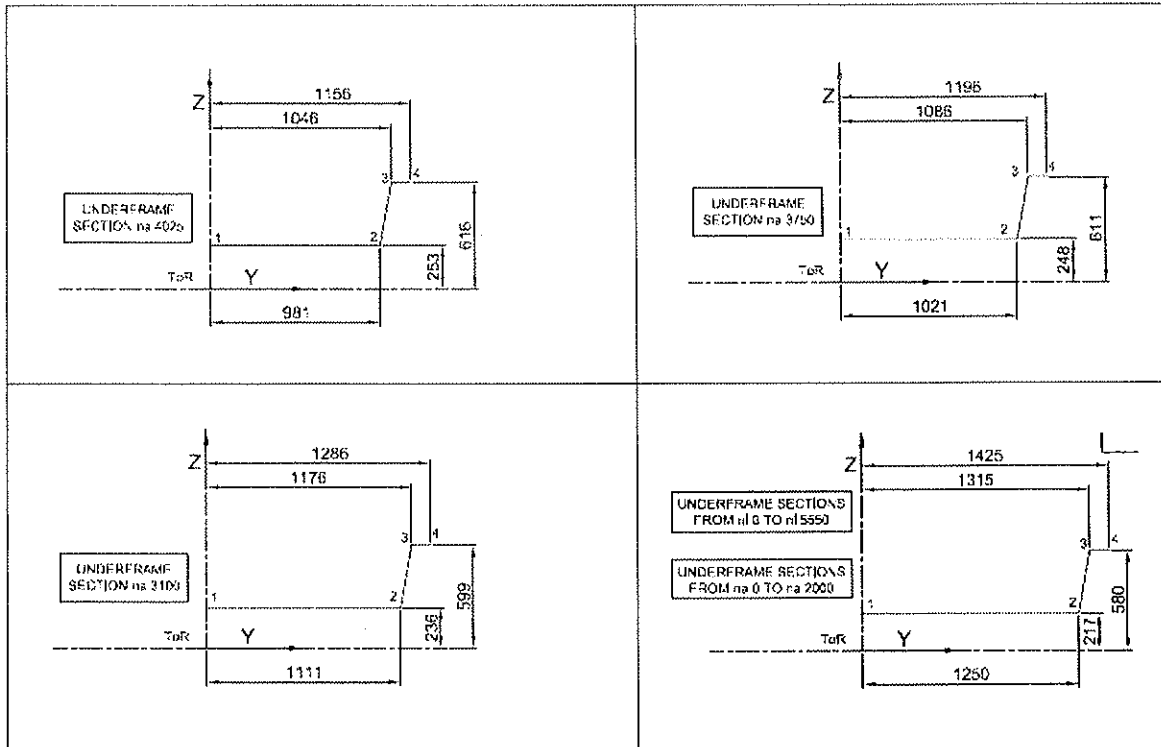
UNDER-FRAME OVERHANG ENVELOPE											
DISTANCE FROM BOGIE PIVOTS	OVERHANG SECTIONS	na		1		2		3		4	
				Y	Z	Y	Z	Y	Z	Y	Z
		A	0	0	217	1250	217	1315	580	1425	580
B	2000	0	217	1250	217	1315	580	1425	580		
C	3000	0	235	1124	235	1189	598	1425	598		
D	3100	0	236	1111	236	1176	599	1425	599		
E	3235	0	239	1093	239	1158	602	1425	602		
F	3500	0	243	1056	243	1121	606	1425	606		
G	3750	0	248	1021	248	1086	611	1425	611		
H	4025	0	253	981	253	1046	616	1425	616		

UNDER-FRAME ENVELOPE BETWEEN BOGIES											
DISTANCE FROM BOGIE PIVOTS	SECTIONS BETWEEN BOGIE PIVOTS	ni		1		2		3		4	
				Y	Z	Y	Z	Y	Z	Y	Z
		a	0	0	217	1250	217	1315	580	1425	580
b	500	0	217	1250	217	1315	580	1425	580		
c	1000	0	217	1250	217	1315	580	1425	580		
d	2000	0	217	1250	217	1315	580	1425	580		
e	3000	0	217	1250	217	1315	580	1425	580		
f	4000	0	217	1250	217	1315	580	1425	580		
g	5000	0	217	1250	217	1315	580	1425	580		
h	5550	0	217	1250	217	1315	580	1425	580		

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALIADO DEL METRO DE LIMA
 REPRESENTANTE



008799



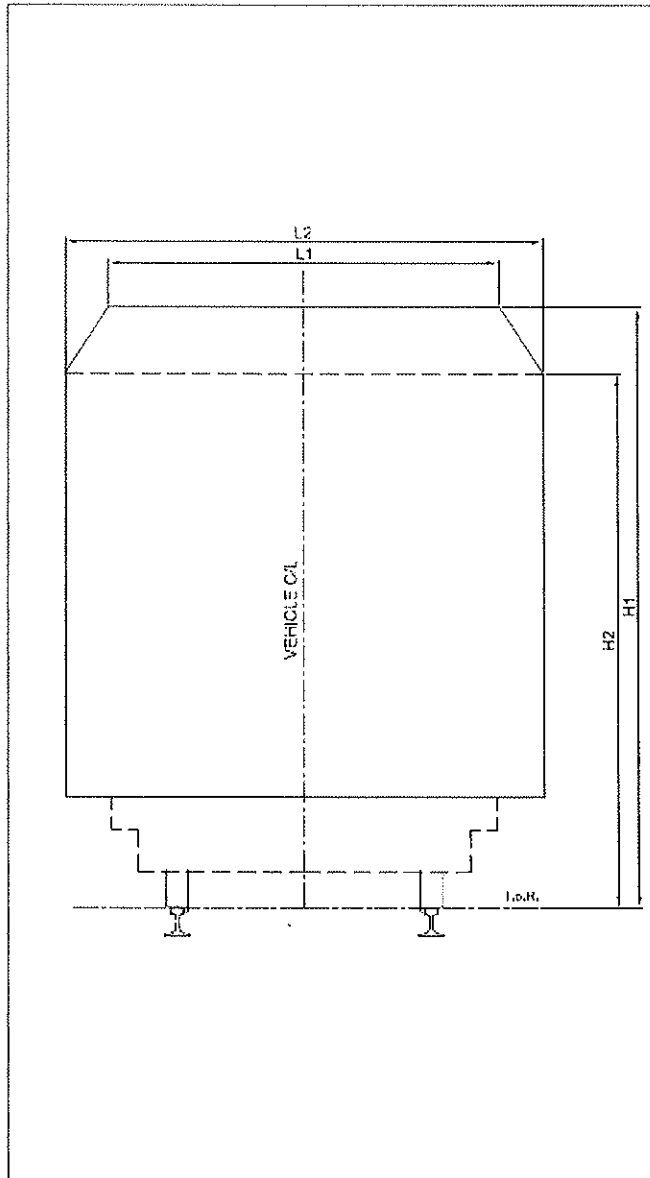
Underframe overhang envelope
 Distance between bogie pivots
 Overhang section
 Underframe envelope between bogies
 Sections between bogie pivots
 Underframe section
 Underframe sections from ... to ...

gálbo saliente de los bajos
 distancia desde pivotes de bogie
 secciones salientes
 gálbo de los bajos entre bogies
 secciones entre pivotes de bogie
 sección de los bajos
 Secciones de los bajos from ... to ...

D.1.3.1.8 ESPACIO DISPONIBLE EN EL TECHO DEL VEHICULO

La geometría del espacio disponible en el techo del vehículo se indica en las siguientes tablas (según la referencia [10]):

CONSORCIO PARA EL NUEVO METRO DE LIMA
 AG. DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
 DEL METRO DE LIMA



008300

DISTANCE FROM BOGIE PIVOT	L1	L2	H1	H2
d (na = 5550)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
c (na = 3700)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
b (na = 1850)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
a (na = 0)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
A (ra = 0)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
B (ra = 250)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
C (ra = 500)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
D (ra = 750)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
E (na = 1000)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
F (na = 1250)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
G (na = 1500)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
H (na = 1750)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
I (ra = 2000)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
J (na = 2250)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
K (na = 2500)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
L (na = 2750)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
M (na = 2900)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
N (na = 3000)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
O (na = 3100)	2303.0	2823.0	3597.5	3197.5
P (na = 3235)	2266.0	2786.0	3594.5	3194.5
Q (na = 3500)	2193.0	2713.0	3588.0	3188.0
R (ra = 3750)	2123.0	2643.0	3582.5	3182.5
S (na = 4025)	2043.0	2563.0	3575.5	3175.5

Vehicle C/L
Distance from bogie pivot

eje longitudinal del vehículo
distancia desde pivote de bogie

[Handwritten signature]

D.1.3.1.9 PARAMETROS GENERALES DE LA VIA

008801

En este capítulo se exponen los parámetros de vía aceptados por el vehículo.

D.1.3.1.9.1 ALINEACIÓN HORIZONTAL

D.1.3.1.9.1.1 RADIOS DE CURVA

Los radios de curva admisibles se resumen en la siguiente tabla:

Tipo	Radio [m]	Observación
Radio de curva mínimo en la línea principal	135	Puede ser tomada por vehículos acoplados
Radio de curva mínimo en el depósito	70	Puede ser tomada por vehículos acoplados

Los valores anteriores están de acuerdo con los requisitos del apartado 3.1.2 de la referencia [1].

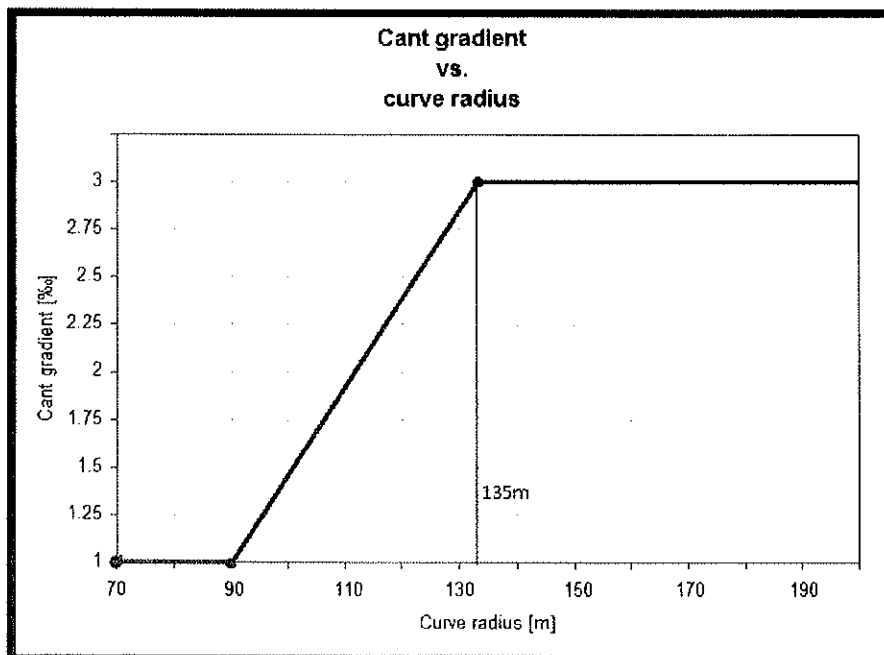
D.1.3.1.9.1.2 PERALTE

El máximo peralte tolerado por el vehículo es de 160 mm. Este valor está de acuerdo con los requisitos del apartado 3.1.2 de la referencia [1].

D.1.3.1.9.1.3 INCLINACIÓN DEL PERALTE

En curvas de radio ≥ 135 m, el vehículo puede avanzar con una inclinación de peralte máxima de 3‰.

En curvas de radio entre 70 m y 90 m, puede avanzar con una inclinación de peralte máxima de 1‰. Para valores intermedios de radio de curva, podemos realizar una interpolación lineal.



Cant gradient
Curve radius

inclinación de peralte
radio de curva



008802

Los valores anteriores están de acuerdo con los requisitos del apartado 3.1.2 de la referencia [1].

D.1.3.1.9.1.4 TANGENTE MÍNIMA ENTRE DOS CURVAS

Requisitos válidos para la movilidad del vehículo en la vía principal:

Para dos curvas en el mismo sentido o dos contracurvas, no es necesaria ninguna sección recta intermedia (radio de curva de la vía principal $R \geq 135\text{m}$).

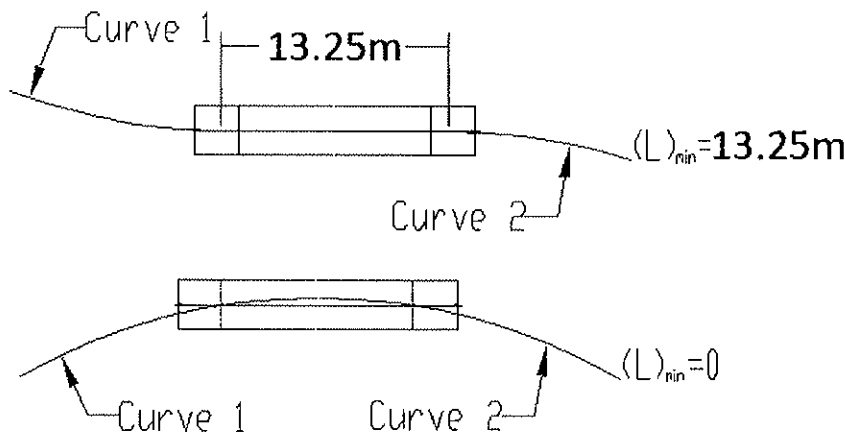
Requisitos válidos para el acoplamiento automático de vehículos en la vía principal:

La longitud mínima de la sección recta entre dos contracurvas es de 13,25 m.

Este valor garantiza que al menos un vehículo completo se encontrará en el tramo recto de vía.

El incumplimiento de los anteriores requisitos no da lugar a problemas de movilidad, pero puede ocasionar problemas de acoplamiento automático.

Para dos curvas en el mismo sentido, no es necesaria ninguna sección recta intermedia.



Longitud mínima de la sección recta entre dos contracurvas en la vía principal

Curve curva

Requisitos válidos en la vía del depósito (agujas incluidas):

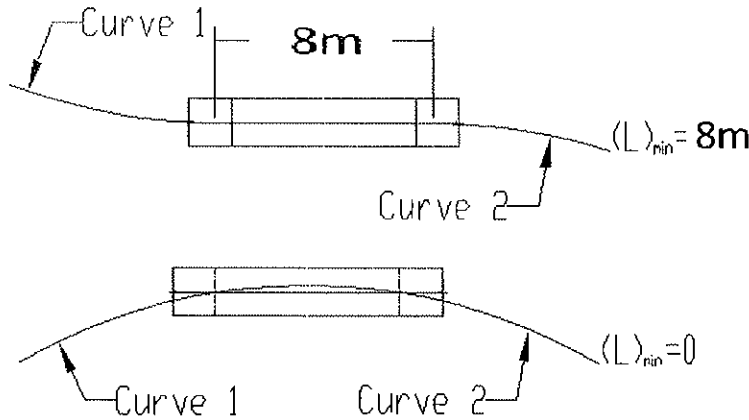
En el depósito y a velocidad reducida, la longitud mínima de la sección recta entre dos contracurvas es de 8 m.

Para dos curvas en el mismo sentido, no es necesaria ninguna sección recta intermedia.

CONSORCIO [92111]
 NUEVO METRO DE LIMA
 008802



008803



Longitud mínima de la sección recta entre dos contracurvas en la vía del depósito (agujas incluidas)

D.1.3.1.9.2 ALINEACIÓN VERTICAL

D.1.3.1.9.2.1 RADIOS DE CURVA VERTICAL

Los radios de curva vertical admisibles se resumen en la siguiente tabla:

Tipo	Radio [m]	Observación
Radio de lomo de asno mínimo en la vía principal	3000	Puede ser tomado por vehículos acoplados
Radio de bache mínimo en la vía principal	3000	Puede ser tomado por vehículos acoplados
Radio de lomo de asno mínimo en el vía del depósito	2000	Puede ser tomado por vehículos acoplados
Radio de bache mínimo en la vía del depósito	2000	Puede ser tomado por vehículos acoplados

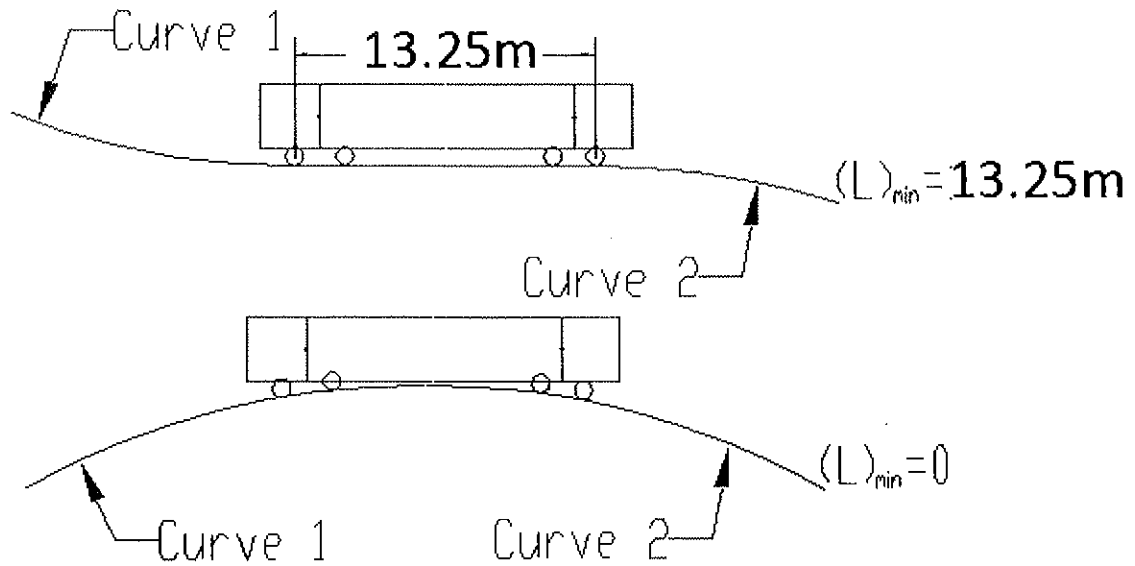
Estos valores están de acuerdo con los requisitos del apartado 3.1.2 de la referencia [1].

D.1.3.1.9.2.2 LONGITUD DE PENDIENTE MÍNIMA ENTRE CURVAS VERTICALES

Requisitos válidos para el acoplamiento automático de vehículos en la vía principal:

La longitud de pendiente mínima entre dos contracurvas verticales es de 13,25 m. Este valor garantiza que al menos un vehículo completo se encontrará en la sección recta. Para dos curvas verticales en el mismo sentido, no es necesaria ninguna sección recta intermedia.

CONSORCIO [92121]
NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA



El incumplimiento de los anteriores requisitos no da lugar a problemas de movilidad, pero puede ocasionar problemas de acoplamiento automático.

D.1.3.1.9.2.3 COMBINACIONES DE CURVAS HORIZONTALES Y VERTICALES

Requisitos válidos para el acoplamiento automático de vehículos en la vía principal:

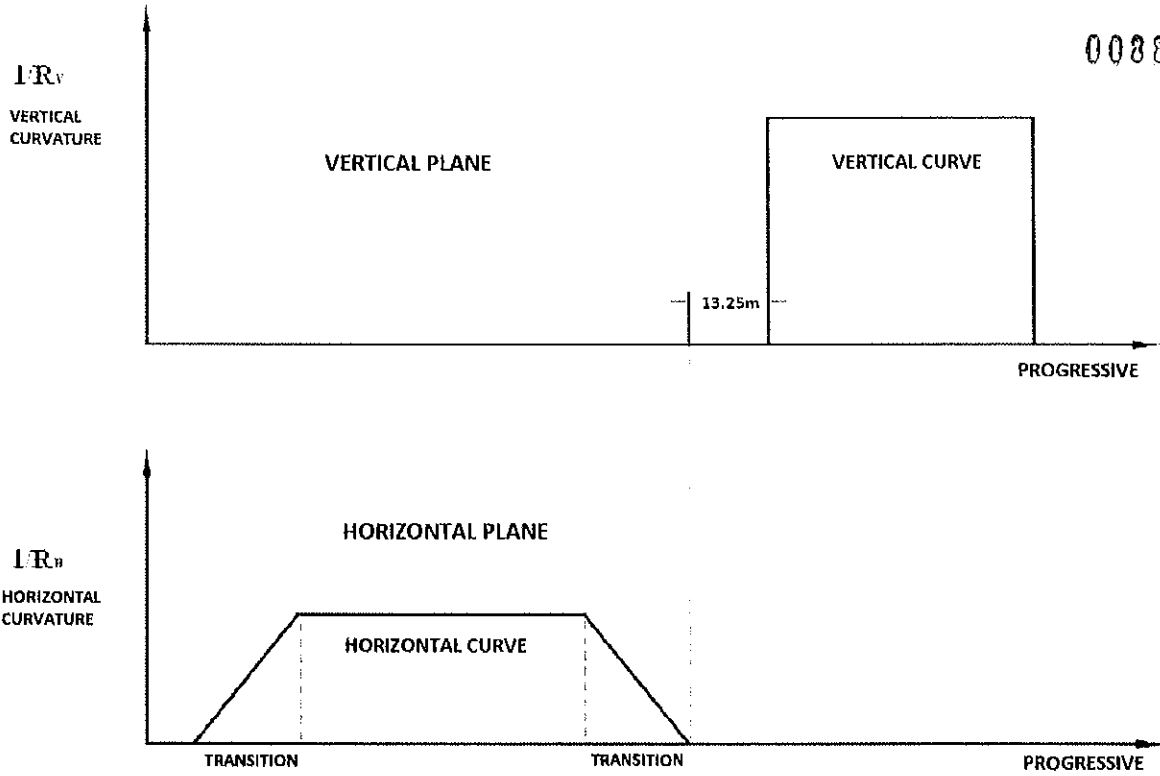
No se admiten combinaciones de curvas verticales y horizontales.

La distancia mínima entre una curva horizontal y una curva vertical debe ser igual o mayor que 13.25 m.

Este valor garantiza la imposibilidad de que haya un vehículo colocado en estado de combinación de curvas horizontales y verticales.

CONSORCIO [92131]
 NUEVO METRO DE LIMA

008805



El incumplimiento de los anteriores requisitos no da lugar a problemas de movilidad, pero puede ocasionar problemas de acoplamiento automático.

VERTICAL CURVATURE	CURVATURA VERTICAL
VERTICAL PLANE	PLANO VERTICAL
VERTICAL CURVE	CURVA VERTICAL
PROGRESSIVE	PROGRESIVO
HORIZONTAL CURVATURE	CURVATURA HORIZONTAL
HORIZONTAL PLANE	PLANO HORIZONTAL
HORIZONTAL CURVE	CURVA HORIZONTAL
TRANSITION	TRANSICIÓN

D.1.3.1.10 ANEXO 1 – ANÁLISIS DE DATOS DE VIA

008806

LINEA 2												
STATION	LINE			HORIZONTAL ALIGNMENT				SPEED	n.c.a.	VERTICAL ALIGNMENT		
	Progressive		Length [m]	Type	Hor.R [m]	Cant [mm]	Slope %			[km/h]	[m/s ²]	Type
	Start	End						0/00				
Puerto del Callao	0.000	369.372	369.372	RECTA						Constant Slope		0.000
	369.372	447.832	78.460	RECTA						Constant Slope		0.000
	447.832	520.652	72.820	RECTA						Constant Slope		0.000
	520.652	718.417	197.765	RECTA						Constant Slope		0.000
	718.417	768.417	50.000	RECTA						Vertical Curve	5283	
	768.417	894.830	126.413	RECTA						Constant Slope		9.500
	894.830	904.830	10.000	CLOT.		0.000	0.000			Constant Slope		9.500
	904.830	1073.351	168.521	CIRC.	-5000	0.000	0.000	80.50	0.100	Constant Slope		9.500
	1073.351	1083.351	10.000	CLOT.		0.000	0.000			Constant Slope		9.500
	1083.351	1263.456	180.105	RECTA						Constant Slope		9.500
	1263.456	1273.456	10.000	CLOT.		0.000	0.000			Constant Slope		9.500
	1273.456	1488.064	214.608	CIRC.	5000	0.000	0.000	80.50	0.100	Constant Slope		9.500
1488.064	1498.064	10.000	CLOT.		0.000	0.000			Constant Slope		9.500	
1498.064	1611.524	113.460	RECTA						Constant Slope		9.500	
1611.524	1671.524	60.000	CLOT.		75.000	1.250			Constant Slope		9.500	
1671.524	1751.615	80.091	CIRC.	-300	75.000		66.15	0.635	Constant Slope		9.500	
1751.615	1801.615	50.000	CIRC.	-300	75.000		66.15	0.635	Vertical Curve	-7693		
1801.615	1825.097	23.482	CIRC.	-300	75.000		66.15	0.635	Constant Slope		3.000	
1825.097	1864.850	39.753	CLOT.		75.000	1.875			Constant Slope		3.000	
1864.850	1865.097	0.247	CLOT.		75.000	1.875			Constant Slope		3.000	
1865.097	1943.520	78.423	RECTA						Constant Slope		3.000	
1943.520	2022.080	78.560	RECTA						Constant Slope		3.000	
2022.080	2164.543	142.463	RECTA						Constant Slope		3.000	
2164.543	2214.543	50.000	RECTA						Vertical Curve	3847		
2214.543	2541.628	327.085	RECTA						Constant Slope		16.000	
2541.628	2557.628	16.000	CLOT.		20.000	1.250			Constant Slope		16.000	
2557.628	2660.557	102.929	CIRC.	-1200	20.000		79.97	0.280	Constant Slope		16.000	
2660.557	2676.557	16.000	CLOT.		20.000	1.250			Constant Slope		16.000	
2676.557	2879.707	203.150	RECTA						Constant Slope		16.000	
2879.707	2929.707	50.000	RECTA						Vertical Curve	3847		
2929.707	2985.997	56.290	RECTA						Constant Slope		3.000	
2985.997	3064.467	78.470	RECTA						Constant Slope		3.000	
3064.467	3142.827	78.360	RECTA						Constant Slope		3.000	
3142.827	3190.133	47.306	RECTA						Vertical Curve	5103		
3190.133	3240.133	50.000	RECTA						Constant Slope		12.800	
3240.133	3864.306	624.173	RECTA						Vertical Curve	-5103		
3864.306	3914.306	50.000	RECTA						Constant Slope		3.000	
3914.306	3982.903	68.597	RECTA						Constant Slope		3.000	
3982.903	4061.373	78.470	RECTA						Constant Slope		3.000	
4061.373	4139.733	78.360	RECTA						Constant Slope		3.000	
4139.733	4219.629	79.896	RECTA						Constant Slope		3.000	
4219.629	4269.629	50.000	RECTA						Vertical Curve	3449		
4269.629	4432.060	162.431	RECTA						Constant Slope		17.500	
4432.060	4442.060	10.000	CLOT.		0.000	0.000			Constant Slope		17.500	
4442.060	4561.760	119.700	CIRC.	4000	0.000	0.000	80.18	0.124	Constant Slope		17.500	
4561.760	4571.760	10.000	CLOT.		0.000	0.000			Constant Slope		17.500	
4571.760	4676.450	104.690	RECTA						Constant Slope		17.500	
4676.450	4726.450	50.000	RECTA						Vertical Curve	-3449		
4726.450	4850.201	123.751	RECTA						Constant Slope		3.000	
4850.201	4928.871	78.670	RECTA						Constant Slope		3.000	
4928.871	5002.821	73.950	RECTA						Constant Slope		3.000	
5002.821	5128.871	126.050	RECTA						Constant Slope		3.000	
5128.871	5134.014	5.143	CIRC.	13500	0.000		80.46	0.037	Constant Slope		3.000	
5134.014	5209.014	75.000	CIRC.	13500	0.000		80.46	0.037	Vertical Curve	3091		
5209.014	5305.909	96.895	CIRC.	13500	0.000		80.46	0.037	Constant Slope		28.000	
5305.909	5357.459	51.550	RECTA						Constant Slope		28.000	
5357.459	5437.459	80.000	RECTA						Vertical Curve	-3020		
5437.459	5930.990	493.531	RECTA						Constant Slope		1.500	
5930.990	6007.860	76.870	RECTA						Constant Slope		1.500	
6007.860	6085.220	77.360	RECTA						Constant Slope		1.500	
6085.220	6098.021	12.801	RECTA						Constant Slope		1.500	
6098.021	6158.021	60.000	CLOT.		110.000	1.833			Constant Slope		1.500	
6158.021	6171.898	13.877	CIRC.	300	110.000		72.54	0.634	Constant Slope		1.500	
6171.898	6261.898	90.000	CIRC.	300	110.000		72.54	0.634	Vertical Curve	3105		
6261.898	6369.688	107.790	CIRC.	300	110.000		72.54	0.634	Constant Slope		30.500	
6369.688	6429.688	60.000	CLOT.		110.000	1.833			Constant Slope		30.500	
6429.688	6605.718	176.030	RECTA						Constant Slope		30.500	
6605.718	6625.718	20.000	CLOT.		25.000	1.250			Constant Slope		30.500	
6625.718	6695.039	69.321	CIRC.	-1000	25.000		80.00	0.330	Constant Slope		30.500	
6695.039	6780.039	85.000	CIRC.	-1000	25.000		80.00	0.330	Vertical Curve	-3093		
6780.039	6785.341	5.302	CIRC.	-1000	25.000		80.00	0.330	Constant Slope		3.000	
6785.341	6805.341	20.000	CLOT.		25.000	1.250			Constant Slope		3.000	
6805.341	6876.720	71.379	RECTA						Constant Slope		3.000	
6876.720	6954.080	77.360	RECTA						Constant Slope		3.000	
6954.080	7029.869	75.789	RECTA						Constant Slope		3.000	
7029.869	7030.950	1.081	CLOT.		85.000	1.889			Constant Slope		3.000	
7030.950	7074.869	43.919	CLOT.		85.000	1.889			Constant Slope		3.000	
7074.869	7098.155	23.286	CIRC.	280	85.000		66.08	0.648	Constant Slope		3.000	
7098.155	7148.155	50.000	CIRC.	280	85.000		66.08	0.648	Vertical Curve	7693		
7148.155	7237.947	89.792	CIRC.	280	85.000		66.08	0.648	Constant Slope		9.500	
7237.947	7282.947	45.000	CLOT.		85.000	1.889			Constant Slope		9.500	



	7282.947	7327.947	45.000	CLOT.		75.000	1.667			Constant Slope		9.500
	7327.947	7638.711	310.764	CIRC.	-280	75.000		64.30	0.649	Constant Slope		9.500
	7638.711	7688.711	50.000	CIRC.	-260	75.000		64.30	0.649	Vertical Curve	-7693	9.500
	7688.711	7713.336	24.625	CIRC.	-260	75.000		64.30	0.649	Constant Slope		3.000
	7713.336	7749.030	35.694	CLOT.		75.000	1.875			Constant Slope		3.000
	7749.030	7753.336	4.306	CLOT.		75.000	1.875			Constant Slope		3.000
Elio	7753.336	7825.900	72.564	RECTA						Constant Slope		3.000
	7825.900	7803.260	77.360	RECTA						Constant Slope		3.000
	7903.260	8029.006	125.746	RECTA						Constant Slope		3.000
	8029.006	8112.962	83.956	RECTA						Vertical Curve	3000	3.000
	8112.962	8317.032	204.070	RECTA						Constant Slope		31.000
	8317.032	8327.032	10.000	CLOT.		0.000	0.000			Constant Slope		31.000
	8327.032	8438.177	111.145	CIRC.	3000	0.000		80.09	0.165	Constant Slope		31.000
	8438.177	8448.177	10.000	CLOT.		0.000	0.000			Constant Slope		31.000
	8448.177	8481.405	33.228	RECTA						Constant Slope		31.000
	8481.405	8565.360	83.955	RECTA						Vertical Curve	-3000	31.000
La Alborada	8565.360	8632.860	67.500	RECTA						Constant Slope		3.000
	8632.860	8710.220	77.360	RECTA						Constant Slope		3.000
	8710.220	8787.090	76.870	RECTA						Constant Slope		3.000
	8787.090	8814.367	27.277	RECTA						Constant Slope		3.000
	8814.367	8884.367	70.000	RECTA						Vertical Curve	4001	3.000
	8884.367	8932.165	47.798	RECTA						Constant Slope		20.500
	8932.165	8942.165	10.000	CLOT.		0.000	0.000			Constant Slope		20.500
	8942.165	9062.764	120.599	CIRC.	5000	0.000		80.50	0.100	Constant Slope		20.500
	9062.764	9072.764	10.000	CLOT.		0.000	0.000			Constant Slope		20.500
	9072.764	9178.088	105.324	RECTA						Constant Slope		20.500
Tingo María	9178.088	9188.088	10.000	CLOT.		0.000	0.000			Constant Slope		20.500
	9188.088	9311.569	123.481	CIRC.	-5000	0.000		80.50	0.100	Constant Slope		20.500
	9311.569	9321.569	10.000	CLOT.		0.000	0.000			Constant Slope		20.500
	9321.569	9337.052	15.483	RECTA						Constant Slope		20.500
	9337.052	9407.052	70.000	RECTA						Vertical Curve	-4001	3.000
	9407.052	9502.784	95.732	RECTA						Constant Slope		3.000
	9502.784	9581.144	78.360	RECTA						Constant Slope		3.000
	9581.144	9659.014	77.870	RECTA						Constant Slope		3.000
	9659.014	9734.072	75.058	RECTA						Vertical Curve	3000	3.000
	9734.072	9818.013	83.941	RECTA						Constant Slope		30.995
Parque Muñillo	9818.013	9822.784	4.771	RECTA						Constant Slope		30.995
	9822.784	9921.784	99.000	CLOT.		150.000	1.515			Constant Slope		30.995
	9921.784	9968.200	46.416	CIRC.	300	150.000		79.20	0.632	Constant Slope		30.995
	9968.200	10067.200	99.000	CLOT.		150.000	1.515			Constant Slope		30.995
	10067.200	10125.067	57.867	RECTA						Constant Slope		30.995
	10125.067	10213.507	88.440	RECTA						Vertical Curve	-3000	1.500
	10213.507	10337.280	123.773	RECTA						Constant Slope		1.500
	10337.280	10414.150	76.870	RECTA						Constant Slope		1.500
	10414.150	10493.250	79.100	RECTA						Constant Slope		1.500
	10493.250	10969.661	476.411	RECTA						Vertical Curve	3000	32.000
Plaza Bolognesi	10969.661	11061.111	91.450	RECTA						Constant Slope		3.000
	11061.111	11168.206	107.095	RECTA						Vertical Curve	-3000	3.000
	11168.206	11255.157	86.951	RECTA						Constant Slope		3.000
	11255.157	11277.420	22.263	RECTA						Constant Slope		3.000
	11277.420	11354.290	76.870	RECTA						Constant Slope		3.000
	11354.290	11431.650	77.360	RECTA						Constant Slope		3.000
	11431.650	11580.124	148.474	RECTA						Constant Slope		3.000
	11580.124	11635.190	55.066	CLOT.		90.000	1.552			Constant Slope		3.000
	11635.190	11638.124	2.934	CLOT.		90.000	1.552			Vertical Curve	3000	3.000
	11638.124	11731.126	93.002	CIRC.	-400	90.000		80.05	0.647	Vertical Curve	3000	35.000
Estación Central	11731.126	11733.893	2.767	CIRC.	-400	90.000		80.05	0.647	Constant Slope		35.000
	11733.893	11791.893	58.000	CLOT.		90.000	1.552			Constant Slope		35.000
	11791.893	11863.110	71.217	RECTA						Constant Slope		35.000
	11863.110	11959.046	95.936	RECTA						Vertical Curve	-3000	3.000
	11959.046	11972.300	13.254	RECTA						Constant Slope		3.000
	11972.300	12049.820	77.520	RECTA						Constant Slope		3.000
	12049.820	12127.620	77.800	RECTA						Constant Slope		3.000
	12127.620	12133.647	6.027	RECTA						Constant Slope		3.000
	12133.647	12178.647	45.000	CLOT.		80.000	1.778			Constant Slope		3.000
	12178.647	12183.089	4.442	CIRC.	300	80.000		67.10	0.635	Constant Slope		3.000
Plaza Manco Capac	12183.089	12233.089	50.000	CIRC.	300	80.000		67.10	0.635	Vertical Curve	-3184	-12.705
	12233.089	12459.304	226.215	CIRC.	300	80.000		67.10	0.635	Constant Slope		-12.705
	12459.304	12497.243	37.939	CLOT.		80.000	1.053			Constant Slope		-12.705
	12497.243	12535.304	38.061	CLOT.		80.000	1.053			Vertical Curve	4463	
	12535.304	12555.613	20.309	RECTA						Vertical Curve	4463	
	12555.613	12635.613	80.000	CLOT.		125.000	1.563			Vertical Curve	4463	
	12635.613	12663.243	27.630	CIRC.	-320	125.000		77.38	0.626	Vertical Curve	4463	
	12663.243	12933.715	270.472	CIRC.	-320	125.000		77.38	0.626	Constant Slope		24.500
	12933.715	13013.715	80.000	CLOT.		125.000	1.563			Constant Slope		24.500
	13013.715	13037.309	23.594	RECTA						Constant Slope		24.500
Plaza Manco Capac	13037.309	13107.309	70.000	RECTA						Vertical Curve	-3257	3.000
	13107.309	13161.000	53.691	RECTA						Constant Slope		3.000
	13161.000	13238.360	77.360	RECTA						Constant Slope		3.000
	13238.360	13318.270	79.910	RECTA						Constant Slope		3.000
	13318.270	13390.738	72.468	RECTA						Constant Slope		3.000
	13390.738	13460.738	70.000	RECTA						Vertical Curve	3334	24.000
	13460.738	13474.716	13.978	RECTA						Constant Slope		24.000
	13474.716	13598.242	123.526	CIRC.	30000	0.000		81.30	0.017	Constant Slope		24.000
Plaza Manco Capac	13598.242	13785.468	187.226	RECTA						Constant Slope		24.000
	13785.468	13855.468	70.000	RECTA						Vertical Curve	-3334	3.000
	13855.468	13943.990	88.522	RECTA						Constant Slope		3.000

008807

Cangallo	13943.990	14020.860	76.870	RECTA						Constant Slope	3,000
	14020.860	14098.220	77.360	RECTA						Constant Slope	3,000
	14098.220	14137.946	39.726	RECTA						Constant Slope	3,000
	14137.946	14209.917	71.971	RECTA						Vertical Curve	5000
	14209.917	14214.563	4.646	RECTA						Constant Slope	27,000
	14214.563	14224.563	10.000	CLOT.		0,000	0,000			Constant Slope	27,000
	14224.563	14319.526	94.963	CIRC.	-5000	0,000		80.50	0.100	Constant Slope	27,000
	14319.526	14329.526	10.000	CLOT.		0,000	0,000			Constant Slope	27,000
	14329.526	14542.069	212.543	RECTA						Constant Slope	27,000
	14542.069	14552.069	10.000	CLOT.		0,000	0,000			Constant Slope	27,000
	14552.069	14570.101	18.032	CIRC.	5000	0,000		80.50	0.100	Constant Slope	27,000
	14570.101	14642.072	71.971	CIRC.	8000	0,000		80.50	0.100	Vertical Curve	-3000
	14642.072	14647.032	4.960	CIRC.	5000	0,000		80.50	0.100	Constant Slope	3,000
	14647.032	14657.032	10.000	CLOT.		0,000	0,000			Constant Slope	3,000
	14657.032	14786.430	129.398	RECTA						Constant Slope	3,000
28 de Julio	14786.430	14864.030	77.600	RECTA						Constant Slope	3,000
	14864.030	14941.830	77.800	RECTA						Constant Slope	3,000
	14941.830	15076.118	134.288	RECTA						Constant Slope	3,000
	15076.118	15136.118	60.000	RECTA						Vertical Curve	3630
	15136.118	15464.577	328.459	RECTA						Constant Slope	20,000
	15464.577	15524.577	60.000	CLOT.		80.000	1.333			Constant Slope	20,000
	15524.577	15624.807	100.230	CIRC.	300	80.000		67.10	0.635	Constant Slope	20,000
	15624.807	15684.807	60.000	CIRC.	300	80.000		67.10	0.635	Vertical Curve	-3530
	15684.807	15693.445	8.638	CIRC.	300	80.000		67.10	0.635	Constant Slope	3,000
	15693.445	15738.445	45.000	CLOT.		80.000	1.778			Constant Slope	3,000
	15738.445	15739.630	1.185	RECTA						Constant Slope	3,000
	15739.630	15816.990	77.360	RECTA						Constant Slope	3,000
	15816.990	15893.860	76.870	RECTA						Constant Slope	3,000
	15893.860	15902.988	9.128	RECTA						Constant Slope	3,000
	15902.988	15947.988	45.000	CLOT.		70.000	1.556			Constant Slope	3,000
Nicolás Ayllón	15947.988	15996.777	48.789	CIRC.	-400	70.000		75.71	0.648	Constant Slope	3,000
	15996.777	16041.777	45.000	CLOT.		70.000	1.556			Constant Slope	3,000
	16041.777	16050.148	8.371	RECTA						Constant Slope	3,000
	16050.148	16105.633	55.485	RECTA						Vertical Curve	3000
	16105.633	16199.882	94.249	RECTA						Constant Slope	21,500
	16199.882	16219.882	20.000	CLOT.		25.000	1.250			Constant Slope	21,500
	16219.882	16419.589	199.707	CIRC.	-1000	25.000		80.00	0.330	Constant Slope	21,500
	16419.589	16475.074	55.485	CIRC.	-1000	25.000		80.00	0.330	Vertical Curve	-3000
	16475.074	16482.230	7.156	CIRC.	-1000	25.000		80.00	0.330	Constant Slope	3,000
	16482.230	16502.230	20.000	CLOT.		25.000	1.250			Constant Slope	3,000
	16502.230	16592.670	90.440	RECTA						Constant Slope	3,000
	16592.670	16670.020	77.360	RECTA						Constant Slope	3,000
	16670.020	16746.896	76.876	RECTA						Constant Slope	3,000
	16746.896	16876.884	129.988	RECTA						Constant Slope	3,000
	16876.884	16880.537	3.653	CIRC.	-10000	0,000		80.50	0.050	Constant Slope	3,000
Circunvalación	16880.537	16976.472	95.935	CIRC.	-10000	0,000		80.50	0.050	Vertical Curve	3000
	16976.472	17018.487	42.015	CIRC.	-10000	0,000		80.50	0.050	Constant Slope	35,000
	17018.487	17276.669	258.182	RECTA						Constant Slope	35,000
	17276.669	17377.104	100.435	RECTA						Vertical Curve	-3000
	17377.104	17421.370	44.266	RECTA						Constant Slope	1,500
	17421.370	17498.240	76.870	RECTA						Constant Slope	1,500
	17498.240	17575.600	77.360	RECTA						Constant Slope	1,500
	17575.600	17602.916	27.316	RECTA						Constant Slope	1,500
	17602.916	17632.916	30.000	CLOT.		45.000	1.500			Constant Slope	1,500
	17632.916	17747.571	114.655	CIRC.	-600	45.000		80.00	0.529	Constant Slope	1,500
	17747.571	17777.571	30.000	CLOT.		45.000	1.500			Constant Slope	1,500
	17777.571	18279.054	501.483	RECTA						Constant Slope	1,500
	18279.054	18356.054	77.000	CLOT.		120.000	1.558			Constant Slope	1,500
	18356.054	18433.015	76.961	CIRC.	-350	120.000		80.00	0.626	Constant Slope	1,500
	18433.015	18510.015	77.000	CLOT.		120.000	1.558			Constant Slope	1,500
Nicolás Arriola	18510.015	18512.176	2.161	RECTA						Constant Slope	1,500
	18512.176	18612.612	100.436	RECTA						Vertical Curve	3000
	18612.612	18839.100	226.488	RECTA						Constant Slope	35,000
	18839.100	18873.100	34.000	CLOT.		50.000	1.471			Constant Slope	35,000
	18873.100	18954.001	80.901	CIRC.	560	50.000		79.99	0.555	Constant Slope	35,000
	18954.001	18988.001	34.000	CLOT.		50.000	1.471			Constant Slope	35,000
	18988.001	19054.497	66.496	RECTA						Constant Slope	35,000
	19054.497	19084.497	10.000	CLOT.		0,000	0,000			Constant Slope	35,000
	19084.497	19181.512	117.015	CIRC.	-3000	0,000		80.00	0.165	Constant Slope	35,000
	19181.512	19191.512	10.000	CLOT.		0,000	0,000			Constant Slope	35,000
	19191.512	19192.776	1.264	RECTA						Constant Slope	35,000
	19192.776	19290.111	97.335	RECTA						Vertical Curve	-3000
	19290.111	19318.340	28.229	RECTA						Constant Slope	2,534
	19318.340	19395.210	76.870	RECTA						Constant Slope	2,534
	19395.210	19472.570	77.360	RECTA						Constant Slope	2,534
Evitamiento	19472.570	19598.299	125.729	RECTA						Constant Slope	2,534
	19598.299	19608.299	10.000	CLOT.		15.000	1.500			Constant Slope	2,534
	19608.299	19613.638	5.339	CIRC.	2000	15.000		80.00	0.149	Constant Slope	2,534
	19613.638	19703.186	89.548	CIRC.	2000	15.000		80.00	0.149	Vertical Curve	5000
	19703.186	19733.501	30.315	CIRC.	2000	15.000		80.00	0.149	Constant Slope	32,400
	19733.501	19743.501	10.000	CLOT.		15.000	1.500			Constant Slope	32,400
	19743.501	19966.529	223.028	RECTA						Constant Slope	32,400
	19966.529	19976.529	10.000	CLOT.		0,000	0,000			Constant Slope	32,400
	19976.529	20156.699	180.170	CIRC.	-5000	0,000		80.50	0.100	Constant Slope	32,400
	20156.699	20166.699	10.000	CLOT.		0,000	0,000			Constant Slope	32,400
	20166.699	20168.270	1.571	RECTA						Constant Slope	32,400
	20168.270	20256.420	88.150	RECTA						Vertical Curve	-3000

	20256.420	20379.450	129.030	RECTA						Constant Slope	3,000
Ovalo Santa Anita	20379.450	20456.320	76.870	RECTA						Constant Slope	3,000
	20456.320	20533.680	77.360	RECTA						Constant Slope	3,000
	20533.680	20688.947	155.267	RECTA						Constant Slope	3,000
	20688.947	20769.906	80.959	RECTA						Vertical Curve	3000
	20769.906	20779.087	9.181	RECTA						Constant Slope	30,000
	20779.087	20891.162	112.075	CIRC.	-20000	0.000		80.50	0.025	Constant Slope	30,000
	20891.162	21137.120	245.958	RECTA						Constant Slope	30,000
	21137.120	21233.889	96.769	CIRC.	10000	0.000		80.50	0.050	Constant Slope	30,000
	21233.889	21289.021	55.132	RECTA						Constant Slope	30,000
	21289.021	21369.981	80.960	RECTA						Vertical Curve	-3000
	21369.981	21422.090	52.109	RECTA						Constant Slope	3,000
Colectora Industrial	21422.090	21498.960	76.870	RECTA						Constant Slope	3,000
	21498.960	21576.320	77.360	RECTA						Constant Slope	3,000
	21576.320	21635.657	59.337	RECTA						Constant Slope	3,000
	21635.657	21697.137	61.480	RECTA						Vertical Curve	3000
	21697.137	21775.127	77.990	RECTA						Constant Slope	23,500
	21775.127	21785.127	10.000	CLOT		0.000	0.000			Constant Slope	23,500
	21785.127	21992.259	207.132	CIRC.	5000	0.000		80.50	0.100	Constant Slope	23,500
	21992.259	22002.259	10.000	CLOT		0.000	0.000			Constant Slope	23,500
	22002.259	22255.600	253.341	RECTA						Constant Slope	23,500
	22255.600	22423.114	167.514	CIRC.	-10000	0.000		80.50	0.050	Constant Slope	23,500
	22423.114	22467.191	44.077	RECTA						Constant Slope	23,500
	22467.191	22528.672	61.481	RECTA						Vertical Curve	-3000
	22528.672	22665.900	137.228	RECTA						Constant Slope	3,000
La cultura	22665.900	22743.260	77.360	RECTA						Constant Slope	3,000
	22743.260	22820.130	76.870	RECTA						Constant Slope	3,000
	22820.130	22872.575	52.445	RECTA						Constant Slope	3,000
	22872.575	22962.575	90.000	RECTA						Vertical Curve	3463
	22962.575	23221.050	258.475	RECTA						Constant Slope	29,000
	23221.050	23311.050	90.000	RECTA						Vertical Curve	-3463
	23311.050	23455.360	144.310	RECTA						Constant Slope	3,000
Mercado Santa Anita	23455.360	23532.240	76.880	RECTA						Constant Slope	3,000
	23532.240	23609.590	77.350	RECTA						Constant Slope	3,000
	23609.590	23751.341	141.751	RECTA						Constant Slope	3,000
	23751.341	23781.341	30.000	CLOT		45.000	1.500			Constant Slope	3,000
	23781.341	23787.267	5.926	CIRC.	-600	45.000		80.00	0.529	Constant Slope	3,000
	23787.267	23869.725	82.458	CIRC.	-600	45.000		80.00	0.529	Vertical Curve	3000
	23869.725	24045.300	175.575	CIRC.	-600	45.000		80.00	0.529	Constant Slope	30,500
	24045.300	24075.300	30.000	CLOT		45.000	1.500			Constant Slope	30,500
	24075.300	24274.139	198.839	RECTA						Constant Slope	30,500
	24274.139	24356.596	82.457	RECTA						Vertical Curve	-3000
	24356.596	24479.770	123.174	RECTA						Constant Slope	3,000
Vista Alegre	24479.770	24556.640	76.870	RECTA						Constant Slope	3,000
	24556.640	24634.005	77.365	RECTA						Constant Slope	3,000
	24634.005	24727.413	93.408	RECTA						Constant Slope	3,000
	24727.413	24777.413	50.000	RECTA						Vertical Curve	4167
	24777.413	25376.114	598.701	RECTA						Constant Slope	15,000
	25376.114	25426.114	50.000	RECTA						Vertical Curve	-4167
	25426.114	25592.132	166.018	RECTA						Constant Slope	3,000
Prolong. Javier Prado	25592.132	25663.132	71.000	RECTA						Constant Slope	3,000
	25663.132	25734.132	71.000	RECTA						Constant Slope	3,000
	25734.132	25776.688	42.556	RECTA						Constant Slope	3,000
	25776.688	25857.648	80.960	RECTA						Vertical Curve	3000
	25857.648	25923.044	65.396	RECTA						Constant Slope	30,000
	25923.044	25943.044	20.000	CLOT		30.000	1.500			Constant Slope	30,000
	25943.044	26148.495	205.451	CIRC.	900	30.000		79.97	0.352	Constant Slope	30,000
	26148.495	26168.495	20.000	CLOT		30.000	1.500			Constant Slope	30,000
	26168.495	26337.130	168.635	RECTA						Constant Slope	30,000
	26337.130	26362.130	25.000	CLOT		35.000	1.400			Constant Slope	30,000
	26362.130	26456.490	94.360	CIRC.	800	35.000		80.00	0.388	Constant Slope	30,000
	26456.490	26546.449	89.959	CIRC.	800	35.000		80.00	0.388	Vertical Curve	-3000
	26546.449	26562.975	16.526	CIRC.	800	35.000		80.00	0.388	Constant Slope	0,000
	26562.975	26587.975	25.000	CLOT		35.000	1.400			Constant Slope	0,000
	26587.975	26589.420	1.445	RECTA						Constant Slope	0,000
Municipalidad de Ato	26589.420	26665.480	76.060	RECTA						Constant Slope	0,000
	26665.480	26742.780	77.300	RECTA						Constant Slope	0,000
	26742.780	27045.934	303.154	RECTA						Constant Slope	0,000

08809

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
 DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
 2017



LINEA 4

008810

STATION	LINE			HORIZONTAL ALIGNMENT				SPEED [Km/h]	n.c.a. [m/s ²]	VERTICAL ALIGNMENT		
	Progressive Start	End	Length [m]	Type	Hor.R [m]	Cant [mm]	Slope %			Type	Vert.R [m]	slope rate o/oo
GAMBETTA	0.000	313.330	313.330	RECTA						Constant Slope	0.000	
	313.330	392.000	78.670	RECTA						Constant Slope	0.000	
	392.000	471.160	79.160	RECTA						Constant Slope	0.000	
	471.160	641.667	170.507	RECTA						Constant Slope	0.000	
	641.667	691.667	50.000	RECTA						Vertical Curve	5.555	
	691.667	980.900	289.234	RECTA						Constant Slope	9.000	
	980.900	1057.900	77.000	CLOT		120.000	1.558			Constant Slope	9.000	
	1057.900	1176.549	118.649	CIRC.	350	120.000		80.00	0.626	Constant Slope	9.000	
	1176.549	1226.549	50.000	CIRC.	350	120.000		80.00	0.626	Vertical Curve	-8333	
	1226.549	1244.093	17.544	CIRC.	350	120.000		80.00	0.626	Constant Slope	3.000	
1244.093	1321.093	77.000	CLOT		120.000	1.558			Constant Slope	3.000		
1321.093	1323.600	2.507	RECTA						Constant Slope	3.000		
CANTA CALLAO	1323.600	1402.560	78.960	RECTA						Constant Slope	3.000	
	1402.560	1481.030	78.470	RECTA						Constant Slope	3.000	
	1481.030	1557.371	76.341	RECTA						Constant Slope	3.000	
	1557.371	1607.371	50.000	RECTA						Vertical Curve	29851	
	1607.371	2233.952	626.581	RECTA						Constant Slope	4.675	
	2233.952	2283.952	50.000	RECTA						Vertical Curve	-29851	
	2283.952	2449.107	165.155	RECTA						Constant Slope	3.000	
	2449.107	2527.467	78.360	RECTA						Constant Slope	3.000	
	2527.467	2605.937	78.470	RECTA						Constant Slope	3.000	
	2605.937	2745.740	139.803	RECTA						Constant Slope	3.000	
2745.740	2795.740	50.000	RECTA						Vertical Curve	10959		
2795.740	2994.071	198.331	RECTA						Constant Slope	7.550		
2994.071	3004.071	10.000	CLOT.		0.000	0.000			Constant Slope	7.550		
3004.071	3212.489	208.418	CIRC.	-5000	0.000	0.000	80.50	0.100	Constant Slope	7.550		
3212.489	3222.489	10.000	CLOT.		0.000	0.000			Constant Slope	7.550		
3222.489	3358.444	135.955	RECTA						Constant Slope	7.550		
3358.444	3408.444	50.000	RECTA						Vertical Curve	-10989		
3408.444	3482.880	74.436	RECTA						Constant Slope	3.000		
3482.880	3561.550	78.670	RECTA						Constant Slope	3.000		
3561.550	3640.710	79.160	RECTA						Constant Slope	3.000		
3640.710	3644.130	3.420	RECTA						Constant Slope	3.000		
3644.130	3674.130	30.000	CLOT.		45.000	1.500			Constant Slope	3.000		
3674.130	3741.699	67.569	CIRC.	600	45.000		80.00	0.529	Constant Slope	3.000		
3741.699	3771.699	30.000	CLOT.		45.000	1.500			Constant Slope	3.000		
3771.699	3777.114	5.415	RECTA						Constant Slope	3.000		
3777.114	3827.114	50.000	RECTA						Vertical Curve	4167		
3827.114	3833.737	6.623	RECTA						Constant Slope	15.000		
3833.737	3863.737	30.000	CLOT.		45.000	1.500			Constant Slope	15.000		
3863.737	3941.831	78.094	CIRC.	-600	45.000		80.00	0.529	Constant Slope	15.000		
3941.831	3971.831	30.000	CLOT.		45.000	1.500			Constant Slope	15.000		
3971.831	4156.016	184.185	RECTA						Constant Slope	15.000		
4156.016	4166.016	10.000	CLOT.		15.000	1.500			Constant Slope	15.000		
4166.016	4210.398	44.381	CIRC.	2000	15.000		80.04	0.149	Constant Slope	15.000		
4210.398	4260.398	50.000	CIRC.	2000	15.000		80.04	0.149	Vertical Curve	-4167		
4260.398	4288.407	28.010	CIRC.	2000	15.000		80.04	0.149	Constant Slope	3.000		
4288.407	4298.407	10.000	CLOT.		15.000	1.500			Constant Slope	3.000		
4298.407	4339.740	41.333	RECTA						Constant Slope	3.000		
4339.740	4418.410	78.670	RECTA						Constant Slope	3.000		
4418.410	4497.570	79.160	RECTA						Constant Slope	3.000		
4497.570	4571.861	74.291	RECTA						Constant Slope	3.000		
4571.861	4621.861	50.000	RECTA						Vertical Curve	4854		
4621.861	5075.329	453.467	RECTA						Constant Slope	13.300		
5075.329	5105.329	30.000	CLOT.		45.000	1.500			Constant Slope	13.300		
5105.329	5132.878	27.550	CIRC.	600	45.000		80.00	0.529	Constant Slope	13.300		
5132.878	5192.878	60.000	CIRC.	600	45.000		80.00	0.529	Vertical Curve	-3681		
5192.878	5214.704	21.826	CIRC.	600	45.000		80.00	0.529	Constant Slope	-3.000		
5214.704	5244.704	30.000	CLOT.		45.000	1.500			Constant Slope	-3.000		
5244.704	5268.871	24.167	RECTA						Constant Slope	-3.000		
5268.871	5347.341	78.470	RECTA						Constant Slope	-3.000		
5347.341	5417.866	70.525	RECTA						Constant Slope	-3.000		
5417.866	5426.301	8.435	CLOT.		45.000	1.500			Constant Slope	-3.000		
5426.301	5447.866	21.565	CLOT.		45.000	1.500			Constant Slope	-3.000		
5447.866	5481.866	34.000	CIRC.	600	45.000		80.00	0.529	Constant Slope	-3.000		
5481.866	5531.866	50.000	CIRC.	600	45.000		80.00	0.529	Vertical Curve	-3333		
5531.866	5606.986	75.120	CIRC.	600	45.000		80.00	0.529	Constant Slope	-18.000		
5606.986	5636.986	30.000	CLOT.		45.000	1.500			Constant Slope	-18.000		
5636.986	5719.300	82.314	RECTA						Constant Slope	-18.000		
5719.300	5749.300	30.000	CLOT.		45.000	1.500			Constant Slope	-18.000		
5749.300	5751.439	2.139	CIRC.	-600	45.000		80.00	0.529	Constant Slope	-18.000		
5751.439	5859.439	108.000	CIRC.	-600	45.000		80.00	0.529	Vertical Curve	3000		
5859.439	5922.151	62.712	CIRC.	-600	45.000		80.00	0.529	Constant Slope	18.000		
5922.151	5952.151	30.000	CLOT.		45.000	1.500			Constant Slope	18.000		
5952.151	6103.572	151.421	RECTA						Constant Slope	18.000		
6103.572	6128.572	25.000	CLOT.		25.000	1.000			Constant Slope	18.000		
6128.572	6136.610	8.038	CIRC.	800	25.000		80.04	0.454	Constant Slope	18.000		
6136.610	6199.610	63.000	CIRC.	800	25.000		80.04	0.454	Vertical Curve	-3000		



	6199.610	6204.370	4.760	CIRC	25.000		80.04	0.454	Constant Slope	-3.000
	6204.370	6229.370	25.000	CLOT	25.000	1.000			Constant Slope	-3.000
	6229.370	6293.193	63.823	RECTA					Constant Slope	-3.000
MORALES DUAREZ	6293.193	6371.503	78.310	RECTA					Constant Slope	-3.000
	6371.503	6449.863	78.360	RECTA					Constant Slope	-3.000
	6449.863	6497.145	47.282	RECTA					Constant Slope	-3.000
	6497.145	6559.145	62.000	RECTA					Vertical Curve	-4000
	6559.145	6592.767	33.622	RECTA					Constant Slope	-18.500
	6592.767	6602.767	10.000	CLOT	0.000	0.000			Constant Slope	-18.500
	6602.767	6852.827	250.060	CIRC	2068	0.000	80.09	0.165	Constant Slope	-18.500
	6852.827	6862.827	10.000	CLOT	0.000	0.000			Constant Slope	-18.500
	6862.827	7066.488	203.662	RECTA					Constant Slope	-18.500
	7066.488	7082.488	16.000	CLOT	20.000	1.250			Constant Slope	-18.500
	7082.488	7105.265	22.776	CIRC	-1200	20.000	80.04	0.281	Constant Slope	-18.500
	7105.265	7160.765	55.500	CIRC	-1200	20.000	80.04	0.281	Vertical Curve	3000
	7160.765	7177.158	16.393	CIRC	-1200	20.000	80.04	0.281	Constant Slope	0.000
	7177.158	7193.158	16.000	CLOT	20.000	1.250			Constant Slope	0.000
	7193.158	7221.053	27.895	RECTA					Constant Slope	0.000
CARMEN DE LA LEGUA	7221.053	7295.004	73.951	RECTA					Constant Slope	0.000
	7295.004	7368.953	73.949	RECTA					Constant Slope	0.000

018811

Station	estación
Line	línea
Progressive	progresivo
Start	Inicio
End	final
Length	longitud
Type	tipo
Horizontal alignment	alineación horizontal
Cant	peralte
Slope	pendiente
Speed	velocidad
Vertical alignment	alineación vertical
Slope rate	gradiente de pendiente
Vertical curve	curva vertical
Constant slope	pendiente constante

D.1.3.2 INTERFAZ VEHICULO-ANDÉN

D.1.3.2.1 INTRODUCCIÓN

D.1.3.2.1.1 OBJETO

El objeto de la presente sección D.1.3.2 es presentar la interfaz vehículo-andén.

D.1.3.2.1.1.1 ACRONIMOS Y ABREVIATURAS

AB	AnsaldoBreda
TOR	Top of Rail (sobre la cara del carril)
TOF	Top of Floor (sobre la parte superior del suelo)



D.1.3.2.1.2 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

008812

D.1.3.2.1.2.1 DOCUMENTOS DEL CLIENTE

Referencia	Título
[1]	Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao"
[2]	Anexo 6

D.1.3.2.1.2.1.1 DOCUMENTOS DE ANSALDOBREDA

OBJETO	CÓDIGO	Apéndice	REFERENCIA
Análisis de Separaciones	D-MR-026	Apéndice 3	[3]
Análisis de Espacios Libres	D-MR-025	Apéndice 2	[4]
Verificación de la Apertura de las Puertas	D-MR-027	Apéndice 5	[5]

D.1.3.2.1.2.1.2 NORMAS DE REFERENCIA

Referencia	OBJETO	CÓDIGO
[6]	Metropolitan railways Kinematic load gauge and dynamic load gauge of rolling stock Structure clearance and space between tracks	UNI 7360-2010



D.1.3.2.1.3 REQUISITOS

- A. En el apartado 5.2.3 de la referencia [6] se requiere una distancia horizontal entre el umbral de puerta y la andén igual o menor que 70 mm.

Este requisito ha sido verificado en la referencia [3].

- B. En el apartado 7.4 de la referencia [2] se requiere lo siguiente:

“Tren de tipo Bidireccional con un ancho de caja externo de 2,7 a 2,9 metros compatible con el perfil mínimo de los obstáculos fijos del túnel de diámetro interno, con un espaciamiento libre entre caja y andén de más de 5 cm y menos de 10 cm, y con diferencia vertical entre cota de andén y cota de piso de coche puede variar de 0 cm a 5 cm, considerando que la cota de piso de coche siempre será más alta que la cota de andén”. Esto quiere decir que $0 \leq \text{separación vertical} \leq 50$ mm.

Este requisito ha sido verificado en la referencia [3].

- C. En el apartado 5.2.3 de la referencia [6] se requiere un espacio libre entre el vehículo y la andén bajo cualquier estado y velocidad operativos y durante la apertura y el cierre de las puertas, incluso en modos degradados tales como el fallo de la suspensión.

Este requisito ha sido verificado en la referencia [4].

- D. En el apartado 5.2.3 de la referencia [6] se requiere la posibilidad de que el vehículo pueda abrir las puertas, incluso en estados degradados.

Este requisito ha sido verificado en la referencia [5].

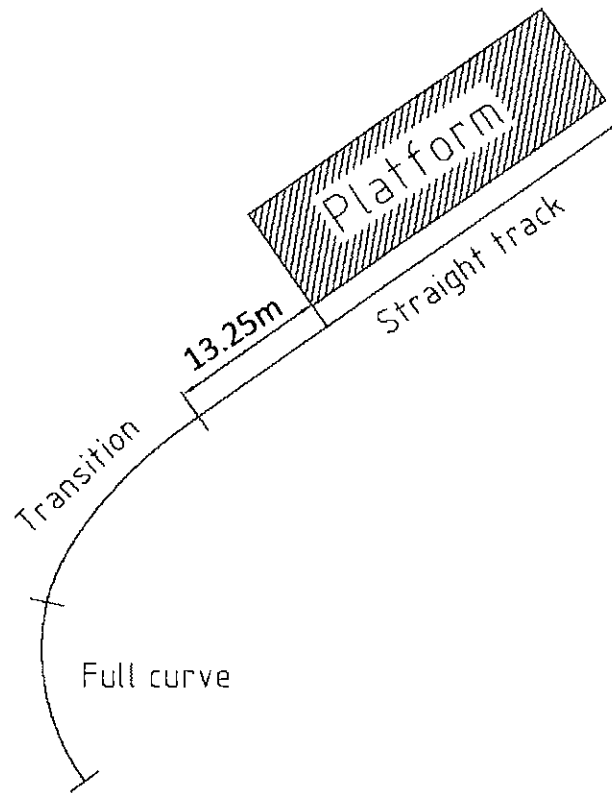
CONSORCIO [9222]
NUEVO METRO DE LIMA
[Firma manuscrita]

D.1.3.2.2 INTERFAZ VEHICULO-ANDÉN

D.1.3.2.2.1 DISPUSICIÓN DEL ANDÉN

La totalidad del andén estará dispuesta en un tramo recto de vía.

La distancia mínima entre el final de una curva de transición y el andén es de 13,25 m.



Full curve	curva plena
Transition	transición
Platform	andén
Straight track	vía recta

D.1.3.2.2.2 POSICIÓN DEL ANDÉN

Las dimensiones de andén principales son las siguientes:

- Altura del suelo de la andén desde TOR: 1.050 (0;+5) mm
- Distancia lateral de la andén desde el eje de vía teórico: 1.495 (-5;0) mm

D.1.3.2.2.3 VELOCIDAD OPERATIVA MÁXIMA DEL VEHÍCULO EN RELACIÓN CON EL ANDÉN

La velocidad operativa máxima del vehículo (velocidad bajo el control del sistema de operación automática del tren -ATO-) en caso de saltarse la andén es de 40 Km/h.

La velocidad máxima del vehículo en caso de rebasar la andén es de 60 Km/h.



D.1.3.2.4 ESTADOS OPERATIVOS DEL VEHÍCULO EN RELACIÓN CON EL ANDÉN 008815

Estas son los estados operativos del vehículo:

- **Funcionamiento normal:** El vehículo está en estado operativo normal.
- **Funcionamiento degradado:** El vehículo tiene una avería técnica que le impide estar al nivel de rendimiento normal.

Además, para ambos tipos de funcionamiento, las condiciones de carga del vehículo a tomar en cuenta son aquéllas entre CC0 y CC2.

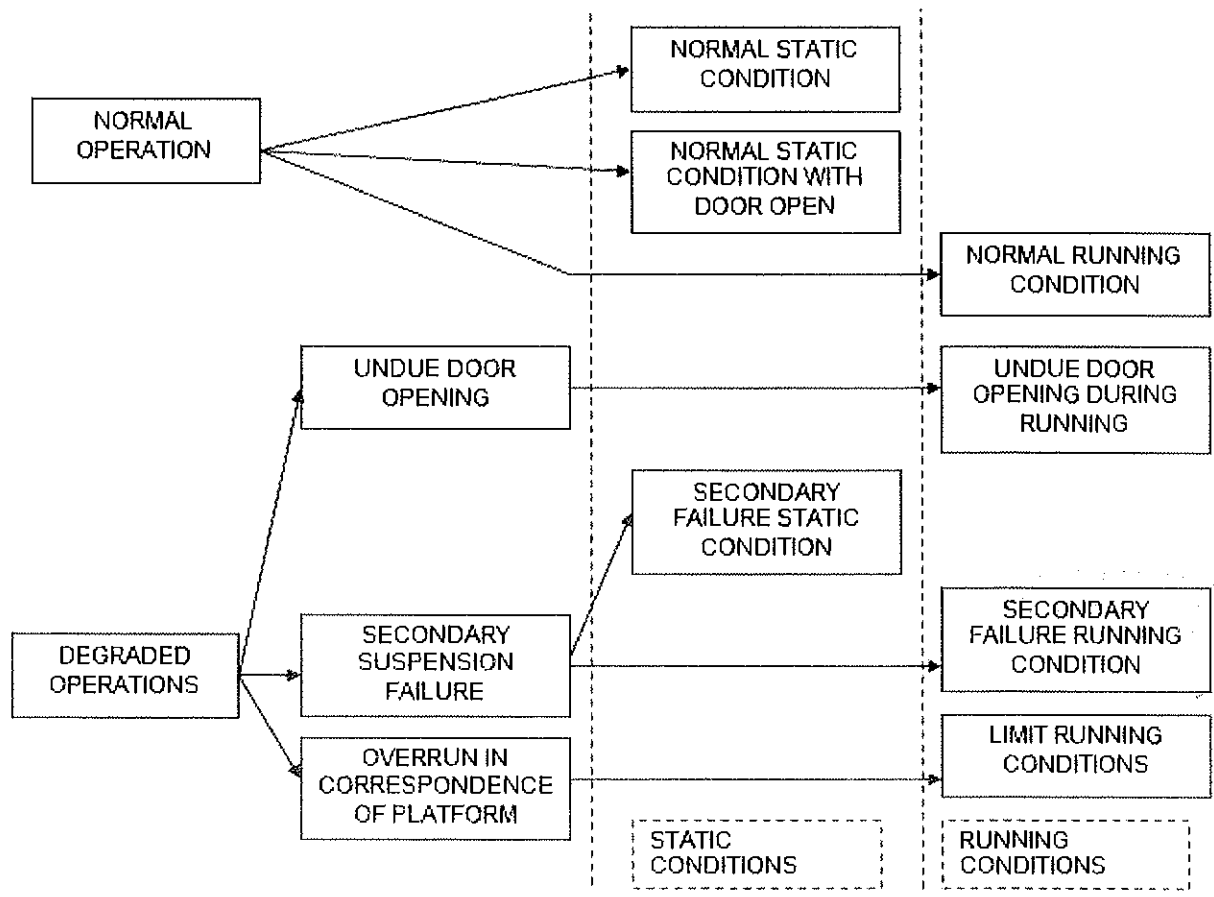
En **funcionamiento normal** es posible que el vehículo se salte la andén. Para este tipo de funcionamiento, la velocidad máxima permitida del vehículo (velocidad bajo el control del sistema de operación automática del tren -ATO-) en relación con la andén es de 40 Km/h.

Los **funcionamientos degradados** a tomar en consideración son:

- Apertura indebida de las puertas durante la marcha (cuando esto ocurra, el tren será detenido inmediatamente por el ATC) en relación con una andén.
- Avería de la suspensión secundaria en relación con una andén.
- Rebasamiento en relación con una andén.

El rebasamiento en relación con la andén se estudia como parte de unos estados graves llamados "**Estados limite de marcha**". En este caso, la velocidad máxima del vehículo (velocidad bajo el sistema de protección automática del tren -ATP-) en relación con una andén es de 60 Km/h.

En suma, los estados operativos del vehículo en relación con la andén que hay que tener en cuenta se muestran en la siguiente figura:



Normal operación	Funcionamiento normal
Normal static condition	Estado estático normal
Normal static condition with door open	Estado estático normal con puerta abierta
Normal running condition	Estado normal de marcha
Degraded operations	Funcionamientos degradados
Undue door opening	Apertura de puerta indebida
Undue door opening during running	Apertura de puerta indebida en marcha
Secondary suspension failure	Fallo de la suspensión secundaria
Secondary failure static condition	Estado estático con fallo de la suspensión secundaria
Secondary failure running condition	Estado de marcha con fallo de la suspensión secundaria
Overrun in correspondence with platform	Rebasamiento en relación con la andén
Limit running conditions	Estados límite de marcha
Static conditions	Estados estáticos
Running conditions	Estados de marcha

D.1.3.2.2.5 ANÁLISIS VEHÍCULO-ANDÉN

Se llevarán acabo tres tipos de análisis vehículo-andén:

- **Análisis de separaciones**
- **Análisis de espacios libres**
- **Verificación de la apertura de las puertas**

D.1.3.2.2.5.1 ANÁLISIS DE LAS SEPARACIONES ENTRE VEHÍCULO Y ANDÉN

El **análisis de separaciones** evalúa los siguientes requisitos:

La altura del suelo no será inferior a la altura de la andén, nominalmente, 1.050 mm desde la cara del carril (TOR) en estado operativo normal.

La altura de escalón no será superior a 50 mm en estado operativo normal (tal y como se especifica en el apartado 7.4 de la referencia [2]).

La separación entre el borde de la andén y el escalón del vehículo no superará 70 mm en estado operativo normal (tal y como se especifica en el apartado 5.2.3 de la referencia [6]).

Todos los requisitos anteriores consideran que el vehículo está en estado operativo normal. El vehículo está en su estado operativo normal en relación con la andén cuando las ruedas dejan de girar y, además:

- Sus dimensiones son las nominales.
- Está quieto.
- Está centrado en la vía.

- Tiene las puertas cerradas (las separaciones no se ven modificadas por la apertura de las puertas analizada en otro párrafo).

008817

Según el apartado 4.4, las condiciones de carga del vehículo a tomar en cuenta son aquéllas entre CC0 y CC2.

Para comprobar la altura de escalón máxima, el vehículo en estado estático normal está en condición de carga CC0; este estado se denomina "**Estado estático normal alto**".

Para comprobar la altura de escalón mínima, el vehículo en estado estático normal está en condición de carga CC2; este estado se denomina "**Estado estático normal bajo**". Además, también se tiene en cuenta el desplazamiento vertical hacia abajo.

Desplazamiento vertical		
Descripción	Valor [mm]	Símbolo
Deformación de la suspensión primaria bajo la condición de carga CC2 (carga estática)	-25	V1
Deformación vertical de la caja	-10	V5
Desgaste de rueda con ajuste	-5	U1

(*) Para recuperar la altura del vehículo provocada por el reperfilado de las ruedas, se proporcionan cuñas debajo de la suspensión secundaria.

Las dimensiones de la andén y de las vías son nominales.

El análisis se ha realizado en la referencia [3] y sus resultados son los siguientes:

- La separación vertical máxima en estado normal es de 50 mm (conforme al apartado 7.4 de la referencia [2]).
- La separación vertical mínima en estado normal es de 10 mm (conforme al apartado 7.4 de la referencia [2]).
- La separación horizontal en estado normal es de 70 mm (conforme al apartado 5.2.3 de la referencia [6]).

D.1.3.2.2.5.2 ANÁLISIS DE ESPACIOS LIBRES

El **análisis de espacios libres** evalúa los siguientes requisitos:

En las zonas de andén (vía recta), los vehículos permanecerán apartados del borde de la andén bajo cualquier estado y velocidad operativos y durante la apertura y el cierre de las puertas, incluso en modos degradados tales como el fallo de la suspensión.

Por consiguiente, los estados operativos que hay que analizar son los siguientes:

- Estático y en marcha
- Normal y degradado

Por otra parte, en el análisis de espacios libres se estudia la envolvente cinemática del vehículo en relación con la andén (por tanto, para vía recta y una velocidad máxima de 40 Km/h) y, por consiguiente, también se toman en consideración las siguientes contribuciones:

- Tolerancias del vehículo
- Tolerancias de la andén
- Desgaste de la vía

Este análisis (véase la referencia [4]) se realiza para comprobar que el vehículo puede moverse a lo largo de la andén, incluso en estados degradados y límite; por lo tanto, se tienen en cuenta todos los movimientos hacia la andén y las tolerancias con el fin de maximizar las dimensiones del vehículo y de la andén (tal y como se especifica en el apartado 5.2.3 de la referencia [6]).

“Estados normales de marcha”

- Vehículo en condición de carga plena CC2 (8 pasajeros/m², ruedas desgastadas, dimensiones con tolerancias).
- Carril desgastado.
- Dimensiones de la andén con tolerancias.
- Vehículo en marcha en relación con la andén a la máxima velocidad ATO de 40 Km/h.

El desplazamiento lateral máximo en estado normal de marcha hacia la andén es debido a la suma de los siguientes elementos:

Desplazamiento lateral		
Descripción	Valor [mm]	Símbolo
Movimiento máximo de la suspensión primaria en estado normal de marcha	2	L1
Movimiento máximo de la suspensión secundaria en estado normal de marcha	10	L2
Separación máxima entre las ruedas y el carril (*)	15	L3
Tolerancia lateral máxima	3	T

(*) La separación rueda-carril máxima es igual a:

$$L3 = \frac{S - d}{2}$$

Donde:

S es el calibre de vía máximo, incluyendo el desgaste, en relación con la andén. S es un valor reducido con respecto al valor S_{ke} empleado en la sección 4 para el estudio de la envolvente cinemática, pero tiene en cuenta que la andén está en un tramo recto de vía. S = 1.445 mm es un valor fiable (S = 1.435 mm es el calibre de vía nominal).

d es el calibre de vía mínimo, incluyendo el desgaste. Considerando el radio nominal de rueda, un valor fiable es 1.415 mm.

Además, también se tiene en cuenta el balanceo del vehículo hacia la andén:

Efecto de balanceo		
Descripción	Valor	Símbolo
Movimiento de balanceo máximo en estado normal de marcha	0,5 [°]	R2
Altura del centro de balanceo	580 [mm]	Hrc

El desplazamiento vertical hacia abajo máximo en estado normal de marcha es debido a la suma de los siguientes elementos:

Desplazamiento vertical		
Descripción	Valor [mm]	Símbolo
Deformación de la suspensión primaria bajo la condición de carga CC2 (carga dinámica)	-28,5	V2
Deformación vertical de la caja	-10	V5
Desgaste de rueda con ajuste	-5	U1
Desgaste del carril (**)	-5	U2

(**) El desgaste vertical máximo del carril en relación con la andén es de 5 mm, que es un valor fiable.

“Estados normales de marcha con fallo de la suspensión secundaria”

El vehículo está en estado normal de marcha, pero un bogie tiene el muelle neumático desinflado. Por lo tanto, se realizará la siguiente modificación con respecto al estado anterior.

Desplazamiento vertical

Se añade la siguiente contribución:

008819

Descripción	Valor [mm]	Símbolo
Deformación de la suspensión secundaria en estado de fallo bajo la condición de carga CC2 (carga dinámica)	-40	V4

Efecto de balanceo

El efecto de balanceo se omite dado que se considera que ambas suspensiones secundarias están en movimiento dinámico vertical hacia abajo máximo.

“Apertura indebida de las puertas durante la marcha”

Cuando se produce este fallo, el ATC parará el tren inmediatamente.

Por lo tanto, con este análisis se estudia el caso de que se produzca este fallo durante la marcha del vehículo en relación con las andén.

Los movimientos en todas las direcciones son los mismos que en el caso del estado normal de marcha, pero las puertas están abiertas.

“Estado límite de marcha” (Rebasamiento en relación con la andén)

El rebasamiento en relación con la andén se estudia como parte de unos estados graves llamados **“Estados límite de marcha”**. En este caso, la velocidad máxima del vehículo (velocidad ATP) en relación con una andén es de 60 Km/h.

Los movimientos laterales en estados normales de marcha se modifican a fin de considerar los estados límite de marcha (60 Km/h).

Desplazamiento lateral y efectos de balanceo		
Descripción	Valor	Símbolo
Rotación de balanceo máxima estimada a 60 Km/h	0,75 [°]	R1
Movimiento máximo estimado de la suspensión primaria a 60 Km/h	3	L4
Movimiento máximo estimado de la suspensión secundaria a 60 Km/h	18	L5

El máximo valor de balanceo es igual a los debidos a una aceleración lateral desequilibrada de 1 m/s².

A partir de la verificación realizada en la referencia [4] es posible afirmar que:

- En estado normal de marcha existe un espacio libre entre el vehículo y el borde de la andén.
- En estado de marcha con fallo de la suspensión secundaria existe un espacio libre entre el vehículo y el borde de la andén.
- Cuando se produce una apertura indebida de las puertas en marcha en relación con una andén (cuando se produce este fallo, el ATC parará el tren inmediatamente), existe un espacio libre entre el vehículo y el borde de la andén, pero existe una interferencia entre la junta de estanqueidad de la puerta y la andén de 21,25 mm.
- En estado límite de marcha, existe un espacio libre entre el vehículo y el borde de la andén.

En resumen:

- **En todos los estados operativos existe un espacio libre entre el vehículo y el borde de la andén.**
- **Cuando se produce una apertura indebida de las puertas en marcha en relación con una andén (cuando se produce este fallo, el ATC parará el tren inmediatamente), existe un espacio libre entre el vehículo y el borde de la andén,**



pero existe una interferencia máxima entre la junta de estanqueidad de la puerta y la andén de 21,25 mm.

- En estado límite de marcha, existe un espacio libre entre el vehículo y el borde de la andén.

La interferencia de 21,25 mm entre la junta de estanqueidad de la puerta y la andén es admisible teniendo en cuenta lo siguiente:

- Los desplazamientos del vehículo se traducen en el peor estado posible hacia la andén.
- Las tolerancias de vehículo, de andén y de carril se traducen en el peor estado posible.
- Las juntas de estanqueidad de las puertas son deformables.
- Cuando el vehículo está en estado de fallo (apertura indebida de las puertas durante la marcha) será detenido inmediatamente por el ATC.

D.1.3.2.2.5.3 VERIFICACIÓN DE LA APERTURA DE LAS PUERTAS

Este análisis (véase la referencia [5]) se realiza para comprobar que el vehículo puede abrir y cerrar las puertas, incluso en estados degradados (tal y como se especifica en el apartado 5.2.3 de la referencia [6]); por lo tanto, se tienen en cuenta todos los movimientos hacia la andén y las tolerancias con el fin de maximizar las dimensiones del vehículo y de la andén. Naturalmente, este análisis se lleva a cabo con las puertas del vehículo abiertas.

Estado cuasiestático normal, teniendo en cuenta los siguientes desplazamientos:

Desplazamiento vertical		
Descripción	Valor [mm]	Símbolo
Deformación de la suspensión primaria bajo la condición de carga CC3 (carga estática)	-25	V1
Deformación vertical en la zona de la puerta	-10	V5
Desgaste de rueda con ajuste	-5	U1
Desgaste del carril	-5	U2

Efecto de balanceo		
Descripción	Valor	Símbolo
Ángulo de configuración de la suspensión secundaria	0,24 [°]	R3
Altura del centro de balanceo	580 [mm]	Hrc

Este ángulo de configuración tiene en cuenta el efecto del sector muerto del sistema de nivelación y la tolerancia vertical del vehículo a nivel del suelo.

Desplazamiento lateral		
Descripción	Valor [mm]	Símbolo
Separación máxima entre las ruedas y el carril (*)	15	L3
Tolerancia lateral máxima	3	T

(*) Para más detalles, véase el apartado 3.5.2.

“Estado estático con fallo de la suspensión secundaria”

El vehículo está en estado cuasiestático normal, pero un bogie tiene el muelle neumático desinflado. Por lo tanto, se realizará la siguiente modificación con respecto al estado anterior.

Desplazamiento vertical

Se añade la siguiente contribución:

Descripción	Valor [mm]	Símbolo
Deformación de la suspensión secundaria en estado de fallo bajo la condición de carga CC2 (carga estática)	-37	V3

Efecto de balanceo

El efecto de balanceo se omite dado que se considera que ambas suspensiones secundarias están en movimiento estático vertical hacia abajo máximo.

Por consiguiente, según la referencia [5]:

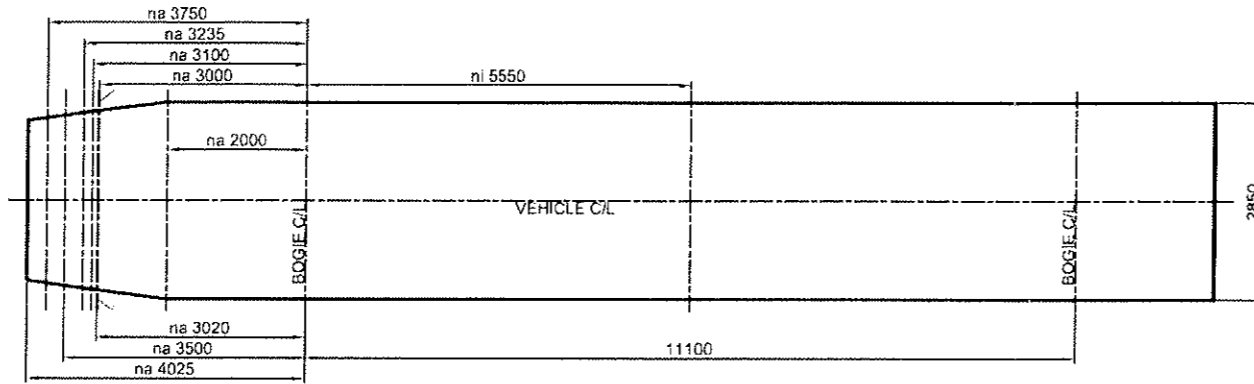
- **En todos los estados operativos estáticos (incluyendo el fallo de la suspensión secundaria) existe un espacio libre entre la puerta abierta y la andén.**
- **Únicamente en el caso del estado estático con fallo de la suspensión secundaria, la junta de estanqueidad de la puerta interfiere con la andén en aproximadamente 11 mm.**

La interferencia de 11mm entre la junta de estanqueidad de la puerta y la andén es admisible teniendo en cuenta lo siguiente:

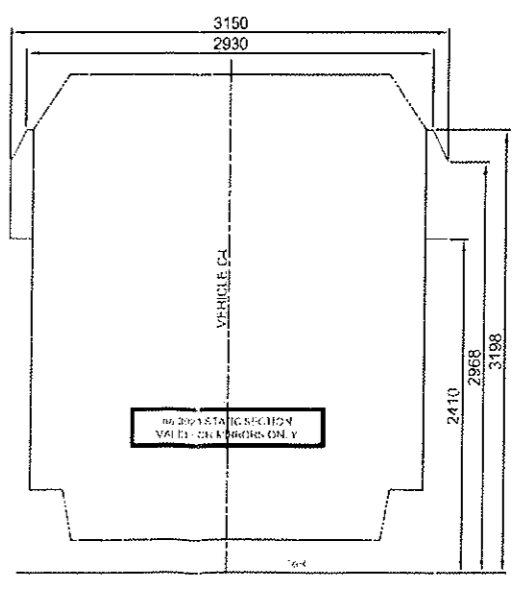
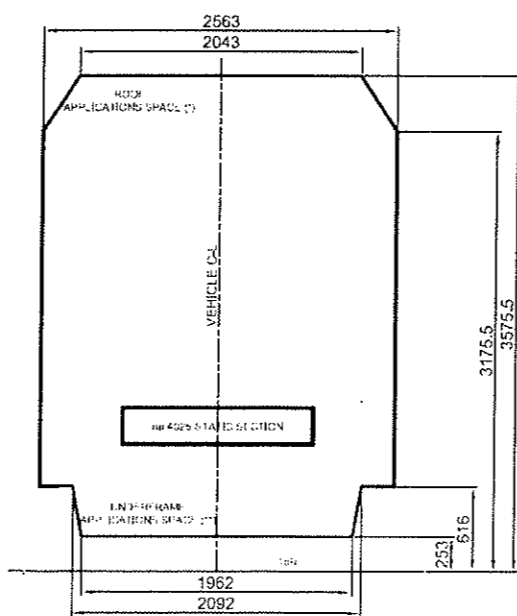
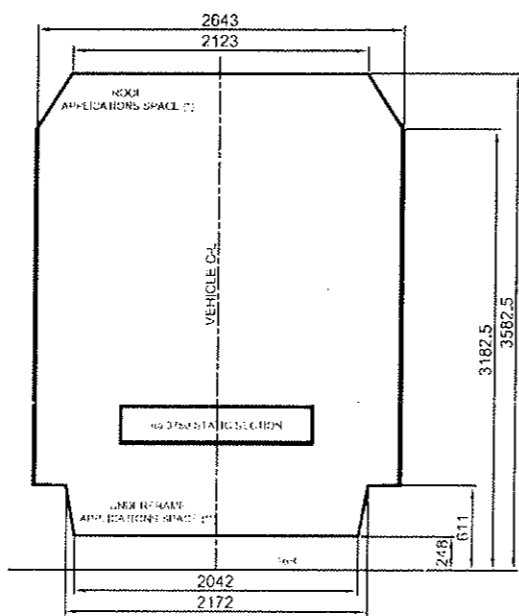
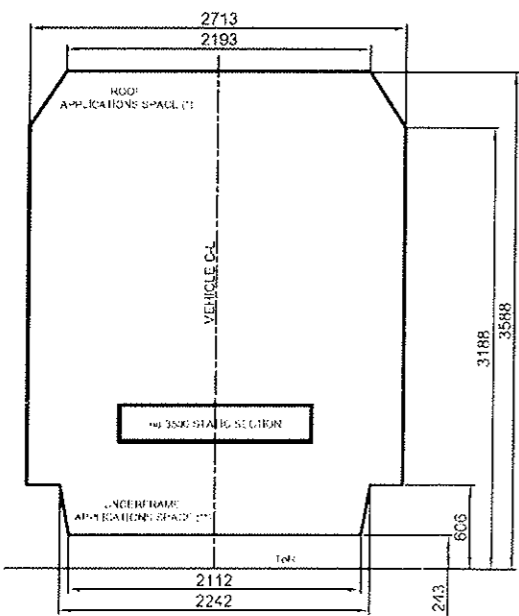
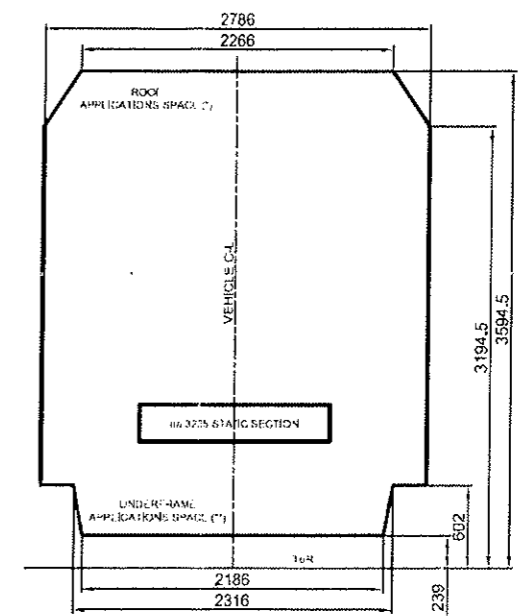
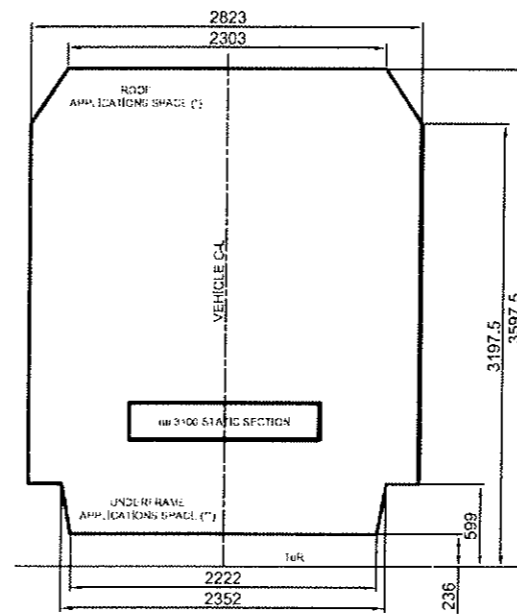
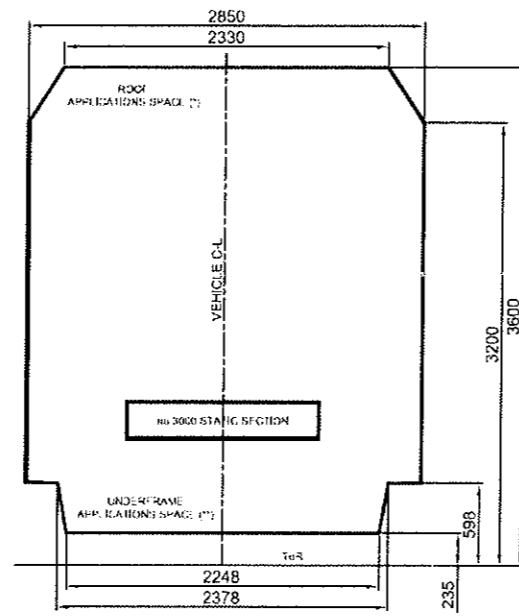
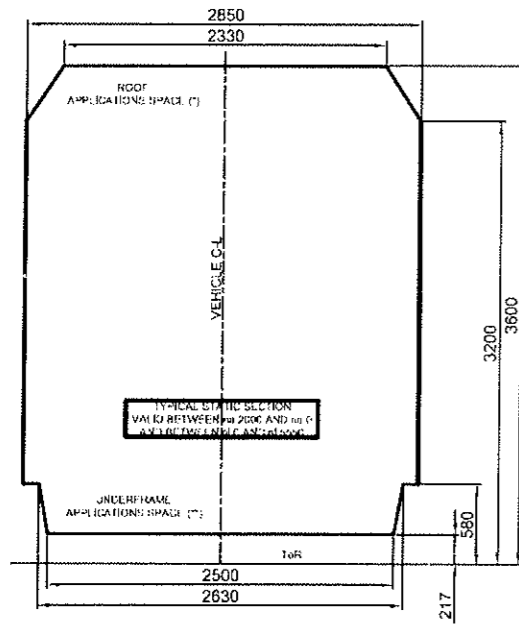
- Los desplazamientos del vehículo se traducen en el peor estado posible hacia la andén.
- Las tolerancias de vehículo, de andén y de carril se traducen en el peor estado posible.
- Las juntas de estanqueidad de puerta son deformables.
- La apertura de las puertas también está garantizada en este estado.


 [Firma manuscrita]

D.1.3.3 APÉNDICE 1 – GÁLIBO ESTÁTICO

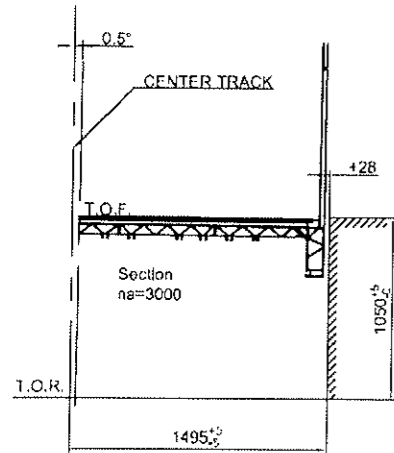
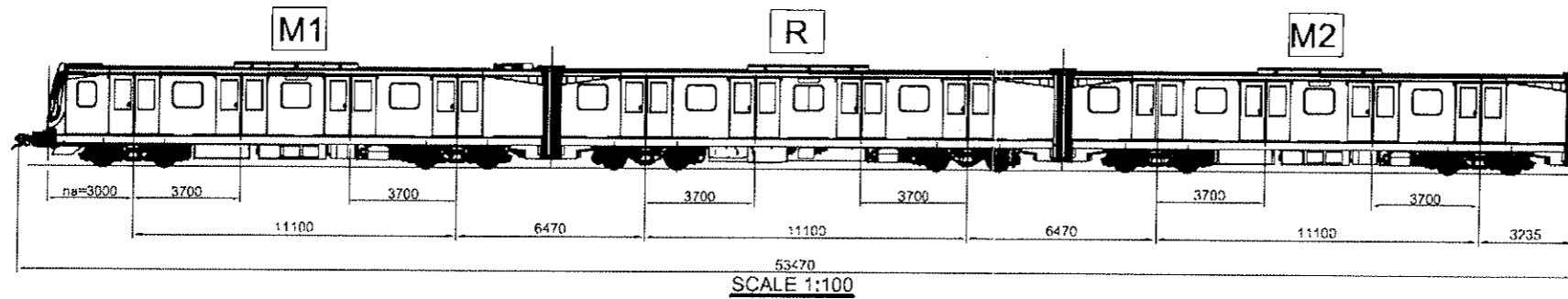


GENERAL NOTES:
 (*) FOR ROOF APPLICATIONS SPACE, SEE DOCUMENT D-MR-029;
 (**) FOR UNDERFRAME APPLICATIONS SPACE, SEE DOCUMENT D-MR-028.

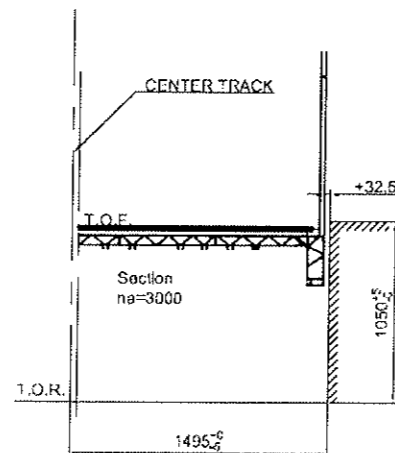


[Handwritten signature]

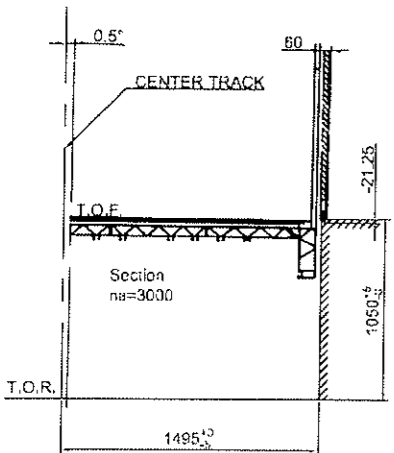
D.1.3.4 APÉNDICE 2 – ANÁLISIS DEL ESPACIO LIBRE



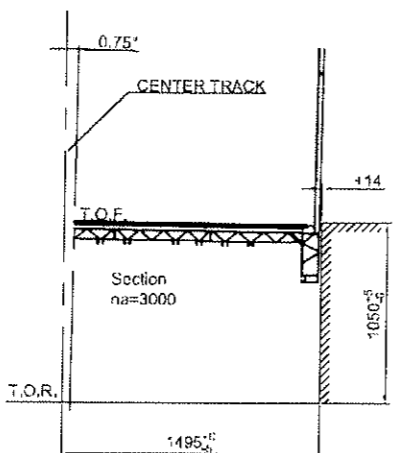
SKETCH 1
NORMAL RUNNING CONDITION;
HD=37.5 VD=48.5 R=0.5°



SKETCH 2
SECONDARY FAILURE RUNNING CONDITION;
HD=37.5 VD=88.5 R=0°



SKETCH 3
UNDUE DOOR OPENING
DURING RUNNING;
HD=37.5 VD=48.5 R=0.5°



SKETCH 4
LIMIT RUNNING CONDITION;
HD=49 VD=48.5 R=0.75°

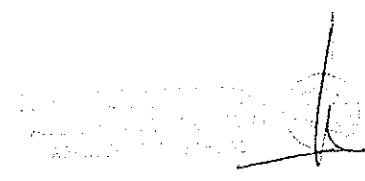
IT IS ADMITTED THAT IN FAILURE CONDITIONS THE DOOR'S GASKET INTERFERES WITH PLATFORM.

VEHICLE DISPLACEMENT		
DESCRIPTION	VALUE	SYMBOL
LATERAL DISPLACEMENT		
MAXIMUM PRIMARY SUSPENSION MOVEMENT IN NORMAL RUNNING CONDITION	2	L1
MAXIMUM SECONDARY SUSPENSION MOVEMENT IN NORMAL RUNNING CONDITION	10	L2
LATERAL WHEEL WEAR, CLEAR AND RAIL WEAR [(S-d)/2= (1445-1415)/2]	15	L3
MAX ESTIMATED PRIMARY SUSPENSION LATERAL MOVEMENT AT 60 km/h	3	L4
MAX ESTIMATED SECONDARY SUSPENSION LATERAL MOVEMENT AT 60 km/h	18	L5
MAXIMUM LATERAL VEHICLE TOLERANCE	3	T
VERTICAL DISPLACEMENT		
PRIMARY SUSPENSION DEFLECTION UNDER CC2 (8 pass/m2) CONDITION (DYNAMIC LOAD)	-28.5	V2
SEC. SUSP. MAX. DEFL.(FAILURE) IN CC2(8 pass/m2) CONDITION (DYNAMIC LOAD)	-40	V4
VERTICAL CARBODY DEFLECTION	-10	V5
WHEEL WEAR WITH ADJUSTING	-5	U1
RAIL WEAR	-5	U2
AMPLIFICATION FACTOR FOR na=3000 OVERHANG SECTION	1.27	f
ROLLING EFFECT		
MAX ESTIMATED ROLLING ROTATION AT 60 km/h	0.75°	R1
MAXIMUM ROLLING ROTATION IN NORMAL RUNNING CONDITION	0.5°	R2
ROLL CENTER HEIGHT (FROM T&R)	580	HC

THE SKETCHES ARE ELABORATED CONSIDERING THE VEHICLE IN STRAIGHT CONDITION

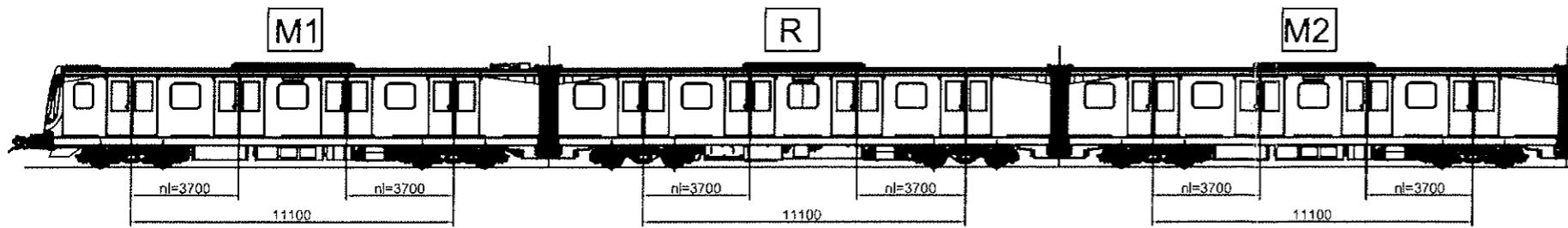
GENERAL NOTES:
 -THE SKETCHES ARE ELABORATED TO CHECK THE POSSIBILITY FOR THE VEHICLE TO MOVE ALONG THE PLATFORM, EVEN IN LIMIT CONDITIONS.
 -THE CLEARANCE ANALYSIS ARE IN ACCORDANCE WITH UNI7360-2010 §5.2.3.
 -THE VEHICLE SPEED IN NORMAL RUNNING CONDITION IS THE ATO SPEED = 40 Km/h.
 -THE VEHICLE SPEED IN LIMIT RUNNING CONDITION IS EQUAL TO 60 Km/h.

SKETCH	CONDITION	LOAD CONDITION	CONDITION CHECK			CLEARANCE	
			HORIZONTAL DISPLACEMENT HD	VERTICAL DISPLACEMENT VD	ROLLING EFFECT R	BETWEEN VEHICLE AND PLATFORM	BETWEEN OPEN DOORS AND PLATFORM
1	NORMAL RUNNING CONDITION	CC2 - OVER LOAD	$f(L1+L2+L3)+T= 37.5$	$V2+V5+U1+U2= -48.5$	$R2=0.5°$	+28	XXXXXXXXXX
2	SECONDARY FAILURE RUNNING CONDITION	CC2 - OVER LOAD	$f(L1+L2+L3)+T= 37.5$	$V2+V4+V5+U1+U2= -88.5$	0	+32.5	XXXXXXXXXX
3	UNDUE DOOR OPENING DURING RUNNING	CC2 - OVER LOAD	$f(L1+L2+L3)+T= 37.5$	$V2+V5+U1+U2= -48.5$	$R2=0.5°$	XXXXXXXXXX	-21.25
4	LIMIT RUNNING CONDITION	CC2 - OVER LOAD	$f(L3+L4+L5)+T= 49$	$V2+V5+U1+U2= -48.5$	$R1=0.75°$	+14	XXXXXXXXXX



D.1.3.5 APÉNDICE 3 – ANÁLISIS DE SEPARACIONES

SCALE 1:100

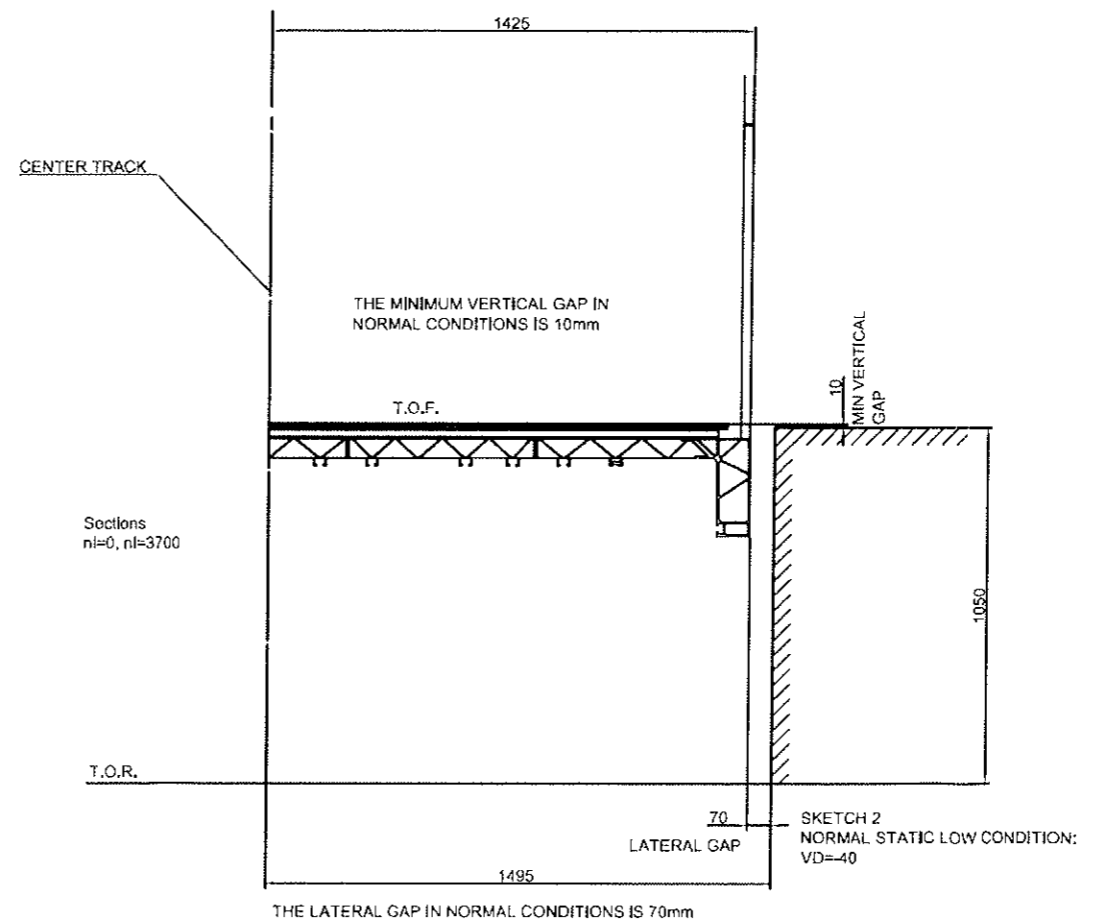
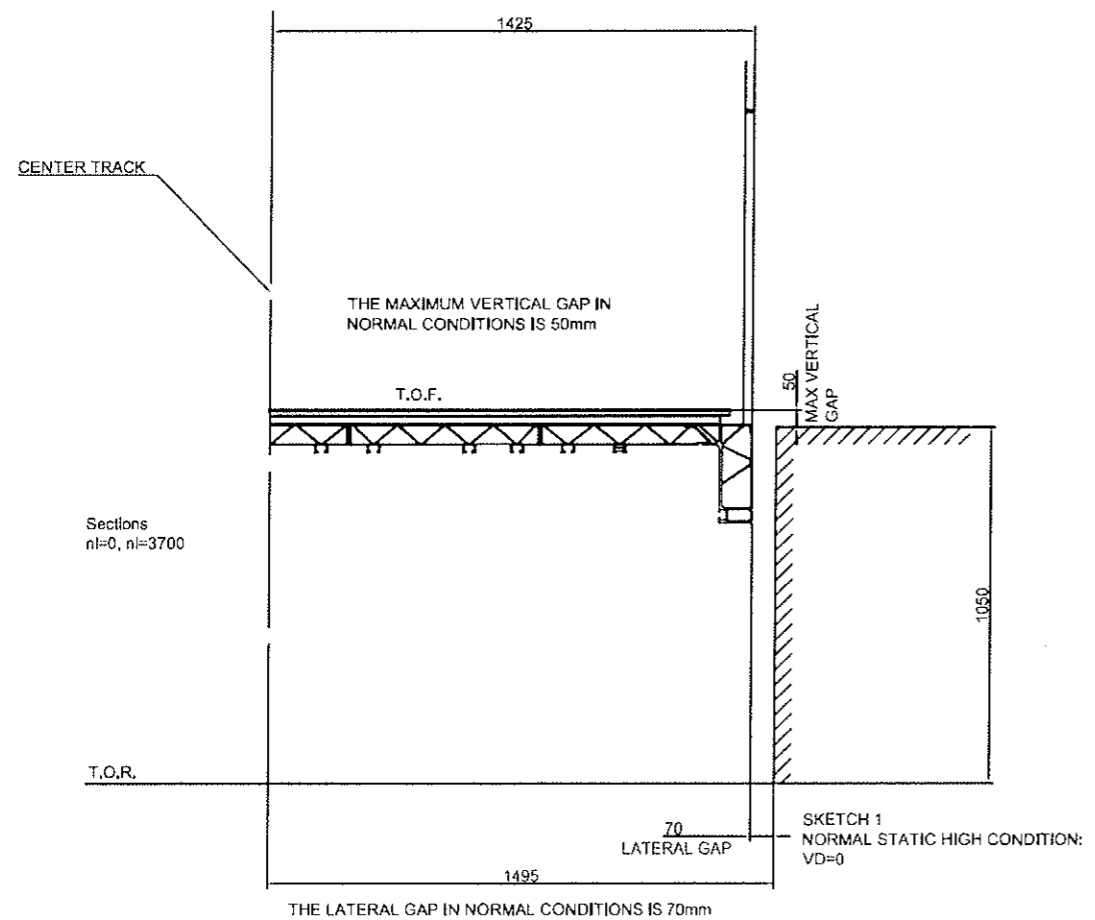


NORMAL STATIC OPERATING CONDITIONS:

- VEHICLE STAND STILL WITH NOMINAL DIMENSION ;
- VEHICLE LOAD CC0 TO CC2 CONDITIONS;
- WHEEL WORN WITH ADJUSTING;
- PLATFORM AND TRACKS IN STRAIGHT AND IN NOMINAL DIMENSIONS.

GENERAL NOTES:

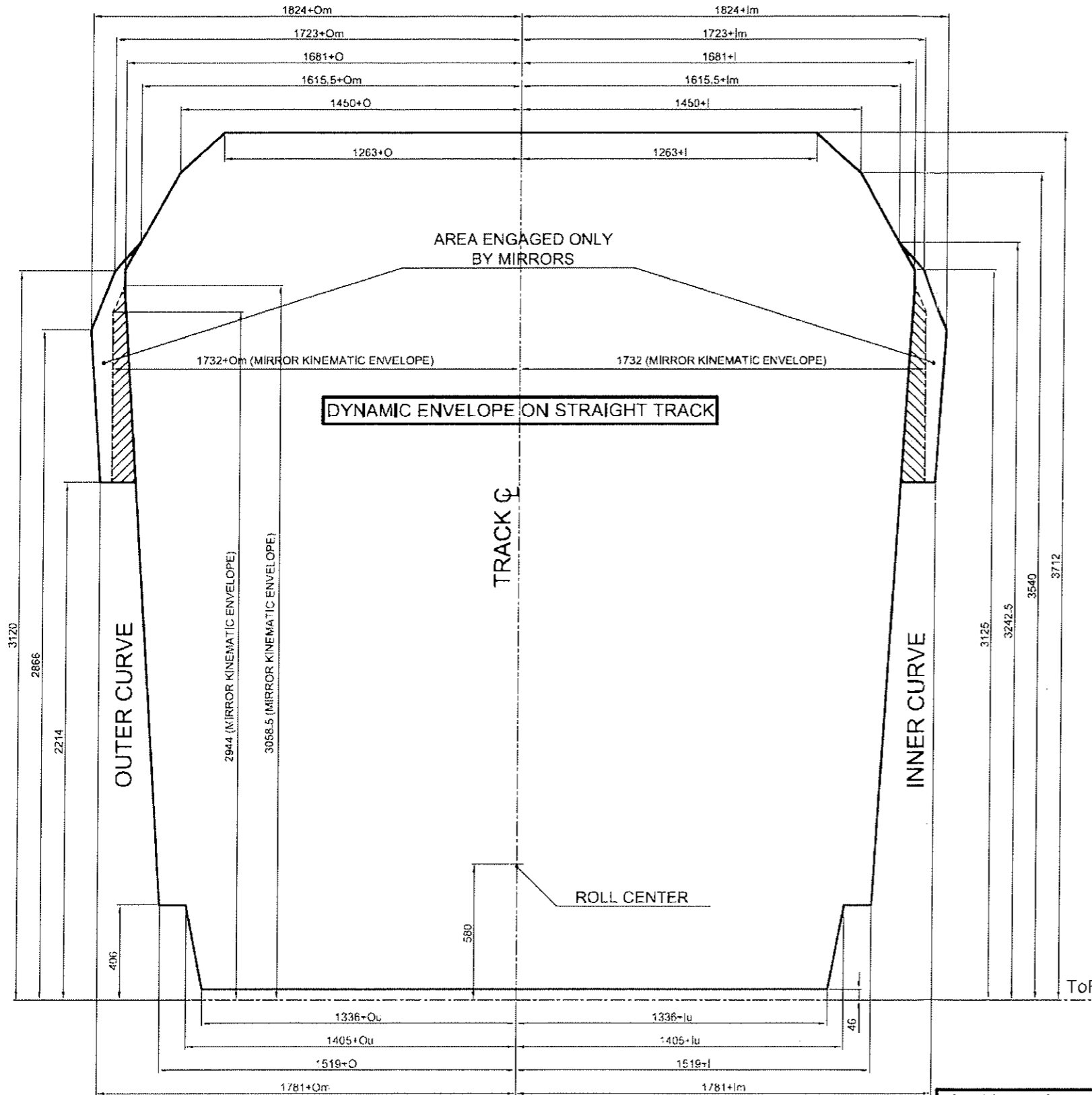
- THE SKETCHES ARE ELABORATED IN ORDER TO CHECK THE HORIZONTAL AND VERTICAL GAPS WITH VEHICLE IN NORMAL STATIC CONDITIONS.
- THE 70 mm HORIZONTAL GAP IS COMPLIANT TO UNI7360-2010 §5.2.3 REQUIREMENT.
- THE VEHICLE/PLATFORM INTERFACE IS COMPLIANT TO TENDER DOCUMENT "ANEXO 6" §7.4:
"Tren de tipo Bidireccional con un ancho de caja externo de 2,7 a 2,9 metros compatible con el perfil mínimo de los obstáculos fijos del túnel de diámetro interno, con un espaciamento libre entre caja y andén de más de 5cm y menos de 10cm, y con diferencia vertical entre cola de andén y cola de piso de coche puede variar de 0cm a 5cm, considerando que la cota de piso de coche siempre será más alta que la cota de andén."
(IT MEANS THAT $0 \leq$ VERTICAL GAP \leq 50 mm)



SKETCH	CONDITION	CONDITION CHECK		GAP		
		LOAD CONDITION	VERTICAL DISPLACEMENT VD	LATERAL GAP	MINIMUM VERTICAL GAP	MAXIMUM VERTICAL GAP
1	NOMINAL STATIC HIGH CONDITION	CC0 - TARE LOAD	0	+70		+50
2	NOMINAL STATIC LOW CONDITION	CC2 - OVERLOAD	V1+V5+U1=-40	+70	+10	

VEHICLE DISPLACEMENT		
DESCRIPTION	VALUE	SYMBOL
VERTICAL DISPLACEMENT		
PRIMARY SUSP. DEFLECTION UNDER CC2 (8 pass/m2) CONDITION (STATIC LOAD)	-25	V1
VERTICAL CARBODY DEFLECTION	-10	V5
WHEEL WEAR WITH ADJUSTING	-5	U1

D.1.3.6 APPENDICE 4 – GÁLIBO DINÁMICO 1 DE 5



THE CARBODY DYNAMIC ENVELOPE SHOWN IN THIS DRAWING IS THE OUTLINE LIMIT OF THE CARBODY TAKING IN TO ACCOUNT THE FOLLOWING EFFECTS:

- MAXIMUM PASSENGER LOAD ON TANGENT TRACK;
- MAXIMUM VERTICAL UPWARD DISPLACEMENT (WITH MAX SUSPENSIONS DISPLACEMENTS, MAXIMUM PITCH, VERTICAL THROW AND VEHICLE TOLERANCE);
- MAXIMUM DOWNWARD DISPLACEMENT (WITH MAX SUSPENSIONS DISPLACEMENTS, MAXIMUM WHEEL WEAR, MAXIMUM PITCH, VERTICAL THROW AND VEHICLE TOLERANCE);
- MAXIMUM LATERAL DISPLACEMENT (WITH MAX SUSPENSIONS DISPLACEMENTS AND MAXIMUM WHEEL WEAR, MAXIMUM YAW AND VEHICLE TOLERANCE);
- MAXIMUM ROLL DISPLACEMENT (WITH SUSPENSION DEFLECTED UP TO MECHANICAL STOPS);
- VERTICAL AND LATERAL RAIL WEAR.

THE DISPLACEMENTS AND PARAMETERS USED ARE AS FOLLOWS:

1) UPWARD MOVEMENTS

- PRIMARY SUSPENSION 24 mm
- SECONDARY SUSPENSION 27 mm
- VERTICAL TOLERANCES 5 mm
- TOTAL 56 mm**

2) DOWNWARD MOVEMENTS

- PRIMARY SUSPENSION 28.5 mm
- SECONDARY SUSPENSION 50 mm
- WHEEL WEAR 30 mm
- RAIL WEAR 15 mm
- CARBODY DEFLECTION 10 mm
- VERTICAL TOLERANCES 5 mm
- TOTAL 138.5 mm**

3) LATERAL MOVEMENTS

- PRIMARY SUSPENSION 5 mm
- SECONDARY SUSPENSION 35 mm
- RAIL AND WHEEL WEAR PLUS NOMINAL GAP (MAX RAIL GAUGE: 1450 mm) $(1450-1415)/2$ 17.5 mm
- TOTAL 57.5 mm**

4) ROLL EFFECTS

- HEIGHT OF ROLL CENTER (FROM ToR) 580 mm
- ROLLING ANGLE IN LIMIT CONDITIONS 3.56°
- ROLLING ANGLE IN NORMAL RUNNING CONDITIONS (USED ONLY FOR MIRROR KINEMATIC ENVELOPE) 1.50°

5) MINIMUM VERTICAL CURVE RADIUS 1500 m

THE DYNAMIC ENVELOPE DOES NOT TAKE IN TO ACCOUNT THE FOLLOWING EFFECTS:

- SAFETY CLEARANCE;
- STRUCTURES CONSTRUCTION TOLERANCES;
- RAIL INSTALLATION AND MAINTENANCE TOLERANCES;
- OBSTACLES INSTALLATION TOLERANCES.

CURVE RADIUS [m]	LATERAL THROW IN CURVE [mm]					
	COACH		UNDERCOACH		MIRROR	
	O	I	Ou	Iu	Om	Im
70 ≤ R < 80	294	279	179	229	301	0
80 ≤ R < 90	258	200	157	200	263	0
90 ≤ R < 100	229	178	140	178	234	0
100 ≤ R < 125	206	160	126	160	211	0
125 ≤ R < 150	165	128	101	128	169	0
150 ≤ R < 200	138	107	84	107	141	0
200 ≤ R < 250	103	80	63	80	106	0
250 ≤ R < 300	83	64	51	64	85	0
300 ≤ R < 400	69	54	42	54	71	0
400 ≤ R < 500	52	40	32	40	53	0
500 ≤ R < 750	42	32	26	32	43	0
750 ≤ R < 1000	28	22	17	22	29	0
1000 ≤ R < 1500	21	16	13	16	22	0
1500 ≤ R < 3000	14	11	9	11	15	0
3000 ≤ R < 3500	7	6	5	6	8	0
3500 ≤ R < 4000	6	5	4	5	7	0
4000 ≤ R < 5000	6	4	4	4	6	0
5000 ≤ R < 10000	5	4	3	4	5	0
10000 ≤ R < Str. track	3	2	2	2	3	0
Straight track	0	0	0	0	0	0

THE STATIC ENVELOPE USED TO DEFINE THE DYNAMIC ENVELOPE IS CONSISTENT WITH DRAWINGS: "STATIC ENVELOPE" D-MR-030.

THE CARBODY DYNAMIC ENVELOPE IN CURVE IS OBTAINED AS FOLLOWS:

- OUTER SIDE OF CURVE: INCREASE WITH "O" VALUE (SHOWN IN THE TABLE) THE WIDTH OF THE DYNAMIC OUTLINE IN STRAIGHT TRACK (USE "Ou" FOR UNDERFRAME AREA AND "Om" FOR MIRRORS).
- INNER SIDE OF CURVE: INCREASE WITH "I" VALUE (SHOWN IN THE TABLE) THE WIDTH OF THE DYNAMIC OUTLINE IN STRAIGHT TRACK (USE "Iu" FOR UNDERFRAME AREA AND "Im" FOR MIRRORS).

THE CARBODY DYNAMIC ENVELOPE IN CURVE WITH CANT, IS THE DYNAMIC ENVELOPE IN CURVE ROTATED IN ORDER TO OBTAIN THE REQUIRED CANT.

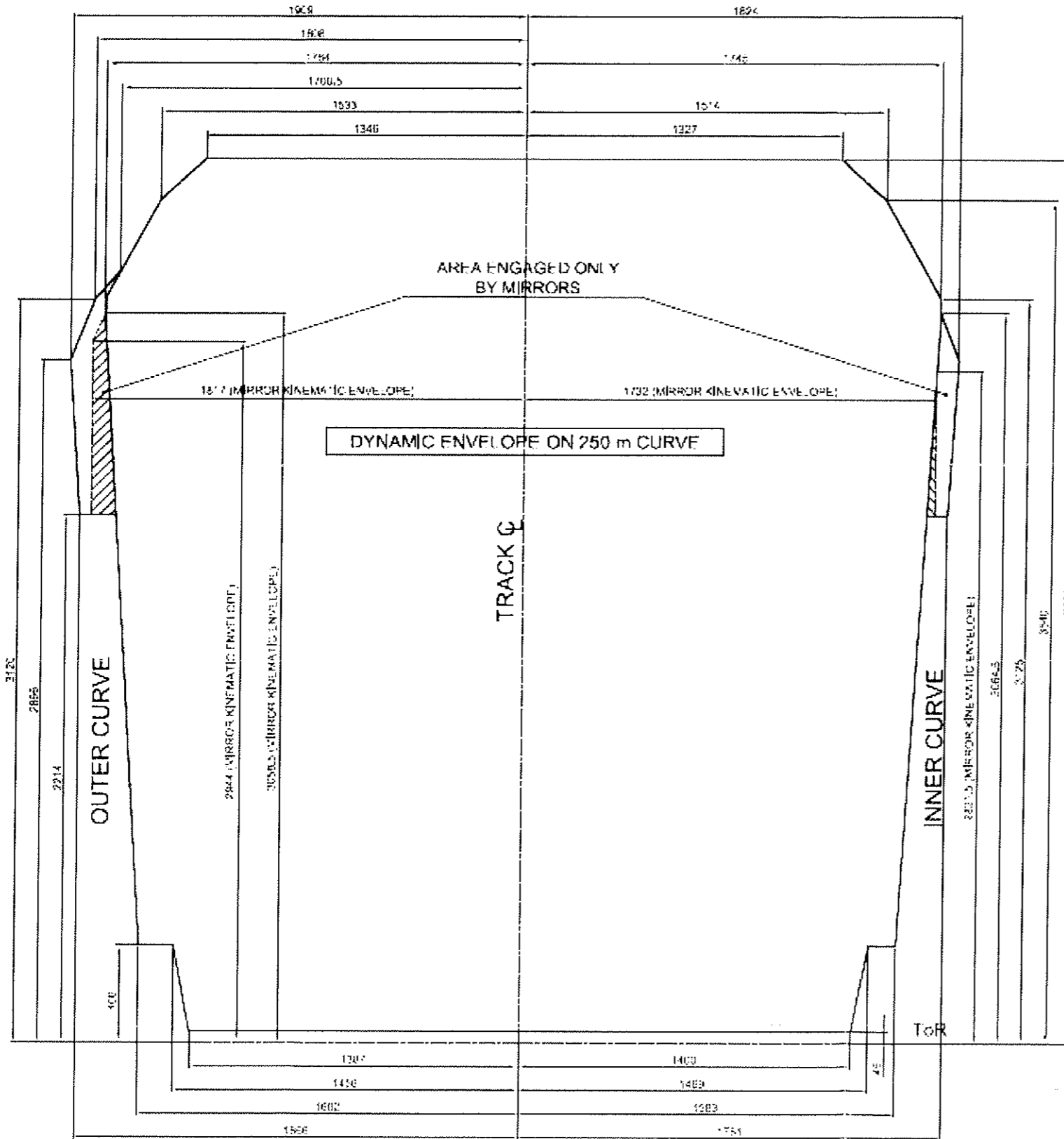
DYNAMIC ENVELOPE ON 250 m CURVE IS REPORTED IN SHEET 2/5.

MINIMUM ACCEPTABLE DISTANCE BETWEEN TRACK CENTER LINES ON STRAIGHT TRACK IS REPORTED IN SHEET 3/5.

MINIMUM ACCEPTABLE DISTANCE BETWEEN TRACK CENTER LINES ON 250 m CURVE WITH CANT 150 mm IS REPORTED IN SHEET 4/5.

MINIMUM ACCEPTABLE DISTANCE BETWEEN TRACK CENTER LINES ON 250 m CURVE WITH CANT 150 mm IN TUNNEL SECTION IS REPORTED IN SHEET 5/5.

D.1.3.7 APPENDICE 4 – GÁLIBO DINÁMICO 2 DE 5

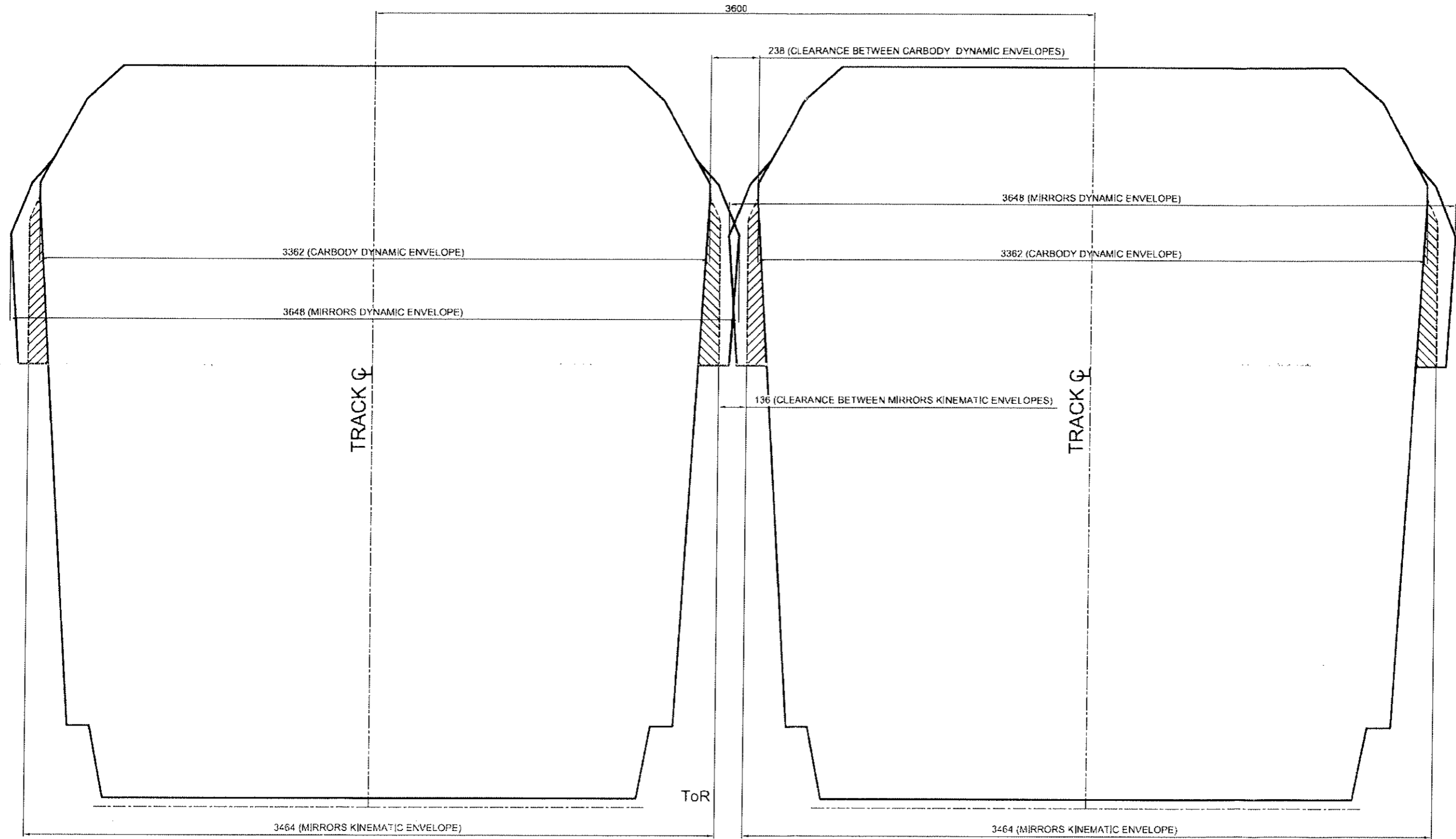


EXAMPLE OF APPLICATION
 CARBODY DYNAMIC ENVELOPE ON CURVE WITH 250 m OF RADIUS
 THE CARBODY DYNAMIC ENVELOPE ON CURVE OF RADIUS 250 m IS EQUAL TO THE ONE ON STRAIGHT TRACK ADDING THE LATERAL THROWS OF TOP, OUT, TRACKS SHOWN IN THE TABLE SHEET 155.

FIXED INSTALLATIONS MUST BE PLACED WITH 400 mm CLEARANCE FROM THE CARBODY DYNAMIC ENVELOPE.
 NO CLEARANCE IS NEEDED FOR INSTALLATIONS AND AREA ENGAGED ONLY BY MIRRORS IS NECESSARY.

D.1.3.8 APPENDICE 4 – GÁLIBO DINÁMICO 3 DE 5

MINIMUM ACCEPTABLE DISTANCE BETWEEN TRACK CENTER LINES ON STRAIGHT TRACK



EXAMPLE OF APPLICATION
"MINIMUM ACCEPTABLE DISTANCE BETWEEN TRACK
CENTER LINES ON STRAIGHT TRACK"

FIXED INSTALLATIONS MUST BE PLACED WITH 30 mm CLEARANCE
FROM THE CARBODY DYNAMIC ENVELOPE.
MIRRORS KINEMATIC ENVELOPES MUST BE CONSIDERED INSTEAD
OF THE DYNAMIC ONES FOR CROSSING SECTIONS VERIFIES.

D.1.3.9 **APPENDICE 4 – GÁLIBO DINÁMICO 4 DE 5**

MINIMUM ACCEPTABLE DISTANCE BETWEEN TRACK CENTER LINES ON 250 m CURVE WITH CANT 150 mm



EXAMPLE OF APPLICATION
"MINIMUM ACCEPTABLE DISTANCE BETWEEN TRACK CENTER LINES ON 250 m CURVE WITH CANT 150 mm"

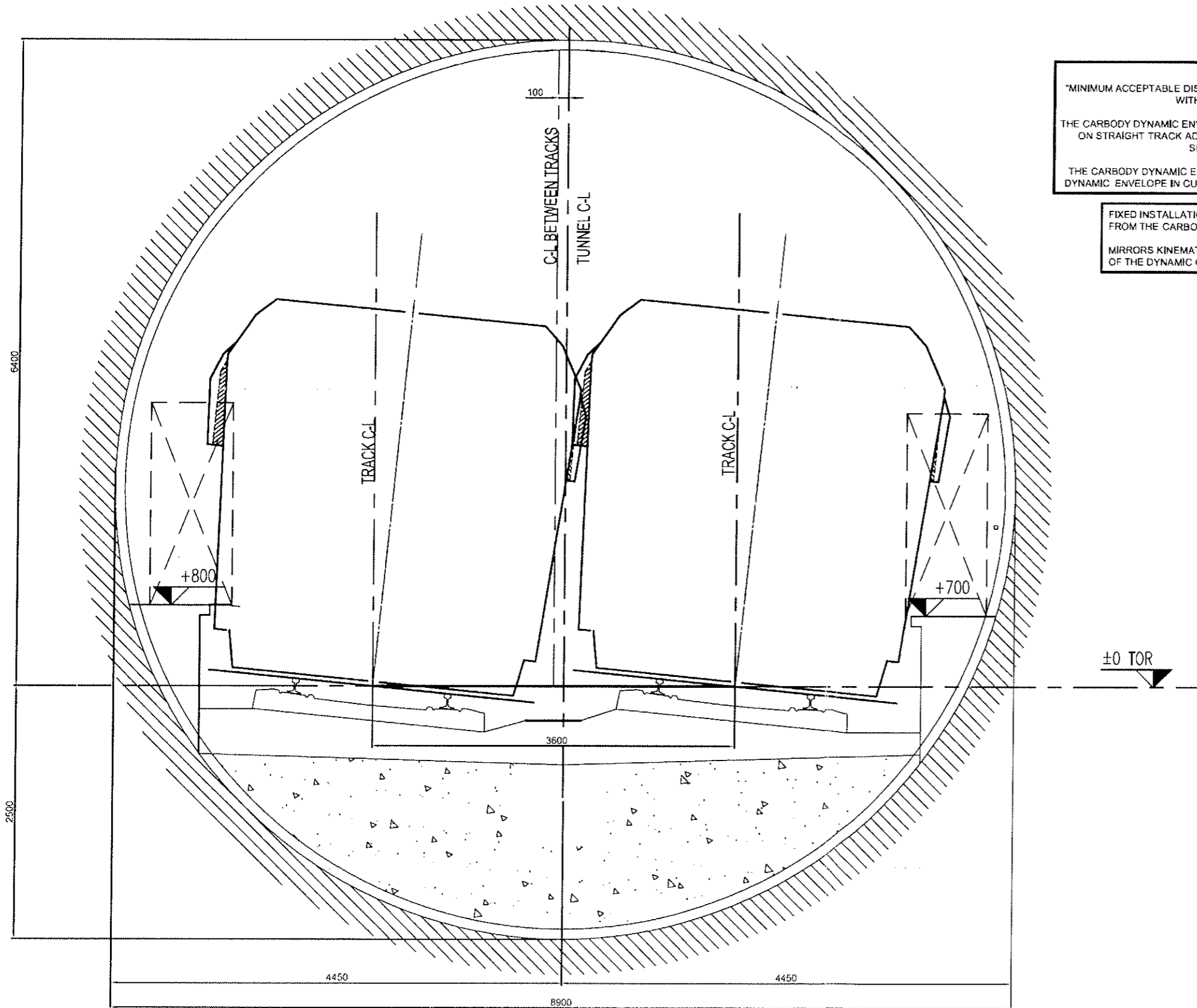
THE CARBODY DYNAMIC ENVELOPE ON CURVE OF RADIUS 250 m IS EQUAL TO THE ONE ON STRAIGHT TRACK ADDING THE LATERAL THROWS ("O", "Om", "Ou", "I" AND "Iu" SHOWN IN THE TABLE (SHEET 1/5).

THE CARBODY DYNAMIC ENVELOPE IN CURVE WITH CANT 150 mm, IS THE CARBODY DYNAMIC ENVELOPE IN CURVE ROTATED IN ORDER TO OBTAIN THE REQUIRED CANT

FIXED INSTALLATIONS MUST BE PLACED WITH 30 mm CLEARANCE FROM THE CARBODY DYNAMIC ENVELOPE.
MIRRORS KINEMATIC ENVELOPES MUST BE CONSIDERED INSTEAD OF THE DYNAMIC ONES FOR CROSSING SECTIONS VERIFIES.

D.1.3.10 APPENDICE 4 – GÁLIBO DINÁMICO 5 DE 5

MINIMUM ACCEPTABLE DISTANCE BETWEEN TRACK CENTER LINES ON 250 m CURVE WITH CANT 150 mm IN TUNNEL SECTION



EXAMPLE OF APPLICATION
 "MINIMUM ACCEPTABLE DISTANCE BETWEEN TRACK CENTER LINES ON 250 m CURVE WITH CANT 150 mm IN TUNNEL SECTION"

THE CARBODY DYNAMIC ENVELOPE ON CURVE OF RADIUS 250 m IS EQUAL TO THE ONE ON STRAIGHT TRACK ADDING THE LATERAL THROWS ("O", "Om", "Ou", "I" AND "Iu" SHOWN IN THE TABLE (SHEET 1/5).

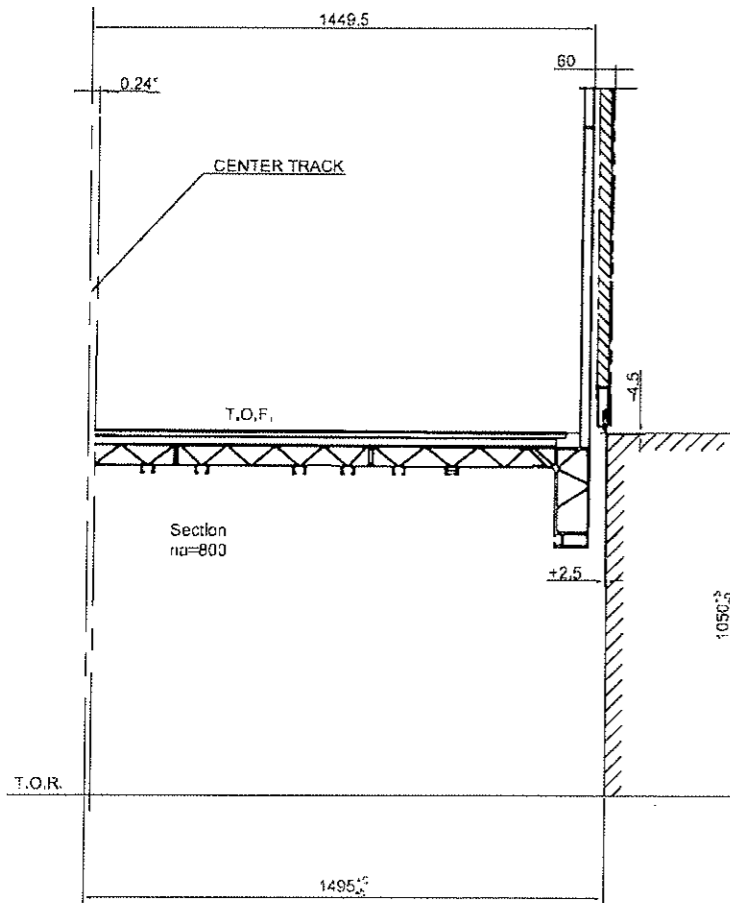
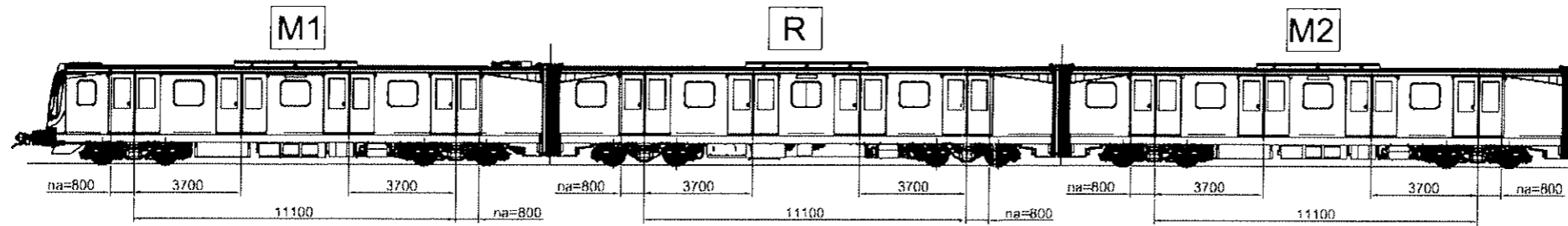
THE CARBODY DYNAMIC ENVELOPE IN CURVE WITH CANT 150 mm, IS THE CARBODY DYNAMIC ENVELOPE IN CURVE ROTATED IN ORDER TO OBTAIN THE REQUIRED CANT

FIXED INSTALLATIONS MUST BE PLACED WITH 30 mm CLEARANCE FROM THE CARBODY DYNAMIC ENVELOPE.

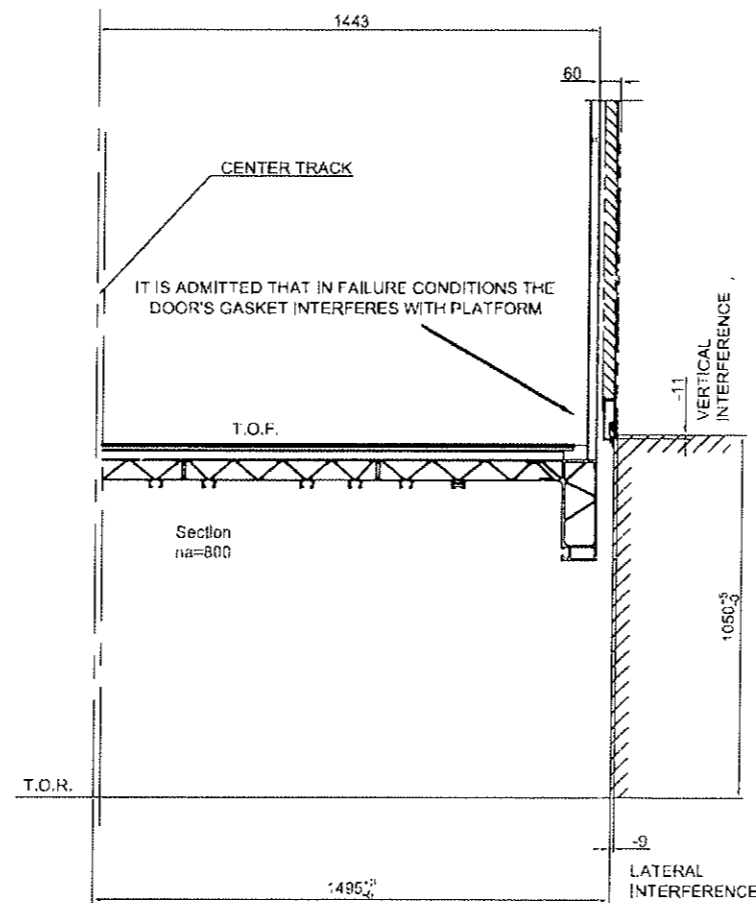
MIRRORS KINEMATIC ENVELOPES MUST BE CONSIDERED INSTEAD OF THE DYNAMIC ONES FOR CROSSING SECTIONS VERIFIES.

D.1.3.11 APENDICE 5 - VERIFICACIÓN DE LA APERTURA DE LAS PUERTAS

SCALE 1:100



SKETCH 1
NORMAL STATIC NEAR CONDITION:
HD=18 VD=45 R=0.24°



SKETCH 2
SECONDARY FAILURE STATIC CONDITION:
HD=18 VD=82 R=0

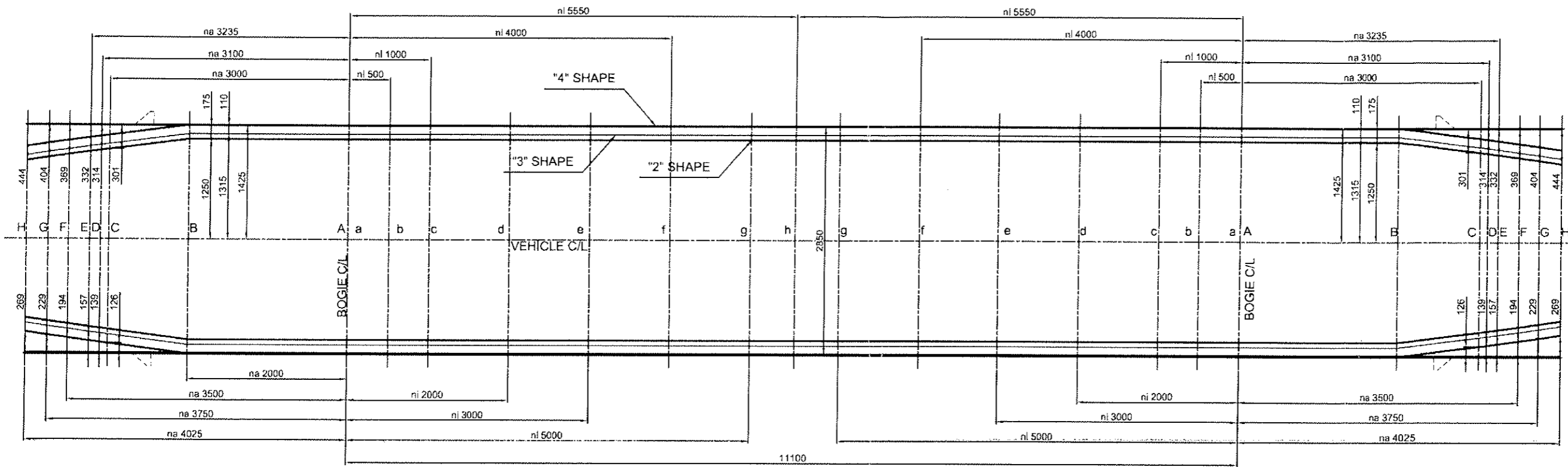
VEHICLE DISPLACEMENT		
DESCRIPTION	VALUE	SYMBOL
LATERAL DISPLACEMENT		
LATERAL WHEEL WEAR, CLEAR AND RAIL WEAR $[(S-d)/2 = (1445-1415)/2]$	15	L3
MAXIMUM LATERAL TOLERANCE	3	T
VERTICAL DISPLACEMENT		
PRIMARY SUSP. DEFLECTION UNDER CC2 (8 pass/m ²) CONDITION (STATIC LOAD)	-25	V1
SEC. SUSP. MAX. DEFL. (FAILURE) IN CC2 (8 pass/m ²) CONDITION (STATIC LOAD)	-37	V3
VERTICAL CARBODY DEFLECTION	-10	V5
WHEEL WEAR WITH ADJUSTING	-5	U1
RAIL WEAR	-5	U2
AMPLIFICATION FACTOR FOR na=800 (MAX OVERHANG SECTION)	1.07	f'
ROLLING EFFECT		
SECONDARY SUSPENSION SETUP	0.24°	R3
ROLL CENTER HEIGHT (FROM ToR)	580	HC

THE SKETCHES ARE ELABORATED CONSIDERING THE VEHICLE IN STRAIGHT CONDITION

GENERAL NOTE:
-THE SKETCHES ARE ELABORATED IN ORDER TO CHECK THE POSSIBILITY FOR THE VEHICLE TO OPEN THE DOORS, EVEN IN DEGRADATED CONDITIONS, AS REQUIRED IN UNI7360-2010 §5.2.3.

SKETCH	CONDITION	LOAD CONDITION	CONDITION CHECK			CLEARANCE BETWEEN DOOR AND PLATFORM	
			HORIZONTAL DISPLACEMENT HD [mm]	VERTICAL DISPLACEMENT VD [mm]	ROLLING EFFECT R	LATERAL	VERTICAL
1	NORMAL STATIC NEAR CONDITION	CC2 - OVER LOAD	f'(L3)+T= 19	V1+V5+U1+U2= 45	R3=0.24°	+2.5	-4.5
2	SECONDARY FAILURE STATIC CONDITION	CC2 - OVER LOAD	f'(L3)+T= 19	V1+V3+V5-U1+U2= 82	0	-9	-11

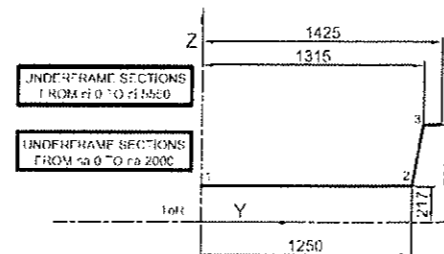
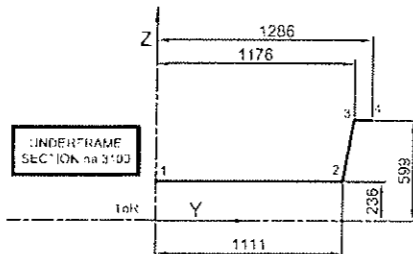
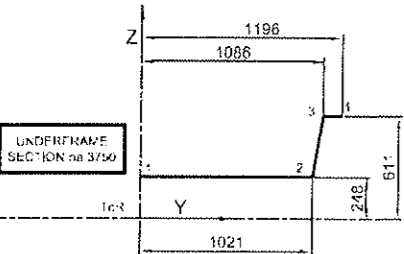
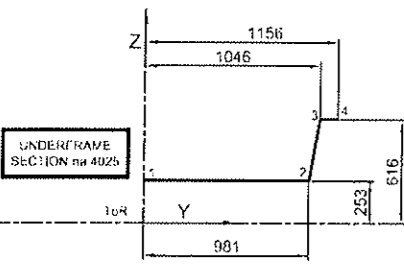
D.1.3.12 APÉNDICE 6 - ANÁLISIS DEL ESPACIO MÁXIMO DISPONIBLE EN BAJO DEL COCHE



GENERAL NOTE:
THE MAXIMUM SIZE OF UNDERFRAME EQUIPMENT, INCLUDING THE TOLERANCES, MUST REMAIN INSIDE THE SPACE SHOWN IN THIS DRAWING.

UNDER-FRAME OVERHANG ENVELOPE										
DISTANCE FROM BOGIE PIVOTS	OVERHANG SECTIONS	na	1		2		3		4	
			Y	Z	Y	Z	Y	Z	Y	Z
A	0	0	217	1250	217	1315	580	1425	580	
B	2000	0	217	1250	217	1315	580	1425	580	
C	3000	0	235	1124	235	1189	598	1425	598	
D	3100	0	236	1111	236	1176	599	1425	599	
E	3235	0	239	1093	239	1158	602	1425	602	
F	3500	0	243	1056	243	1121	606	1425	606	
G	3750	0	248	1021	248	1086	611	1425	611	
H	4025	0	253	981	253	1046	616	1425	616	

UNDER-FRAME ENVELOPE BETWEEN BOGIES										
DISTANCE FROM BOGIE PIVOTS	SECTIONS BETWEEN BOGIE PIVOTS	ni	1		2		3		4	
			Y	Z	Y	Z	Y	Z	Y	Z
a	0	0	217	1250	217	1315	580	1425	580	
b	500	0	217	1250	217	1315	580	1425	580	
c	1000	0	217	1250	217	1315	580	1425	580	
d	2000	0	217	1250	217	1315	580	1425	580	
e	3000	0	217	1250	217	1315	580	1425	580	
f	4000	0	217	1250	217	1315	580	1425	580	
g	5000	0	217	1250	217	1315	580	1425	580	
h	5550	0	217	1250	217	1315	580	1425	580	



THE DEFINITION OF UNDERFRAME SPACE AVAILABLE FOR EQUIPMENT IS OBTAINED CONSIDERING THE FOLLOWING EFFECTS:

- VEHICLE IN FULL LOAD CONDITION;
- MAX UPWARD DISPLACEMENT (MAX SUSPENSIONS DISPLACEMENTS, MAX PITCH EFFECTS AND MINIMUM VERTICAL CURVE GEOMETRICAL OVERTHROW);
- MAX DOWNWARD DISPLACEMENT (MAX SUSPENSIONS DISPLACEMENTS, MAX WHEEL WEARING, MAX PITCH EFFECTS AND MINIMUM VERTICAL CURVE GEOMETRICAL OVERTHROW);
- MAX LATERAL DISPLACEMENT IN SERVICE (MAX SUSPENSIONS DISPLACEMENTS, MAX RAIL-WHEEL GAP (WEAR INCLUDED), MAX YAW EFFECTS AND MINIMUM HORIZONTAL CURVE GEOMETRICAL OVERTHROW);

THE DISPLACEMENTS AND PARAMETERS USED ARE AS FOLLOWS:

1) UPWARD MOVEMENTS

- PRIMARY SUSPENSION: 24 mm
- SECONDARY SUSPENSION: 27 mm
- TOTAL: 51 mm**

2) DOWNWARD MOVEMENTS

- PRIMARY SUSPENSION: 28,5 mm
- SECONDARY SUSPENSION: 50 mm
- WHEEL WEAR: 30 mm
- TOLERANCE: 5 mm
- TOTAL: 113,5 mm**

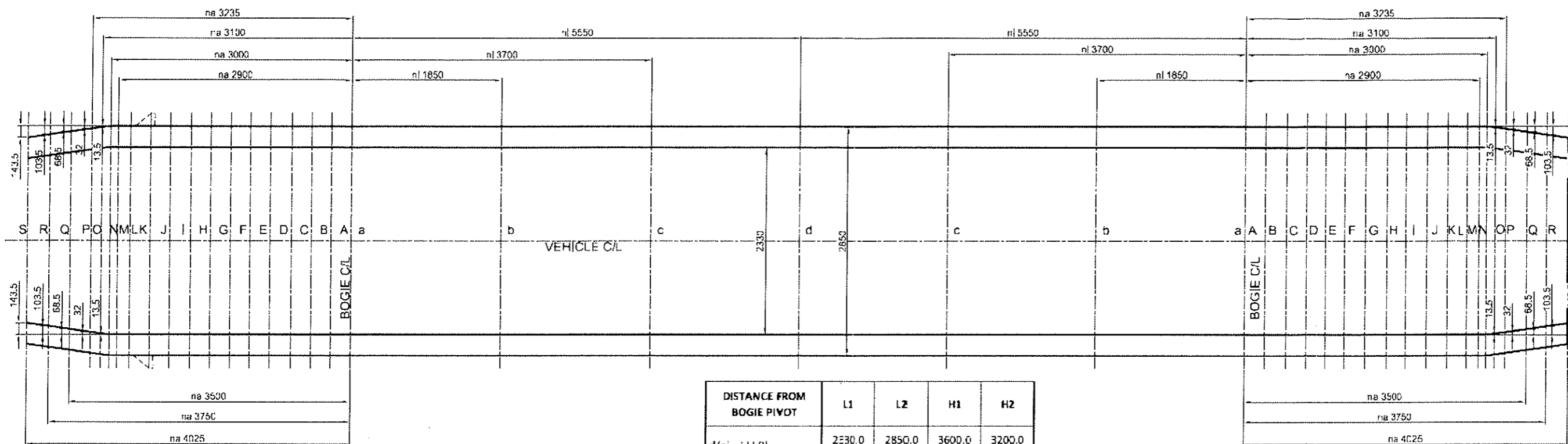
3) LATERAL MOVEMENTS

- PRIMARY SUSPENSION: 5 mm
- SECONDARY SUSPENSION: 35 mm
- RAIL AND WHEEL WEAR PLUS NOMINAL GAP (MAX RAIL GAUGE: 1450 mm) $(1450-1415)/2$: 17,5 mm
- TOTAL: 57,5 mm**

4) MINIMUM HORIZONTAL CURVE RADIUS: 70 m

5) MINIMUM VERTICAL CURVE RADIUS: 1500 m

D.1.3.13 APÉNDICE 7 - ANÁLISIS DEL ESPACIO MÁXIMO DISPONIBLE EN TECHO



DISTANCE FROM BOGIE PIVOT	L1	L2	H1	H2
d (ni = 5550)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
c (ni = 3700)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
b (ni = 1850)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
a (ni = 0)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
A (na = 0)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
B (na = 250)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
C (na = 500)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
D (na = 750)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
E (na = 1000)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
F (na = 1250)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
G (na = 1500)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
H (na = 1750)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
I (na = 2000)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
J (na = 2250)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
K (na = 2500)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
L (na = 2750)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
M (na = 2900)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
N (na = 3000)	2330.0	2850.0	3600.0	3200.0
O (na = 3100)	2303.0	2823.0	3597.5	3197.5
P (na = 3235)	2266.0	2786.0	3594.5	3194.5
Q (na = 3500)	2193.0	2713.0	3588.0	3188.0
R (na = 3750)	2121.0	2643.0	3582.5	3182.5
S (na = 4025)	2043.0	2563.0	3575.5	3175.5

THE DEFINITION OF ROOF SPACE AVAILABLE FOR EQUIPMENT IS OBTAINED CONSIDERING THE FOLLOWING EFFECTS:

- VEHICLE IN FULL LOAD CONDITION;
- MAX UPWARD DISPLACEMENT (MAX SUSPENSIONS DISPLACEMENTS, MAX PITCH EFFECTS AND MINIMUM VERTICAL CURVE GEOMETRICAL OVERTHROW);
- MAX DOWNWARD DISPLACEMENT (MAX SUSPENSIONS DISPLACEMENTS, MAX WHEEL WEARING, MAX PITCH EFFECTS AND MINIMUM VERTICAL CURVE GEOMETRICAL OVERTHROW);
- MAX LATERAL DISPLACEMENT IN SERVICE (MAX SUSPENSIONS DISPLACEMENTS, MAX RAIL-WHEEL GAP (WEAR INCLUDED), MAX YAW EFFECTS AND MINIMUM HORIZONTAL CURVE GEOMETRICAL OVERTHROW).

THE DISPLACEMENTS AND PARAMETERS USED ARE AS FOLLOWS:

1) UPWARD MOVEMENTS

- PRIMARY SUSPENSION 24 mm
- SECONDARY SUSPENSION 27 mm
- TOTAL 51 mm

2) DOWNWARD MOVEMENTS

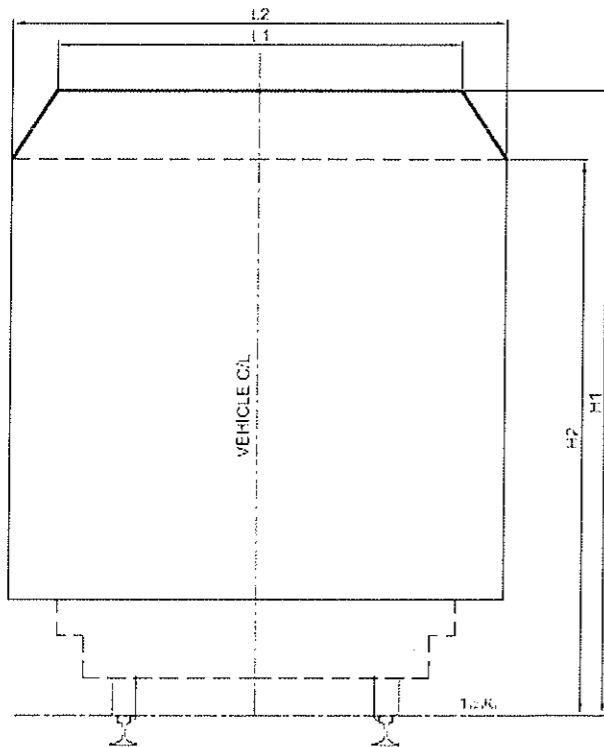
- PRIMARY SUSPENSION 28,5 mm
- SECONDARY SUSPENSION 50 mm
- WHEEL WEAR 30 mm
- TOLERANCE 5 mm
- TOTAL 113,5 mm

3) LATERAL MOVEMENTS

- PRIMARY SUSPENSION 5 mm
- SECONDARY SUSPENSION 35 mm
- RAIL AND WHEEL WEAR PLUS NOMINAL GAP (MAX RAIL GAUGE: 1450 mm) (1450-1415)/2 17,5 mm
- TOTAL 57,5 mm

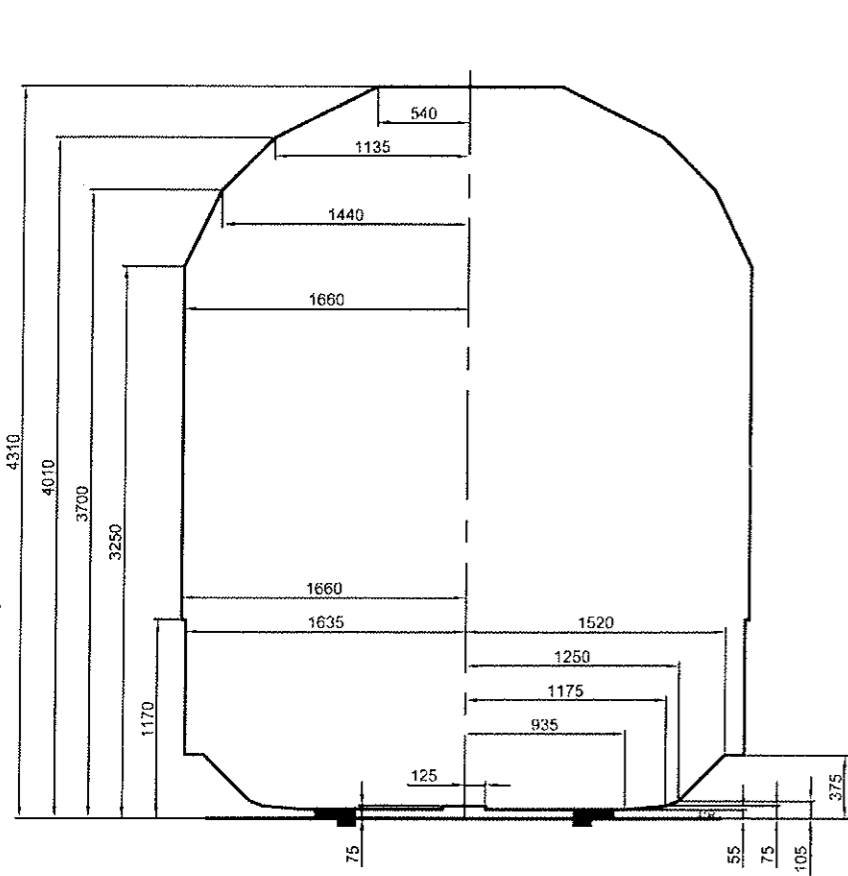
4) MINIMUM HORIZONTAL CURVE RADIUS 70 m

5) MINIMUM VERTICAL CURVE RADIUS 1500 m

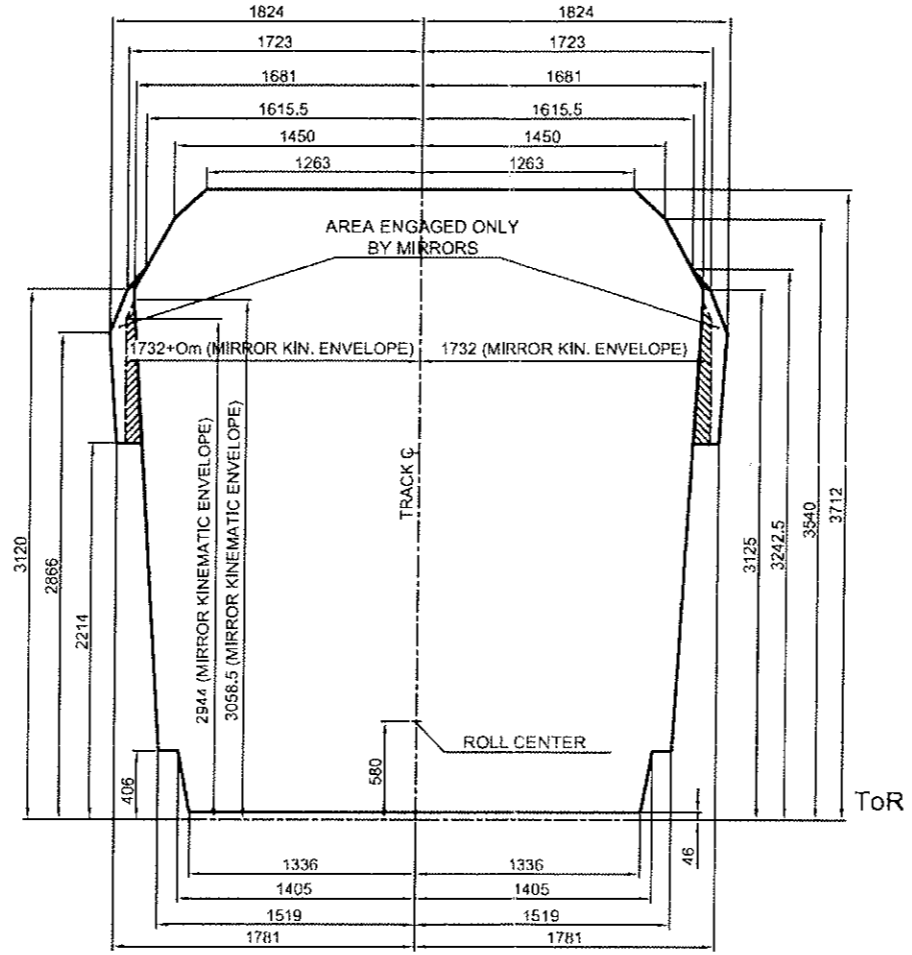


GENERAL NOTE:
THE MAXIMUM SIZE OF ROOF EQUIPMENT, INCLUDING THE TOLERANCES, MUST REMAIN INSIDE THE SPACE SHOWN IN THIS DRAWING.

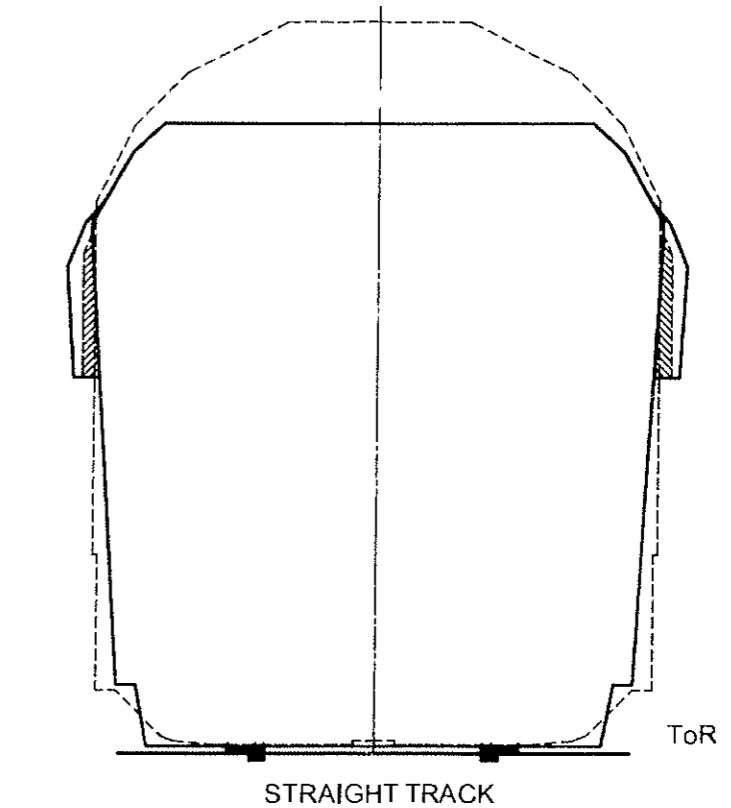
D.1.3.14 APÉNDICE 8 – COMPARACIÓN ENTRE LOS GÁLIBOS SEGUN LA NORMAS UIC 505-4 Y UNI 7360:2010 – 1 DE 3



ΣTHEORETICAL GAUGE ON STRAIGHT TRACK
ACCORDING TO UIC 505-4



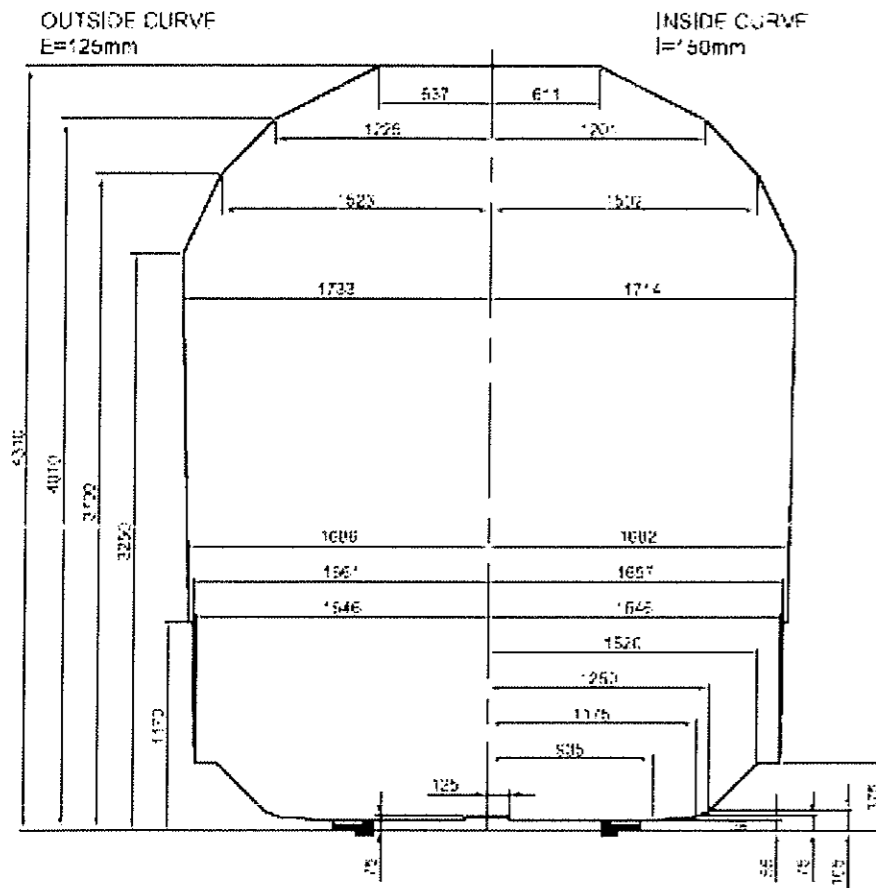
DYNAMIC ENVELOPE ON STRAIGHT TRACK
ACCORDING TO UNI 7360:2010



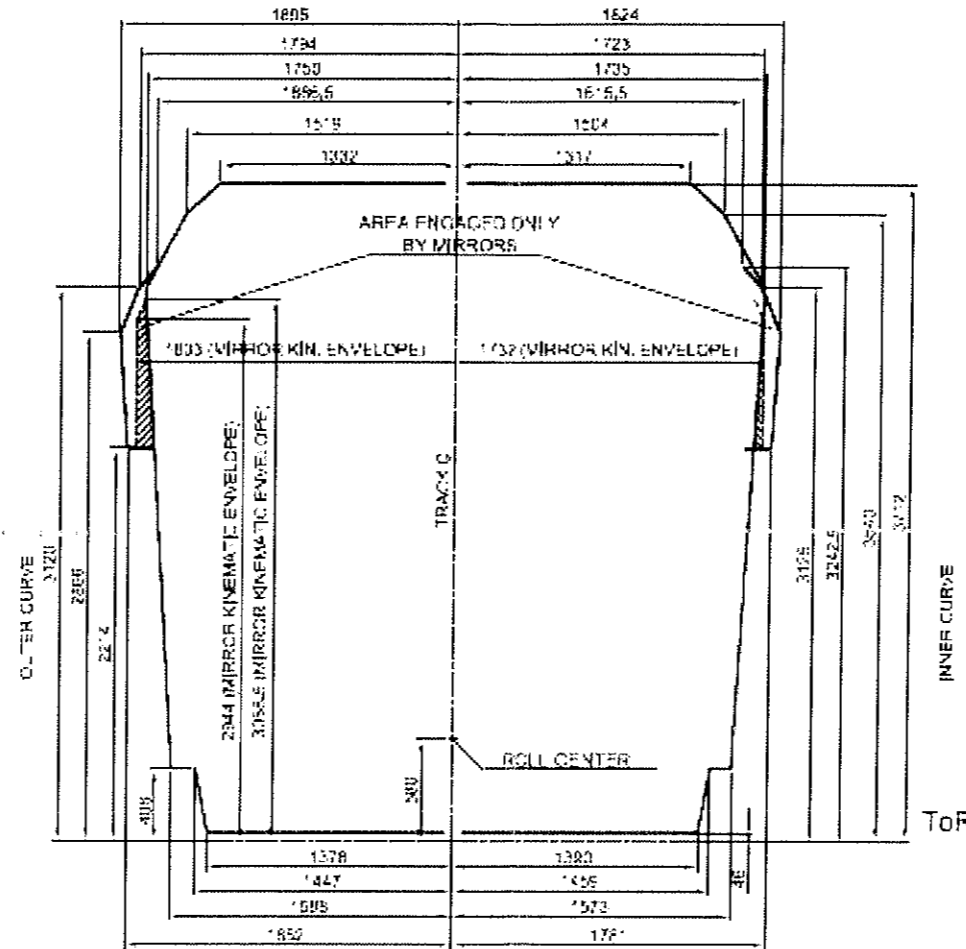
(A)
COMPARISON BETWEEN ΣTHEORETICAL GAUGE
ACCORDING TO UIC 505-4 AND DYNAMIC ENVELOPE
ACCORDING TO UNI 7360:2010

Handwritten signature and stamp.

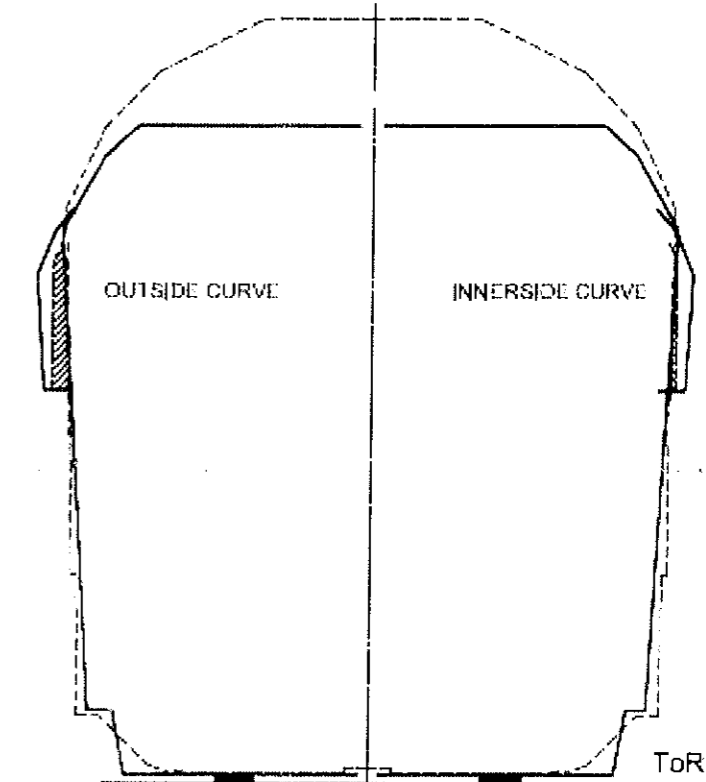
D.1.3.15 APÉNDICE 8 – COMPARACIÓN ENTRE LOS GÁLIBOS SEGUN LA NORMAS UIC 505-4 Y UNI 7360:2010 – 2 DE 3



ΣTHEORETICAL GAUGE ON 350m CURVE
CANT E=125mm
CANT DEFICIENCY I=150mm
ACCORDING TO UIC 505-4



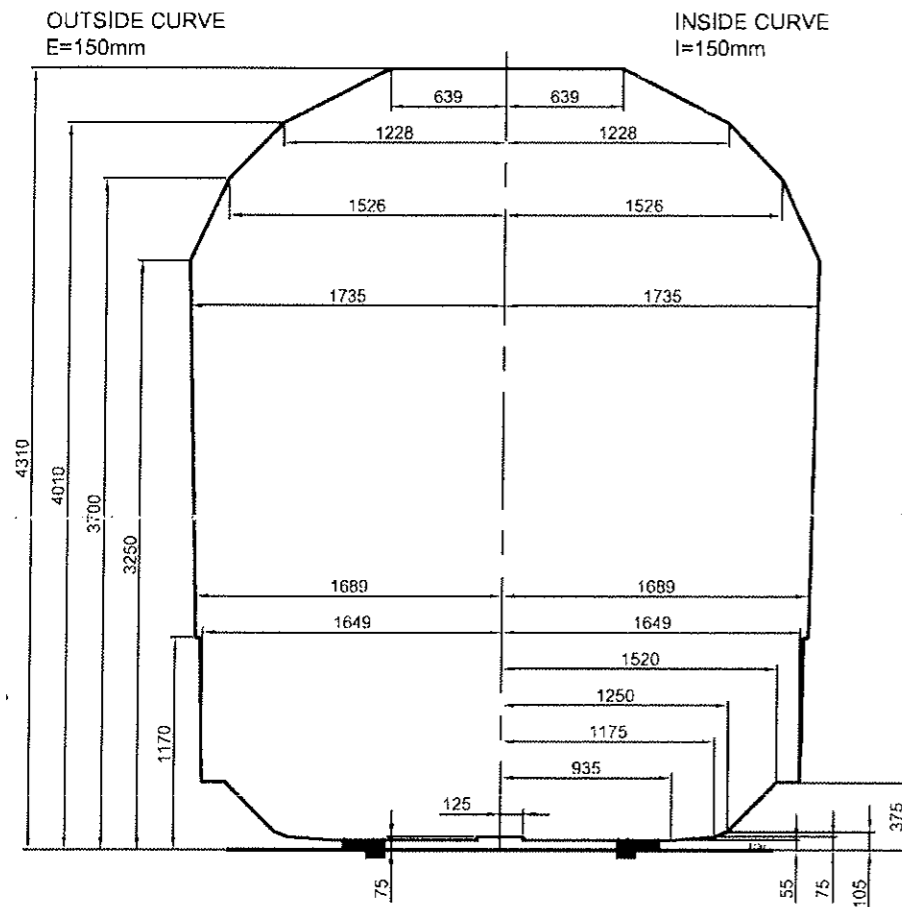
DYNAMIC ENVELOPE ON CURVE 350m
ACCORDING TO UNI 7360:2010



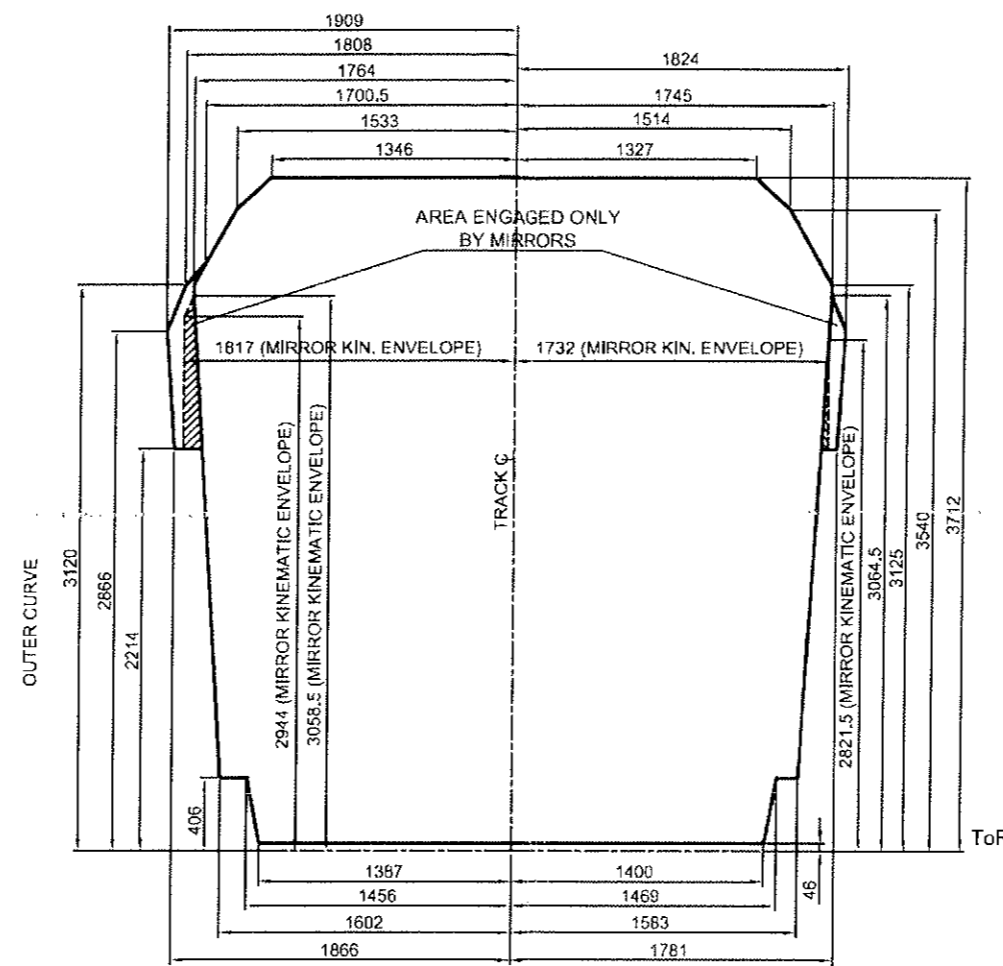
350m CURVE
CANT I=125mm
CANT DEFICIENCY E=150mm
COMPARISON BETWEEN ΣTHEORETICAL GAUGE
ACCORDING TO UIC 505-4 AND DYNAMIC ENVELOPE
ACCORDING TO UNI 7360:2010

[Handwritten signature]

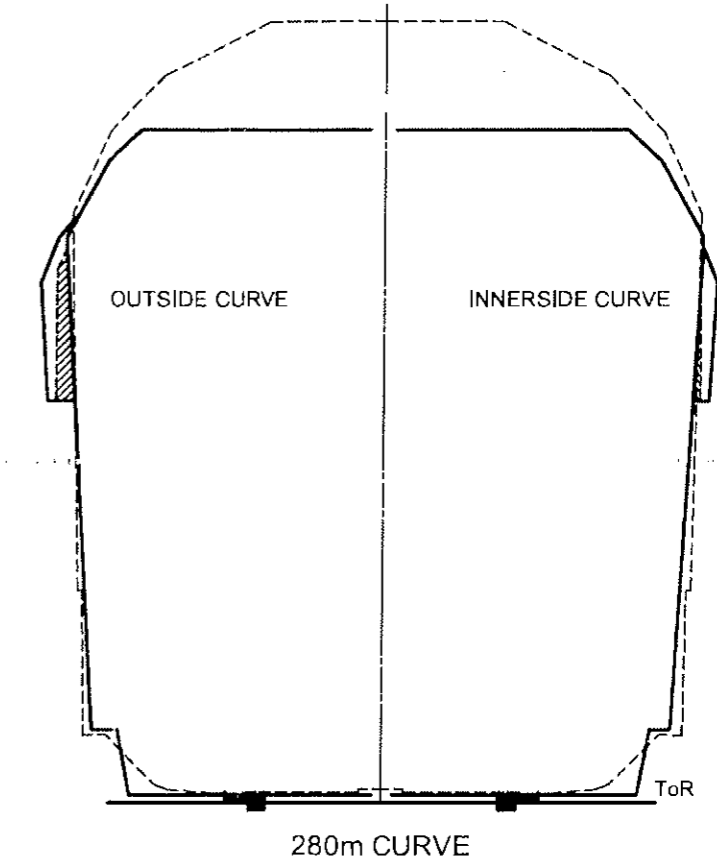
D.1.3.16 APÉNDICE 8 – COMPARACIÓN ENTRE LOS GÁLIBOS SEGUN LA NORMAS UIC 505-4 Y UNI 7360:2010 – 3 DE 3



ΣTHEORETICAL GAUGE ON 280m CURVE
CANT E=150mm
CANT DEFICIENCY I=150mm
ACCORDING TO UIC 505-4



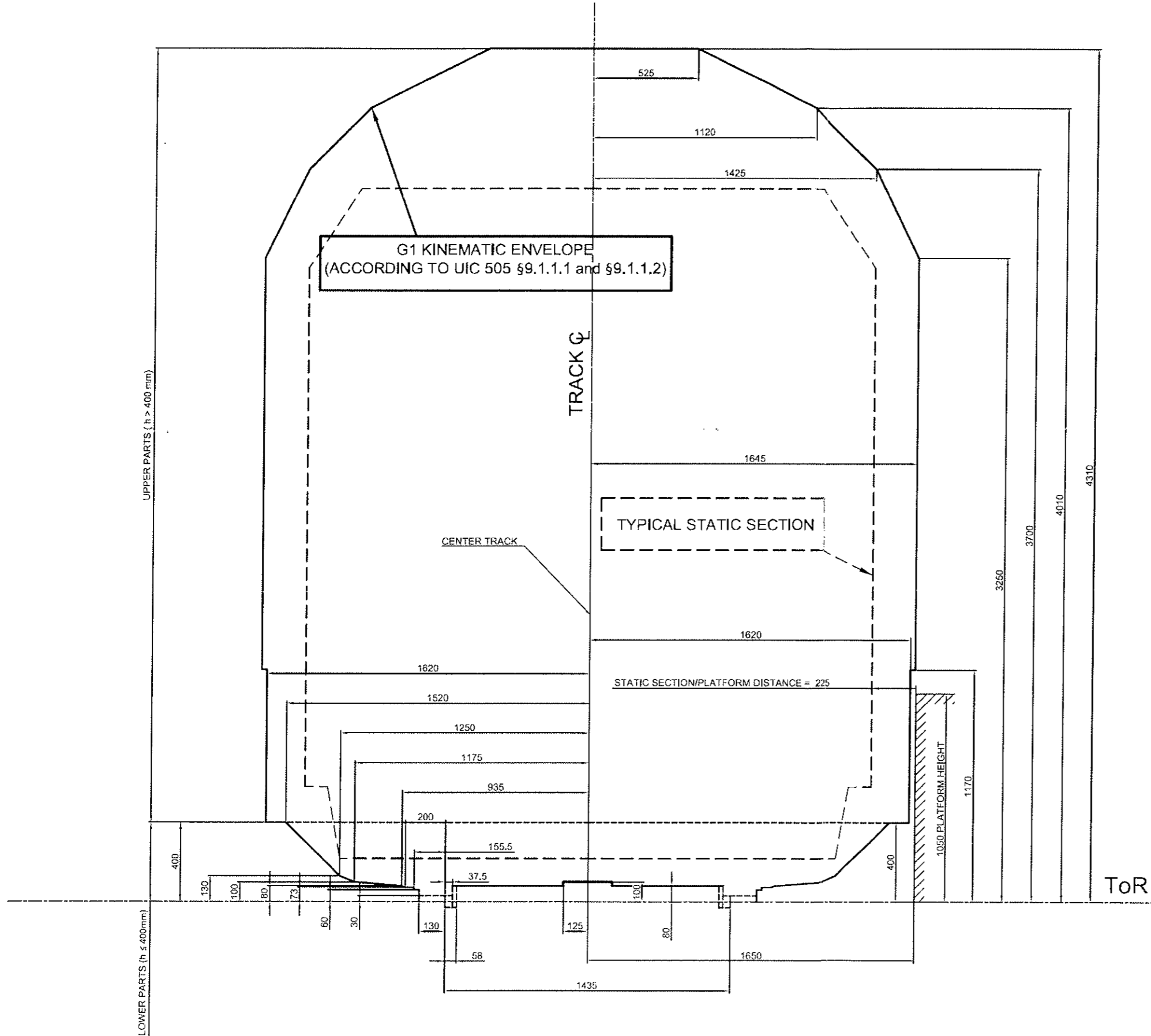
DYNAMIC ENVELOPE ON 280 m CURVE
ACCORDING TO UNI 7360:2010



CANT i=150mm
CANT DEFICIENCY E=150mm
COMPARISON BETWEEN ΣTHEORETICAL GAUGE
ACCORDING TO UIC 505-4 AND DYNAMIC ENVELOPE
ACCORDING TO UNI 7360:2010

Handwritten signature and stamp.

D.1.3.17 APÉNDICE 9 – DISTANCIA VEHICULO ANDÉN SEGUN LA NORMA UIC 505-4



[Handwritten signature]

D.1.4. Capacidad de transporte del tren.

008836

<p>D.1.4.</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>D) DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
--	--

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

D.1.4. CAPACIDAD DE TRANSPORTE DEL TREN




Índice

008837

D.1.4.1	Introducción	2
D.1.4.2	Tren de seis coches – configuración básica.....	2
D.1.4.3	Tren de siete coches – configuración final	3

C. C. [Signature]
Al. [Signature]
[Signature]



D.1.4.1 INTRODUCCIÓN

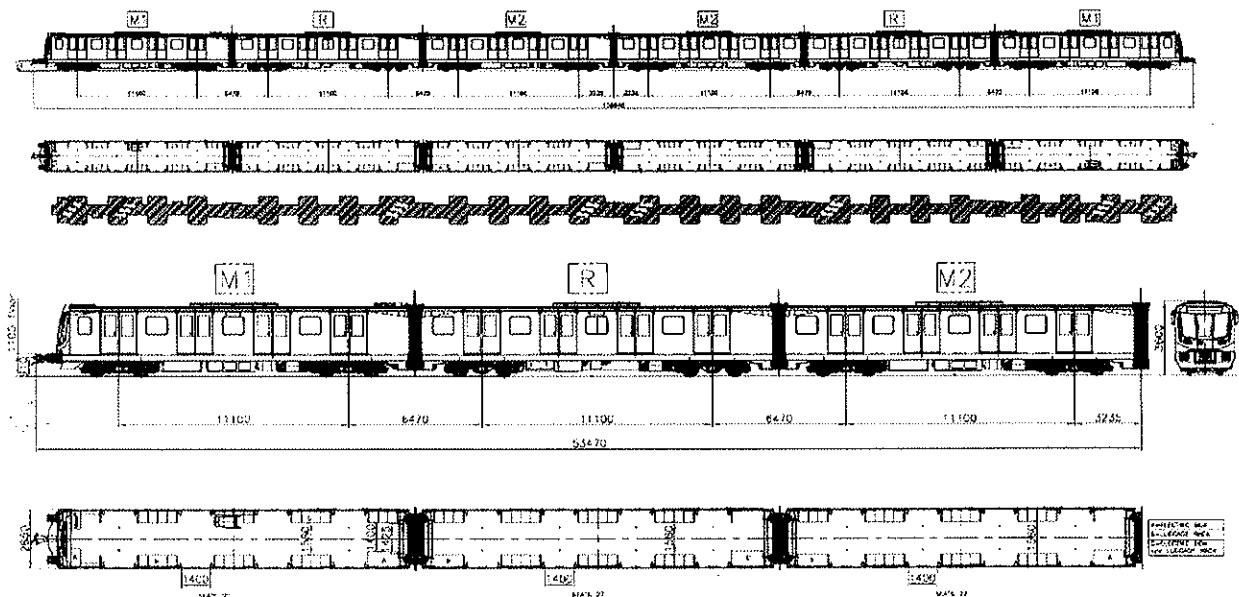
Esta sección cumple con los requisitos de la "check list" de la Circular 50, anexo 14, y TUO de Bases al punto D.1.6.

En concreto, esta sección muestra que Material Rodante propuesto cumple con los requerimientos de capacidad solicitados:

- Capacidad Inicial: 1264 (>1200 requeridos en el anexo 6) pasajeros por tren
- Capacidad Final: 1477 (>1400 requeridos requeridos en el anexo 6) pasajeros por tren
- Capacidad estándar: 6 pasajeros/m².
- Capacidad en sobrecargas máximas (hora pico): 8 pasajeros/m²
- Capacidad con sobrecargas excepcionales: 10 pasajeros/m².
- Total de asientos disponibles en el tren incluyendo espacios para pasajeros con movilidad reducida (PMR): 2
- Comfort de los pasajeros en condición de carga de 6 pasajeros/m² mayor del 10%

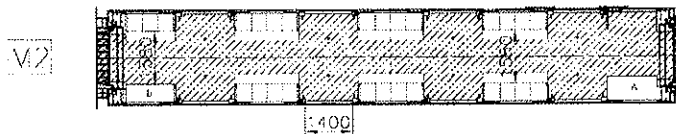
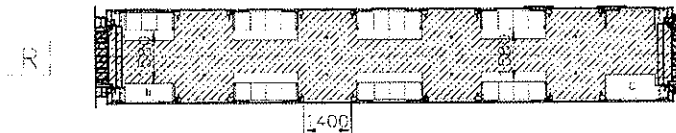
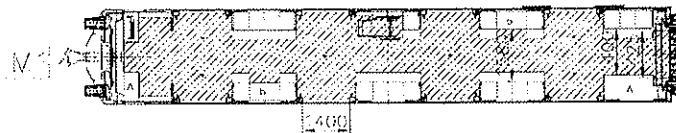
Esta sección se divide en dos partes, una relativa a la configuración con seis coches (configuración básica) y uno de los siete coches (configuración final), cada uno de los cuales muestra la disposición de los asientos y los compartimentos de equipaje, las áreas funcionales de pasajeros de pie, las zonas utilizadas para los pasajeros con movilidad reducida (PMR) y el confort calculado. Para mayor claridad, por favor refiérase a las apéndices de la sección D.1.5 donde se muestran en los dibujos correspondientes.

D.1.4.2 TREN DE SEIS COCHES – CONFIGURACIÓN BÁSICA



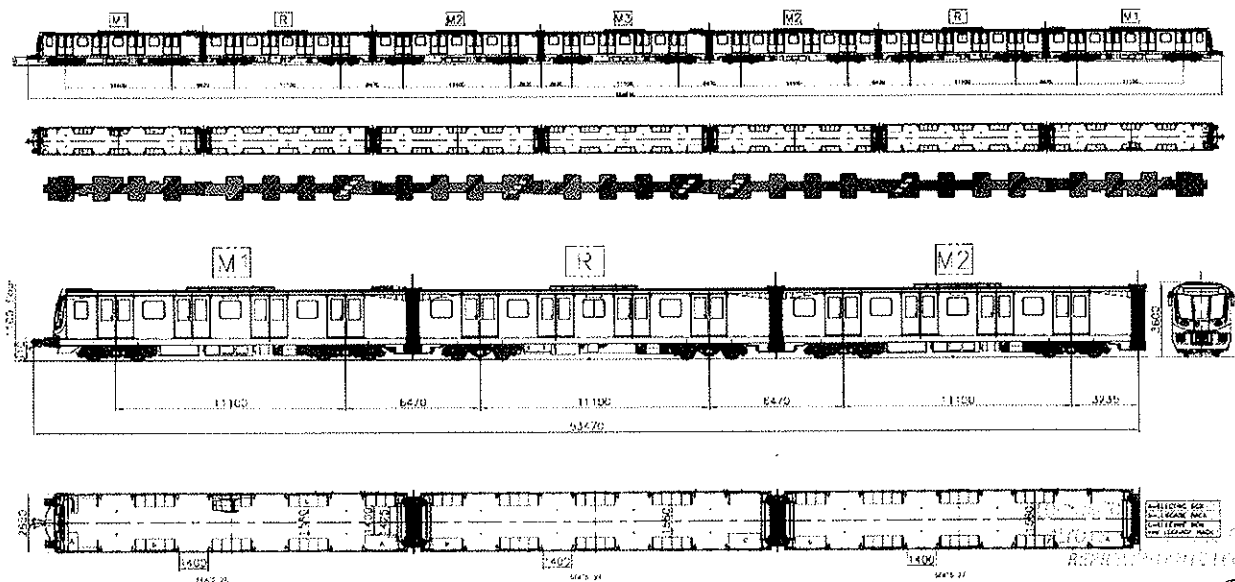
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
 BOVA S.A. S.R.L.

Coche	cantidad de coches	SENTADOS	Área PMR	Área para permanecer de pie(m ²)	Total asientos	Carga MAXIMA		SOBRE CARGA MAXIMA		SOBRECARGA EXCEPCIONALES	
						(6 pas/m ²)		(8 pas/m ²)		(10 pas/m ²)	
						DE PIE	TOTAL PASAJEROS	DE PIE	TOTAL PASAJEROS	DE PIE	TOTAL PASAJEROS
M1	2	20	1	31,07	40	186	412	249	538	311	662
R	2	27	-	31,05	54	186	426	248	550	311	676
M2	2	27	-	31,05	54	186	426	248	550	311	676
TOTAL PASAJEROS POR TREN - M1+R+M2+M2+R+M1					148	1116	1264	1490	1638	1684	2014
COMFORT RATE						11,70%		9,00%		7,30%	
										> 10% = target value)	

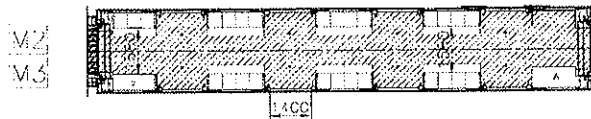
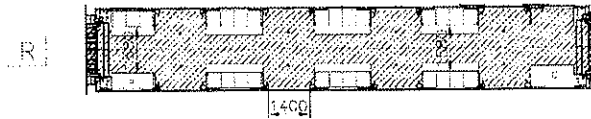
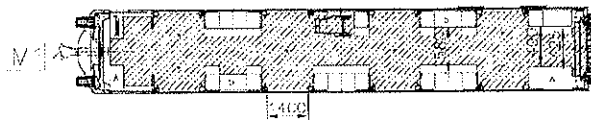


A	Cuadro eléctrico
b	Estante para equipaje
C	Cuadro eléctrico y estante para equipaje

D.1.4.3 TREN DE SIETE COCHES – CONFIGURACIÓN FINAL



Coche	cantidad de coches	SENTADOS	Área PMR	Área para permanecer de pie(m ²)	Total asientos	Carga MAXIMA		SOBRE CARGA MAXIMA		SOBRECARGA EXCEPCIONALES	
						(6 pas/m ²)		(8 pas/m ²)		(10 pas/m ²)	
						DE PIE	TOTAL PASAJEROS	DE PIE	TOTAL PASAJEROS	DE PIE	TOTAL PASAJEROS
M1	2	20	1	31,07	40	186	412	249	538	311	662
R	2	27	-	31,05	54	186	426	248	550	311	676
M2	2	27	-	31,05	54	186	426	248	550	311	676
M3	1	27	-	31,05	24	186	213	248	275	311	676
TOTAL PASAJEROS POR TREN - M1+R+M2+M3+M2+R+M1					175	1302	1477	1738	1913	2177	2352
COMFORT RATE						11,80%		9,10%		7,40%	
						(> 10% = target value)					



A	Cuadro eléctrico
b	Estante para equipaje
C	Cuadro eléctrico y estante para equipaje

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 Gerente General
 [Signature]

D.1.5.	D) DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE
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"

D.1.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS TRENES

[Faint signature and stamp]

Índice

D.1.5	Introducción	7
D.1.5.1	Parámetros y dimensiones de las configuraciones de los trenes.....	7
D.1.5.1.1	Consumo específico del tren, capacidad de regeneración de energía por frenado eléctrico regenerativo.....	11
D.1.5.1.2	Potencia instalada en kW.....	12
D.1.5.2	Sistema de frenado y neumático.....	13
D.1.5.2.1	Generalidades y introducción	13
D.1.5.2.2	Tipo de freno.....	15
D.1.5.2.2.1	Freno de servicio.....	16
D.1.5.2.2.2	Freno de emergencia con control de patinaje (SCEB).....	16
D.1.5.2.2.3	Freno de seguridad	17
D.1.5.2.2.4	Freno de contención	17
D.1.5.2.2.5	Freno de estacionamiento	17
D.1.5.2.3	Sistema de freno electroneumático y sistema neumático auxiliar	17
D.1.5.2.3.1	Freno directo	19
D.1.5.2.3.2	Freno de emergencia.....	20
D.1.5.2.3.3	Freno de estacionamiento	20
D.1.5.2.3.4	Sistema de protección contra el patinaje de las ruedas.....	21
D.1.5.2.3.5	Equipos de frenado de bogie.....	21
D.1.5.2.4	Sistema neumático auxiliar.....	22
D.1.5.2.4.1	Equipo de suministro de aire.....	22
D.1.5.2.4.1.1	Motocompresor (A01).....	22
D.1.5.2.4.1.2	Secador de aire A04	22
D.1.5.2.4.1.3	Otros equipos	23
D.1.5.2.4.2	Suministro de aire para el pantógrafo	23
D.1.5.2.4.3	Equipos de enarenado	24
D.1.5.2.4.4	Equipo de suspensión neumática	25
D.1.5.2.4.5	Bocina y acoplamiento/desacoplamiento.....	26
D.1.5.2.4.5.1	Bocina	26
D.1.5.2.4.5.2	Acoplamiento/desacoplamiento	27
D.1.5.2.5	Cálculo del freno	27
D.1.5.3	Sistema eléctrico.....	27
D.1.5.3.1	Generalidades.....	27
D.1.5.3.2	Schema de arquitectura.....	28
D.1.5.4	Sistema de tracción	28
D.1.5.4.1	Circuito de precarga.....	30
D.1.5.4.2	Convertidor de propulsión.....	30
D.1.5.4.2.1	Módulo del invertidor	30
D.1.5.4.3	Resistencia de frenado	30
D.1.5.4.4	Motor de propulsión.....	30
D.1.5.4.5	Sistema de control de la propulsión	31

008843

D.1.5.4.6	Arquitectura del hardware del TCU	32
D.1.5.4.7	Modulos del software	35
D.1.5.4.8	Control del convertidor	35
D.1.5.4.8.1	Lógica de tracción	43
D.1.5.4.9	Manejo de E/S	43
D.1.5.4.9.1	Interconexión MVB	43
D.1.5.4.9.1.1	Datos recibidos	44
D.1.5.4.9.1.2	Datos enviados	44
D.1.5.4.9.2	Interfaz Ethernet	44
D.1.5.4.9.3	Interconexiones analógicas	44
D.1.5.4.9.4	Entradas digitales	44
D.1.5.4.9.5	Salidas digitales	45
D.1.5.4.9.6	Sensores de velocidad	45
D.1.5.4.10	Autodiagnóstico	45
D.1.5.4.11	Registro de diagnóstico	46
D.1.5.5	Sistema de acoplamiento	46
D.1.5.5.1	Descripción del acoplador automático	46
D.1.5.5.2	Principales características del acoplador automático	47
D.1.5.5.3	Cabeza del acoplador mecánica	48
D.1.5.5.4	Rango de maniobra de la cabeza del acoplador	51
D.1.5.5.5	Conexiones neumáticas	52
D.1.5.5.6	Acoplador eléctrico	53
D.1.5.5.7	Dispositivo de absorción de energía con articulación	56
D.1.5.5.8	Principio de funcionamiento de la cápsula	57
D.1.5.5.9	Dispositivo de soporte	58
D.1.5.5.10	Dispositivo de corte	58
D.1.5.5.11	Acoplador de manguito	59
D.1.5.5.12	Interconexión con la caja	60
D.1.5.5.13	Datos técnicos del acoplador automático	60
D.1.5.6	Sistema de diagnóstico computarizado	61
D.1.5.6.1	Introducción	61
D.1.5.6.2	Funciones del sistema	63
D.1.5.6.2.1	Monitoreo estado de los sistemas y señalización averías	63
D.1.5.6.2.2	Master clock de vehículo	64
D.1.5.6.2.3	Registración eventos de diagnóstico	64
D.1.5.6.2.4	Configuración parámetros para los subsistemas	65
D.1.5.6.2.5	Registración datos	65
D.1.5.6.2.6	Ejecución de test automáticos en los subsistemas	65
D.1.5.6.2.7	Contadores de ejercicio	65
D.1.5.6.2.8	Configuración display	66
D.1.5.6.2.9	Gestión versiones software	66
D.1.5.6.3	Interface hombre-máquina	66
D.1.5.6.3.1	Screen header	67
D.1.5.6.3.2	Navigation bar	68

D.1.5.6.3.3	Screen body.....	006844
D.1.5.6.3.4	Pantalla Operativa.....	68
D.1.5.6.3.5	Pantalla Averías.....	69
D.1.5.6.3.6	Pantalla archivo histórico averías.....	69
D.1.5.6.3.7	Pantalla I/O digitales.....	70
D.1.5.6.3.8	Pantalla contadores.....	71
D.1.5.6.4	Herramienta para la visualización de las registraciones de diagnósticos (ATRterm).....	71
D.1.5.7	Sistema de Señalización a bordo de los trenes.....	72
D.1.5.7.1	Controlador del vehículo – Carborne Controller (CC).....	72
D.1.5.7.1.1	Funciones típicas del Controlador del Vehículo (CC).....	72
D.1.5.7.1.2	Arquitectura general del controlador del vehículo CC.....	73
D.1.5.7.1.3	Descripción del bloque de computación.....	74
D.1.5.7.1.3.1	Diseño del CC.....	74
D.1.5.7.1.3.2	Arquitectura del hardware ATP.....	77
D.1.5.7.1.3.3	Arquitectura del hardware ATO.....	78
D.1.5.7.1.3.4	Bloque PMC.....	78
D.1.5.7.1.3.5	Bloque TACH.....	78
D.1.5.7.1.3.6	Interruptor/extensor de Ethernet (ESE).....	79
D.1.5.7.1.3.7	Bloque de interfaces del tren (TIB).....	80
D.1.5.7.1.4	Descripción del bloque de interfaces E/S.....	80
D.1.5.7.1.4.1	Bloque MTOR.....	80
D.1.5.7.1.4.2	Relés de interfaz.....	80
D.1.5.7.1.4.3	Bloque de relés de seguridad.....	81
D.1.5.7.1.4.4	Bloque de relés no esenciales.....	81
D.1.5.7.1.5	Descripción de equipos periféricos.....	81
D.1.5.7.1.5.1	Módulos de suministro de energía.....	81
D.1.5.7.1.5.2	Radio móvil.....	81
D.1.5.7.1.5.3	Lectores de balizas.....	82
D.1.5.7.1.5.4	Pantalla del operador del tren (TOD).....	82
D.1.5.7.1.5.5	Sensores de velocidad.....	82
D.1.5.7.1.5.6	Acelerómetro (Acc).....	82
D.1.5.7.1.5.7	Sub-bastidor y racks.....	82
D.1.5.8	Sistema de seguridad.....	83
D.1.5.8.1	Seguridad contra incendios, humo y gases tóxicos.....	84
D.1.5.9	Sistema de puertas.....	84
D.1.5.9.1	Generalidades.....	84
D.1.5.9.2	Características principales.....	85
D.1.5.9.3	Descripción del sistema.....	85
D.1.5.9.4	Descripción funcional y control de las puertas.....	86
D.1.5.9.5	Interfaz diagnóstico.....	87
D.1.5.10	Asientos y confort de los pasajeros.....	87
D.1.5.11	Sistema de aire acondicionado.....	88
D.1.5.11.1	Acronimos y abreviaturas.....	88

D.1.5.11.2	Documentos de referencia.....	88
D.1.5.11.2.1	Documentos del cliente	88
D.1.5.11.2.2	Normativa de referencia.....	88
D.1.5.11.3	Requisitos.....	89
D.1.5.11.3.1	Suministro eléctrico.....	89
D.1.5.11.3.2	Condiciones ambientales	89
D.1.5.11.4	Cálculo de la refrigeración de carga térmica.....	90
D.1.5.11.4.1	Cálculo térmico según la norma en 14750-1 zona iii.....	90
D.1.5.11.4.2	Cálculo térmico según la norma en 14750-1 zona ii.....	91
D.1.5.11.4.3	Cálculo térmico según las condiciones establecidas por la ashrae 1997 para lima.....	92
D.1.5.11.5	Componentes del sistema de hvac	93
D.1.5.11.5.1	Descripciones de los principales componentes	95
D.1.5.11.5.2	Circuito de refrigerante.....	98
D.1.5.11.6	Descripción del control y la regulación del sistema de HVAC.....	99
D.1.5.11.6.1	Sistema de control	99
D.1.5.11.6.2	Modo de funcionamiento	100
D.1.5.11.7	Red de comunicaciones.....	101
D.1.5.11.8	Sistema de conductos de aire	101
D.1.5.11.9	Ruido y vibraciones	102
D.1.5.11.10	RAMS.....	103
D.1.5.12	Sistema de conducción y otros aspectos de la cabina de conducción	103
D.1.5.12.1	Panel de conducción y generalidades	103
D.1.5.12.2	Modos de conducción.....	105
D.1.5.12.3	Administración de los modos de conducción por el CBTC	105
D.1.5.12.3.1	Modo de conducción UTO, automático y sin conductor	105
D.1.5.12.3.2	Modo de conducción automático, con asistente a bordo (AMA)	105
D.1.5.12.3.3	Modo de conducción Manual bajo supervisión ATP, con conductor a bordo (ATPM).....	106
D.1.5.12.3.4	Modo de conducción Manual a la vista, con conductor a bordo y velocidad máxima supervisada por el subsistema ATP (RM)	106
D.1.5.12.3.5	Modo de conducción Manual a la vista, con conductor a bordo y velocidad máxima supervisada por el Material Rodante	106
D.1.5.12.4	Supervisión de las transiciones entre modos de conducción	106
D.1.5.13	Alumbrado	107
D.1.5.14	Caja	107
D.1.5.15	Bogies.....	107
D.1.5.15.1	Introducción.....	107
D.1.5.15.2	Generalidades.....	108
D.1.5.15.3	Seguridad y mantenimiento.....	110
D.1.5.15.4	Reglas de diseño para los componentes principales.....	110
D.1.5.15.5	Características principales de los bogies.....	111
D.1.5.15.6	Bogie motor	112
D.1.5.15.6.1	Bastidor y arquitectura	112
D.1.5.15.6.2	Travesía superior.....	113

008846

D.1.5.15.6.3	Motor de tracción y reductora	116
D.1.5.15.6.4	Suspensión secundaria	116
D.1.5.15.6.5	Suspensión primaria	117
D.1.5.15.6.6	Eje montado	119
D.1.5.15.6.7	Conexión de tracción	120
D.1.5.15.6.8	Equipos de frenado por fricción	120
D.1.5.15.6.9	Equipo neumático	120
D.1.5.15.6.10	Equipos eléctricos	120
D.1.5.15.6.11	Lubricador de pestañas	121
D.1.5.15.6.12	Arenero	121
D.1.5.15.6.13	Kits	121
D.1.5.15.7	Bogie remolque	121
D.1.5.15.7.1	Bastidor y arquitectura	122
D.1.5.15.7.2	Traviesa superior	122
D.1.5.15.7.3	Suspensión secundaria	122
D.1.5.15.7.4	Suspensión primaria	122
D.1.5.15.7.5	Eje montado	122
D.1.5.15.7.6	Conexión de tracción	122
D.1.5.15.7.7	Equipos de frenado por fricción	122
D.1.5.15.7.8	Equipo neumático	123
D.1.5.15.7.9	Equipos eléctricos	123
D.1.5.15.7.10	Arenero	123
D.1.5.15.7.11	Kits	123
D.1.5.15.7.12	Dibujo de conjunto de bogie remolque	124
D.1.5.15.7.13	Dibujo de conjunto de bogie motor	125
D.1.5.16	Pasadizos de intercomunicación	126
D.1.5.16.1	Descripción detallada	128
D.1.5.16.2	Datos técnicos	134
D.1.5.17	Sistema TCS	135
D.1.5.18	Descripción del programa calendarizado de provisión del material rodante	173
D.1.5.19	Apéndices	173
D.1.5.19.1	Apéndice 1 – Esquema de alta tensión – seis coches	174
D.1.5.19.2	Apéndice 2 – Esquema de alta tensión – siete coches	175
D.1.5.19.3	Apéndice 3 – Esquema de arquitectura de media tensión – seis coches .	176
D.1.5.19.4	Apéndice 4 – Esquema de arquitectura de media tensión – siete coches	177
D.1.5.19.5	Apéndice 5 – Esquema de arquitectura de baja tensión – seis coches	178
D.1.5.19.6	Apéndice 6 – Esquema de arquitectura de baja tensión – siete coches ...	179
D.1.5.19.7	Apéndice 7 – Asientos – disposición interna – tren de seis coches ..	180
D.1.5.19.8	Apéndice 8 – Asientos – disposición interna – tren de siete coches	181
D.1.5.19.9	Apéndice 9 – Bogie remolque	182
D.1.5.19.10	Apéndice 10 – Bogie motor	183



008847

D.1.5.19.11 Apendice 11 – Esquema de arquitectura del TCMS - 1 de 2.....184
D.1.5.19.12 Apendice 11 – Esquema de arquitectura del TCMS - 2 de 2.....185

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
MIRAFLORES DE LA VENTA


D.1.5 Introducción

En esta sección se muestran las características de los principales subsistemas del tren de acuerdo con la información requerida en su la "check list" en el anexo 14 de la Circular 50 y del TUO de Bases.

Para una discusión completa, por favor refiérase a la sección completa D.1 y las subsecciones D.1.1, D.1.2, D.1.3, D.1.4, D.1.9. Consulte también los dibujos y las diagramas en apéndices.

D.1.5.1 Parametros y dimensiones de las configuraciones de los trenes**PARÁMETROS DE LOS TRENES**

Parámetro	Valor
Disposición de las ruedas	BoBo-22-BoBo-BoBo-22-BoBo (6 coches) BoBo-22-BoBo-BoBo-BoBo-22-BoBo (7 coches)
Configuración de los coches (M: Motor; R: Remolque)	M1-R-M2-M2-R-M1 (6 coches) M1-R-M2-M3-M2-R-M1 (7 coches)
Número de bogies motores	8 (tren de 6 coches) 10 (tren de 7 coches)
Número de bogies portantes	4
Velocidad máxima de diseño	90 km/h
Velocidad máxima de servicio (velocidad de crucero)	80 km/h
Trocha	1435 mm
Longitud del vehículo (en las caras del acoplador) (*)	107 m (tren de 6 coches) 125 m (tren de 7 coches)
Dimensiones de los coches: Longitud	M1: 18330 mm; M2 y R: 17570 mm M3: 17570 mm (7 coches)
Ancho máximo del vehículo	2.850 mm (el ancho del coche no contiene aditamentos con relacion al andén)
Altura máxima del vehículo (al pantografo)	3.600 mm
Distancia di minima di aislamiento	Segun la norma EN 50124 o equivalente
Altura de piso con respecto al nivel superior del carril (altura del andén = 1050 mm)	1100 mm
Longitudes entre enganches de cada coche	17570 mm
Centro de bogies: parte delantera – trasera del coche [entre pernos]	11100 mm
Diámetro de rueda	820 mm
Diámetro de rueda (maxima desgastada)	760 mm





008849

PARÁMETROS DE LOS TRENES

Parámetro	Valor
Altura del techo con respecto al nivel superior del carril	3600 mm
Altura del acoplador desde la línea de centro y respecto a la cabeza del riel	910 mm
Número de puertas laterales de pasajeros	6 coches: 48 (4 por lado/coche) 7 coches: 56 (4 por lado/coche)
Número de puertas frontales	2 (1 en cada parte frontal del vehículo)
Altura libre de paso de puertas laterales	1.900 mm
Ancho libre de paso de puertas laterales	1.400 mm
Tensión nominal de línea de alimentación	1.500 Vdc
Intervalo de suministro de la Tensión de línea	1.050 VCC – 1.800 VCC
Tensión de suministro para prestación de tracción	1.500 VCC
Tensión de suministro para prestación de frenado	1700 VCC
Consumo específico del tren en Wh/ton-Km	consulte la sección D.1.1 donde se muestra el resultado de las simulaciones
Asientos: Pasajeros sentados (*)	148 (6 coches) 175 (7 coches)
Capacidad total del vehículo a CC1 (carga CC1= sentados + 6 pas./m ²)	1264 (6 coches) 1477 (7 coches)
Capacidad total del vehículo a carga CC2 (carga CC2 = sentados + 8 pas./m ²) (*)	1638 (6 coches) 1913 (7 coches)
Confort de los pasajeros a carga CC1 (*)	11,7% (6 coches) 11,8% (7 coches)
Peso del vehículo en condiciones de tara (carga CC0)	204,3 ton (6 coches) 239,6 ton (7 coches)
Peso del vehículo a CC1	292,9 ton (6 coches) 343,1 ton (7 coches)
Peso del vehículo a CC2	319 ton (6 coches) 373,6 ton (7 coches)

Distribution del peso por coche

CONFIGURATION 6 CARS		M1	R	M2	M2	R	M1
Weight CCO (tare)	204281	Kg 35988	31064	35088	35088	31064	35988
CCI (CCO+all pass seated)	214641	Kg 37388	32954	36978	36978	32954	37388
CC1 (CCI+6pass/m2)	292903	Kg 50438	45995	50019	50019	45995	50438
CC2 (CCI + 8pass/m2)	318991	Kg 54788	50342	54366	54366	50342	54788
CC3 (CCI + 10pass/m2)	345079	Kg 59137	54689	58713	58713	54689	59137

PARÁMETROS DE LOS TRENES

Parámetro	CONFIGURATION 7 CARS							Valor	
		M1	R	M2	M3	M2	R	M1	
CCO (tara)	239571	Kg	35988	31064	35088	35290	35088	31064	35988
CCI (CCO+ allpass sated)	251821	Kg	37388	32954	36978	37180	36978	32954	37388
CC1 (CCI+6pass/m2)	343125	Kg	50438	45995	50019	50221	50019	45995	50438
CC2 (CCI + 8pass/m2)	373559	Kg	54788	50342	54366	54568	54366	50342	54788
CC3 (CCI + 10pass/m2)	403994	Kg	59137	54689	58713	58915	58713	54689	59137

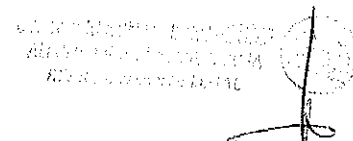
Carga máxima por eje **15 ton**

(*) para obtener más información, consulte el diagrama de disposición interna y la sección D.1.4 y el dibujos en apéndices a la propuesta técnica.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS CONFIGURACIONES DE LOS TRENES

CARACTERÍSTICAS GENERALES, DIMENSIONES Y RENDIMIENTOS

Tipo de vehículo	De tipo bidireccional en configuración básica de seis coches (la configuración de 7 coches es opcional) y conducción totalmente automática (GoA4). Panel de conducción de emergencia en ubicación oculta y segura para conducción manual en situaciones de emergencia.
Composición del tren	No está previsto que en circunstancias de funcionamiento normal se acoplen dos trenes para componer un único. El acoplamiento solo es posible para tareas de rescate en situaciones de emergencia.
Vida útil del diseño	35 años
Estructura diferenciada	de El sistema de amortiguadores no regenerativos integrado en la absorción de energía horquilla del acoplador automático absorberá una energía de impacto para evitar daños en la estructura de la caja.
Material de construcción de caja	de la Aluminio en base a perfiles extruidos
Método de fabricación	de Estructura soldada. Partes no estructurales pegadas o remachadas.
Pendiente máxima para el freno de estacionamiento en CC2	5 %
Aceleración máxima en vía a nivel (carga CC2) (*)	1,2 m/s ²
Desaceleración máxima de frenado de servicio en vía a nivel (8 pax/m ²) (*)	1,0 m/s ²



PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS CONFIGURACIONES DE LOS TRENES

008851

Desaceleración máxima de frenado regenerativo en vía a nivel (8 pax/m²) 1,0 m/s²

Desaceleración máxima en emergencia en vía a nivel ("security brake" según la norma EN 13452) (*) de 1,3 m/s² hasta 1,5 m/s²

Desaceleración máxima en SCEB or auxilio (Slide Controlled Emergency brake) – 1,4 m/s² (La transición con el frenado de servicio será automático y se activa por el ATC) – Emergencia 3 según la norma EN 13452. (*)

Desaceleración garantida de seguridad en vía a nivel tangencial 0,7 m/s² de conformidad con la norma EN 13452

Límite de jerk 1,0 m/s³

Acopladores frontal Automáticos que permitan el acoplamiento mecánico, neumático y eléctrico de los trenes en cualquier punto de la línea con la carga máxima CC1, a una velocidad menor de 5 km/h.

Disposición de los equipos Todos los equipos están instalados bajo el piso, con la excepción de las unidades de HVAC y pantografos. El cuadro de control auxiliar para conducción de emergencia se encuentra en un compartimento en el extremo frontal y está protegido mediante una cubierta.

Altura interior mínima 1.963 mm ± 5 mm (según la norma prEN 16286-1)

Número y tipo de puertas laterales de Correderas, herméticas; cuatro (4) en cada lado del coche

Puertas de emergencia de Cubiertas por las puertas laterales de los pasajeros y las dos puertas frontales

Velocidad (km/h)	0	45	80
Interior	60 dB (A)	65 dB(A)	70 dB (A)
Exterior	60 dB (A)	78 dB (A)	85 dB (A)

Nivel de ruido El nivel de ruido admisible será medido con los equipos de ventilación y climatización apagados.

Las mediciones al interior se efectuarán según la norma ISO EN 3381/2011; aquellas al exterior según la norma ISO EN 3095/2005.

(*) Referirse a la sección D.1.1.3.2 para el gráfico de la aceleración y D.1.1.8 para el cálculo del fren.

D.1.5.1.1 Consumo específico del tren, capacidad de regeneración de energía por frenado eléctrico regenerativo

Datos de entrada por el cálculo del consumo

008852

➤ Velocidad máxima de servicio	80 Km/h
➤ Receptividad del sistema de suministro de la línea de Tracción	100%
➤ Ruta 1	Línea 2: desde Puerto Callao a Municipalidad de Ate
➤ Ruta 2	Línea 2: desde Municipalidad a Ate to Puerto Callao
➤ Ruta 3	Línea 4: desde Gabeta a Carmen de la Legua
➤ Ruta 4	Línea 4: desde Carmen de la legua a Gabeta
➤ Longitud de la Línea 2	26 Km
➤ Longitud de la Línea 4	6.9 Km
➤ Esfuerzo de tracción vs diagrama de velocidad CC1 diagram 9 (7 coches)	Diagrama 1 (6 coches) y el diagram 9 (7 coches)
➤ Esfuerzo de tracción vs diagrama de velocidad CC2 diagram 9 (7 coches)	Diagram 2 (6 coches) and diagram 9 (7 coches)
➤ Esfuerzo de tracción vs diagrama de velocidad CC1 diagram 11 (7 coches)	Diagram 4 (6 coches) and diagram 11 (7 coches)
➤ Esfuerzo de tracción vs diagrama de velocidad CC2 diagram 12 (7 coches)	Diagram 3 (6 coches) and diagram 12 (7 coches)
➤ Potencia de los convertidores auxiliares	270 kW
➤ Load condition:	Vea la tabla de condición de carga 6 y 7 coches

Report de la stima del Consumo energetico y capacidad de regeneración

		6 coches			
		Route 1	Route 2	Route 3	Route 4
CC1 load condition	Energía absorbida desde la línea [Wh/ton-Km]	143	93	132	98
	Energía consumida [Wh/ton-Km]	95	23	80	36
	Capacidad de regeneración de energía del tren - Energía regenerada (100 % receptividad) [Wh/ton-Km]	48	70	52	62
CC2 load condition	Energía absorbida desde la línea [Wh/ton-Km]	140	88	129	95
	Energía consumida [Wh/ton-Km]	93	21	79	34
	Capacidad de regeneración de energía del tren - Energía regenerada (100 % receptividad) [Wh/ton-Km]	47	67	51	61
		7 coches			
		Route 1	Route 2	Route 3	Route 4
CC1 load condition	Energía absorbida desde la línea [Wh/ton-Km]	140	89	129	95
	Energía consumida [Wh/ton-Km]	91	18	76	31
	Capacidad de regeneración de energía del tren - Energía regenerada (100 % receptividad) [Wh/ton-Km]	49	71	53	64
CC2 load condition	Energía absorbida desde la línea [Wh/ton-Km]	136	85	126	93
	Energía consumida [Wh/ton-Km]	89	17	52	31
	Capacidad de regeneración de energía del tren	47	69	75	62

- Energía regenerada (100 % receptividad)
[Wh/ton-Km]

La energía regenerada que se muestra en la tabla anterior indica el valor máximo de la energía recuperable del vehículo en el caso de 100% de la receptividad de la línea y representa un parámetro característico del material rodante y es independiente del sistema de suministro.

En lugar, en servicio de operación, la porcentaje real de regeneración de energía en frenado eléctrico regenerativo depende de las condiciones de funcionamiento de la línea durante el servicio en sí.

D.1.5.1.2 Potencia instalada en kW

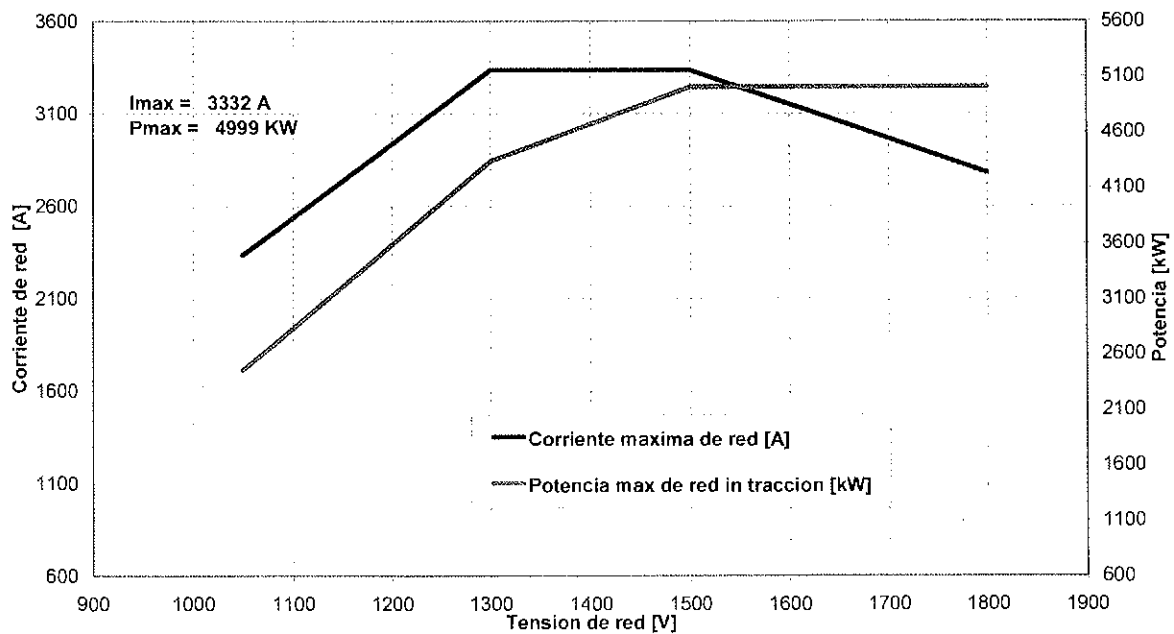
Las potencia instalada de los convertidores auxiliares es igual a 270 kW.

Para los convertidores de tracción, la expresión "potencia instalada" pierde significado, porque la absorción o la regeneración de potencia dependen de los parámetros de esfuerzo, velocidad y tensión del alimentación relacionadas con las condiciones de funcionamiento del tren sí mismo durante el servicio. Por esta razón, se muestran a continuación los graficos de los niveles máximos de potencia de tracción y frenado.

METRO LIMA

Potencia y corriente maxima de red in traccion / tensione de red

UdT: M1-R-M2+M2+R+M1, condicion de carga CC1, 16 motori de traccion, ruodas nueva, V red 1050Vcc - 1800Vcc PAux=0

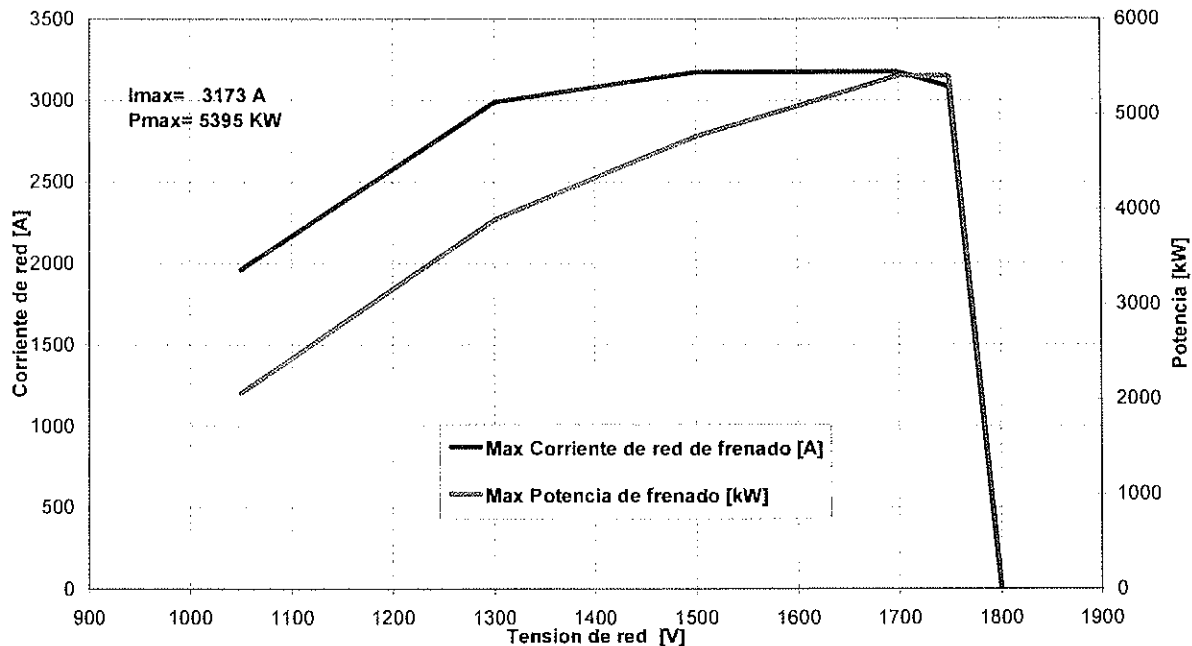


Handwritten signature and stamp.

METRO LIMA

Potencia y corriente de red máxima de frenado /tension de red

UdT: M1-R-M2+M2+R+M1: condicion de carga CC2, 16 motores de traccion, ruedas nueva, V red 1050Vcc - 1800Vcc, PAux=0



D.1.5.2 Sistema de frenado y neumatico

D.1.5.2.1 Generalidades y introducción

Tipo de sistema	Del tipo a discos ad accionamiento electroneumático Diseñado y dimensionado de acuerdo a la norma europea EN13452.
Tipo de elementos de fricción	Dos (2) discos para el bogie motor y cuatro (4) discos para el bogie remolque. Los discos se instalan en el eje.
Pastillas	fabricadas de acuerdo a la normativa UIC 541-3-OR o su equivalente
Compresor del sistema neumatico	del Uno (1) por vehículo
Freno de estacionamiento	de Capaz de detener el vehículo en un desnivel del 5% en condiciones de sobrecarga máxima (CC2)
Freno de parada	Capaz de detener el vehículo en el desnivel maximo en linea en condiciones de sobrecarga máxima (CC2)
Areneros	Operados neumaticamente y exclusivamente en los bogies motorizados
Antideslizamiento (WSP)	Previsto

Esta sección D.1.5.2 del documento describe las características principales del sistema de freno del vehículo.

El sistema de freno del vehículo está compuesto por dos subsistemas de freno:

- Subsistema electrodinámico de freno
- Subsistema electroneumático de freno (freno de fricción)

El sistema electrodinámico de freno es el sistema de propulsión trabajando en modo de frenado.

El sistema de propulsión está situado en los choches M1-M2-M3 y consta de las siguientes partes:

- 1 unidad de control de tracción (Traction Control Unit - TCU)
- 1 convertidor de tracción
- 1 chóper del freno
- 1 resistencia del freno
- 4 motores de tracción

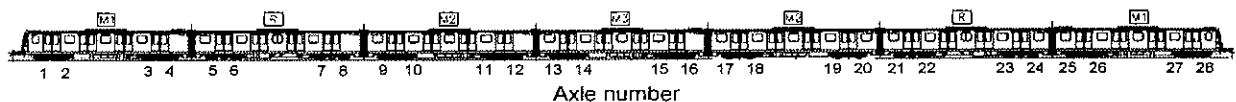
El sistema electroneumático de freno (freno de fricción) es un freno directo (un tubo) situado en todos los coches (M1, M2, M3 y R) que se compone de los siguientes subsistemas principales:

- Freno directo
- Freno de emergencia
- Freno de estacionamiento

El vehículo está equipado con el siguiente sistema neumático:

- Sistema de suministro de aire
- Suministro de aire para el pantógrafo
- Equipos de enarenado
- Equipo de suspensión neumática
- Bocina y acoplamiento/desacoplamiento
- Lubricador de pestañas. (El número de ejes y la posición de los ejes a lo largo del tren serán evaluados durante la fase de proyecto).

La figura y la tabla siguientes indican la configuración de los sistemas de freno y neumático para la configuración final máxima de 7 siete coches (la configuración de seis coche es la misma a menos que los equipos de la coche M3):



Eje motor; 1 disco de freno; eje:	1,2,3,4,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,25,26, 27 y 28
Eje de remolque; 2 discos de freno; eje:	5,6,7,8,21,22,23,24 y 25
Unidad de freno de bogie con muelle; eje:	1,2,3,4,5,6, 9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20, 21,22,25,26,27 y 28
Unidad de freno de bogie sin muelle; eje:	7,8, 23 y 24
Sistema de suministro de aire; coche	R
Sistema de suministro de aire para el pantógrafo; coche	M1 y M3
Bocina y sistema de acoplamiento; coche	M1
Enarenado	1, 12, 17 y 28
Cepas limpiadoras	opcional

Tabla: Configuración de los sistemas neumático y de freno

CONSORCIO [9265]
NUEVO METRO DE LIMA
Barridos y limpieza

008850

D.1.5.2.2 Tipo de freno

De acuerdo con la norma EN 13452, el sistema de freno del vehículo se compone de los siguientes tipos de freno:

- **Freno de servicio:** Freno utilizado normalmente por el conductor o el ATC para controlar la velocidad del tren.
- **Freno de auxilio - Freno de emergencia con control de patinaje (SCEB):** Freno de emergencia con protección contra el patinaje de las ruedas. Este freno es utilizado por el conductor o el ATC para detener el vehículo en determinadas situaciones.
El freno SCEB tiene clasificación de freno de emergencia 3 según la norma EN 13542.
- **Freno de emergencia:** Freno diseñado para lograr un alto nivel de integridad del sistema que los frenos de servicio y de emergencia. Este freno es utilizado por el conductor o el ATC para detener el vehículo de manera segura. El freno de emergencia.
- **Freno de estacionamiento:** Freno capaz de sujetar un tren con una carga definida en una pendiente definida.
- **Freno de retención:** Freno que mantiene a un tren con pasajeros en situación estacionaria durante un tiempo definido y con una carga definida.

El SCEB freno y de emergencia (de seguridad) también implementan la función del freno de auxilio.

En la siguiente tabla se indican los modos de frenado principales:

Tipo de freno	Sistema de freno*			Sistema de control activo			
	Electrodinámico (ED)	EN (*)	Neumático (*)	WSP (TCU)	WSP (BCU)	Sistema de peso	Areneros
Freno de servicio	X	X		X	X	X	X (**)
Freno de auxilio (SCEB)	X	X		X	X	X	X (**)
Freno de emergencia (seguridad)			X				X
Freno de estacionamiento			X				

Tabla 2: Tipo de freno y sistema de freno del vehículo

* Freno EN significa freno de fricción bajo el control de la unidad de control de freno (BCU); freno neumático quiere decir freno de fricción sin control de la unidad BCU.

(**) Sólo está activado el sistema de control activo WSP TCU o WSP BCU.

CONSORCIO [9266]
NUEVO METRO DE LIMA

D.1.5.2.2.1 Freno de servicio

008857

Por medio del controlador principal, el conductor o el ATC envía la solicitud de activación del freno de servicio a la unidad de control central (CCU) del vehículo.

La unidad CCU envía esta solicitud a la unidad TCU y a la unidad BCU a través del bus MVB.

La solicitud de frenado queda expresada como un porcentaje (0-100%) de la deceleración instantánea de servicio máxima.

La unidad BCU recibe la presión de suspensión neumática secundaria de los bogies y la convierte en peso.

Cada unidad BCU envía los datos de peso a la unidad TCU y las demás unidades BCU.

Con esta información de peso, la unidad TCU y las unidades BCU calculan la fuerza total de frenado para todo el tren como una función de los estados operativos del vehículo con el fin de satisfacer la solicitud de ritmo de deceleración de servicio.

El sistema electrodinámico ha sido diseñado para conseguir el ritmo de deceleración de servicio máximo (1,00 m/s²) a una tensión de línea de 1700 Vcc y condición de carga CC2 (8 pax/m²).

El sistema de freno electroneumático aplica un esfuerzo de frenado:

- para compensar el esfuerzo de frenado ED para lograr el ritmo de deceleración de servicio requerido.
- durante la fase de parada (vehículo frenando y a baja velocidad) para compensar la reducción del esfuerzo ED.

Esta solución aporta otras ventajas:

- Reduce el consumo de energía:

En modo de frenado, los motores de tracción trabajan como generadores, y la energía electrodinámica generada durante el frenado del vehículo se transmite al sistema de suministro de energía de la línea de tracción. Esta energía puede compartirse para alimentar a otro vehículo que esté en la misma línea.

Si el sistema de suministro de energía de tracción no es receptivo por cualquier motivo, la energía de frenado electrodinámica se disipará en la resistencia de freno.

- Reduce el coste de mantenimiento de las partes fungibles del freno de fricción:

Normalmente, los discos y almohadillas de freno no se ven excesivamente sobrecargadas.

El tirón del freno de servicio es de 1,00 m/s³.

D.1.5.2.2.2 Freno de emergencia con control de patinaje (SCEB)

El freno SCEB no es un freno esencial; será accionado por el ATC en caso de que el vehículo exceda la velocidad/distancia programada de las curvas de perfil o en caso de fallo grave.

El freno SCEB garantiza el ritmo de deceleración instantánea máximo (1,4 m/s² bajo la condición de carga CC2) al combinar el esfuerzo de frenado electrodinámico y los esfuerzos de frenado electroneumático con el control WSP y un ritmo de contragolpe distinto de la del freno de servicio.

Durante la conducción en modo manual, el conductor puede accionar el freno SCEB mediante el controlador principal.

Las unidades BCU y la unidad TCU reciben la información sobre el frenado de emergencia requerido directamente del ATC o del controlador principal a través de la línea de tren "SCEB".

Cuando el ATC o el conductor acciona el freno SCEB, la unidad TCU y las unidades BCU calculan la fuerza total de frenado para todo el tren como una función de los estados operativos del vehículo con el fin de satisfacer la solicitud de ritmo de frenado de servicio.

El enarenado será activado en caso de frenado de emergencia cuando las unidades BCU o la unidad TCU detecten que las ruedas patinan o giran sobre sí mismas.

008858

D.1.5.2.2.3 Freno de seguridad

Este tipo de freno se utiliza en condiciones extremas a fin de alcanzar el máximo nivel de integridad de seguridad.

El accionamiento del freno de seguridad provocará la desexcitación de la línea de tren del FS que está directamente conectada a la válvula de freno de seguridad.

El freno de seguridad garantiza el ritmo de deceleración instantánea máximo (de 1,3 m/s² hasta 1,5 m/s²).

El lazo del FS podrá ser abierto por medio de los siguientes equipos:

- ATC:
El ATC acciona el FS en caso de fallo crítico o cuando la velocidad del vehículo sobrepase la velocidad/distancia programada de las curvas de perfil.
- Dispositivos de detección de obstáculos/descarrilamiento
Los dispositivos de detección de obstáculos/descarrilamiento ordenan el frenado de seguridad en caso de descarrilamiento del vehículo o cuando entren en contacto con un obstáculo presente en la línea.
- Setas
Durante la conducción en modo manual, el conductor puede accionar el freno de seguridad apretando las setas situadas en el pupitre de mando del conductor.
- Hombre muerto (HM)
Durante la conducción en modo manual, el dispositivo de HM monitorizará la presencia del conductor y provocará un frenado de seguridad en caso de que el conductor esté ausente y la velocidad del tren sea superior al valor de activación (es decir, 2 Km/h).

El ritmo de contragolpe (jerk) de seguridad es conforme a la norma EN 13452.

En caso de frenado de seguridad, se activará el enarenado.

D.1.5.2.2.4 Freno de contención

Este tipo de freno neumático es activado por la unidad BCU cuando el vehículo está en reposo con el fin de mantener el tren parado en la pendiente de línea máxima.

D.1.5.2.2.5 Freno de estacionamiento

El freno de estacionamiento es un freno pasivo: el accionador de resorte actúa en ausencia de aire comprimido, y se encuentra en estado de reposo del muelle.

El freno de estacionamiento mantiene el tren parado en una pendiente del 5% bajo una condición de carga de 8 pax/m².

En modo de conducción manual, el conductor puede accionar el freno de estacionamiento apretando el pulsador situadas en el pupitre de mando del conductor.

D.1.5.2.3 Sistema de freno electroneumático y sistema neumático auxiliar

El sistema de control de freno principal consta de una unidad de control de freno electroneumático EP Compact Lite (B30) por coche que es directamente accionada por la electrónica de control de freno de la unidad BCU (B90). Esta unidad BCU recibe e interpreta señales de orden de frenado para controlar el sistema de freno directo electroneumático.

La lógica de control incluye diagnóstico de averías, así como indicaciones de avería, para facilitar la operación y el mantenimiento.

La unidad de control de freno electroneumático (B30) está montada sobre una placa de aluminio de diseño modular, con el fin de poder desmontarse y cambiarse fácilmente. Está dotada de una tapa protectora.

La unidad EP Compact Lite es un dispositivo de última generación de Knorr-Bremse. Está formado por elementos tradicionales y muy conocidos dentro en un nuevo envoltorio. Las ventajas de este nuevo dispositivo son su diseño modular, la mejora de su mantenimiento y su espacio reducido.

Las principales funciones ofrecidas por el panel de la unidad EP Compact Lite (B30) son las siguientes:

- o Freno de servicio
- o Freno de emergencia accionado por electroválvula
- o Generación redundante de presión para el freno de emergencia a través del circuito del freno de servicio
- o Limitación de la presión del freno neumático basada en la carga del tren

En la unidad EP Compact Lite, otras funciones auxiliares como el frenado de estacionamiento (B30.02), la alimentación del sistema de suspensión neumática (B30.03) y la alimentación (B30.04) también están agrupadas.

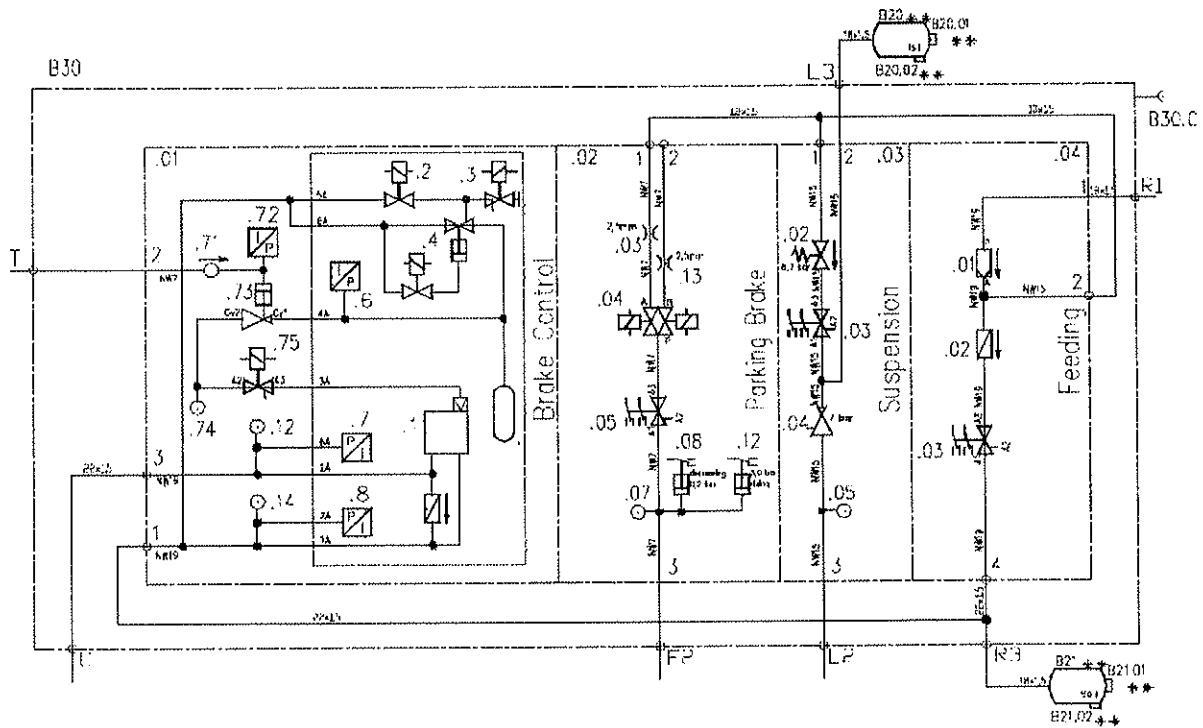


Figura 01: Diagrama de tuberías de la EP Compact Lite

- | | |
|---------------|--------------------------|
| Brake control | Control de frenos |
| Parking brake | Freno de estacionamiento |
| Suspension | Suspensión |
| Feeding | Alimentación |

REVISADO POR: [Firma]

[Firma]

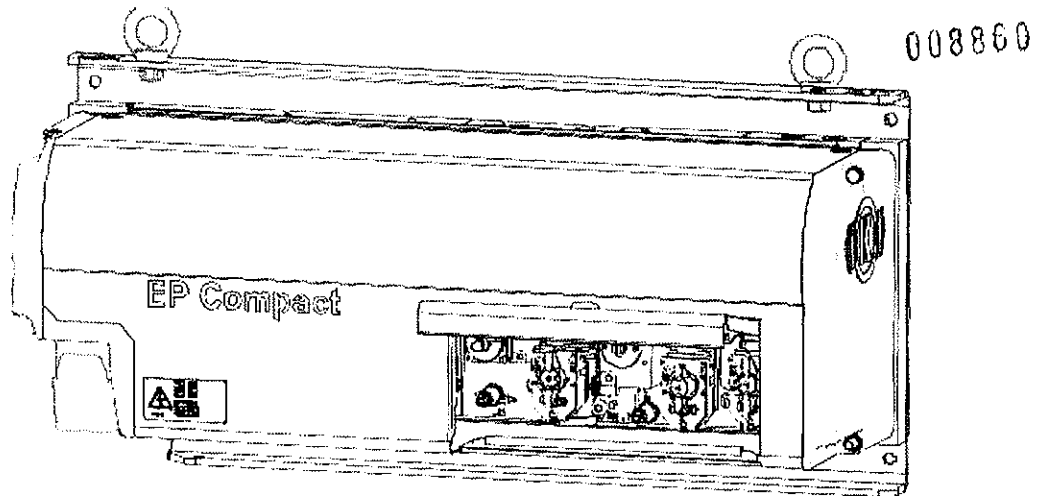


Figura 02: Unidad EP Compact Lite

D.1.5.2.3.1 Freno directo

La solicitud de frenado es recibida por el sistema de control del tren, que envía esta señal a través del bus MVB a todos los equipos de propulsión. Estos equipos de propulsión gestionan la solicitud de frenado según la carga de cada coche (información proporcionada por las unidades BCU).

Dependiendo de la señal de entrada de solicitud de frenado recibida y del freno electrodinámico (ED) disponible, la unidad BCU (B90) calcula la demanda de frenado por fricción adicional necesaria y envía este valor al convertidor digital (electroválvulas B30.01.02.02 y B30.01.02.03 y transductor de presión B30.01.02.06), que genera una presión de precontrol Cv.

El aire comprimido del tubo del depósito principal (TDP) pasa -a través de la llave de aislamiento con interruptores eléctricos (B06)- a través de un filtro de aire (B30.04.01) y una válvula de retención (B30.04.02) y de otra llave de aislamiento con interruptores eléctricos (B30.04.03) hasta el depósito de freno (B21).

Esta válvula de retención (B30.04.02) asegura que se quede presión de aire en el depósito de freno para el funcionamiento de los frenos de fricción en caso de que el TDP quede fuera de servicio. Todos estos elementos están situados en un panel (B30) junto con otros equipos. Este panel dispone de una tapa para proteger los dispositivos incluidos en el mismo.

El aire pasa al convertidor digital EN (electroválvulas B30.01.02.02 y B30.01.02.03 y transductor de potencia B30.01.02.06), que genera la presión de precontrol Cv controlando las electroválvulas de carga/venteo. Las señales al convertidor EN son señales de frenado/mantenimiento/suelta representativas de la señal de frenado por fricción limitada en cuanto al contragolpe y totalmente mezclada correspondiente a la parte del frenado por fricción requerida para conseguir la demanda de frenado total. La conversión de la señal eléctrica en una presión de precontrol Cv proporcional es un control de lazo cerrado en relación con la señal de demanda. El circuito de control consta de electroválvulas de frenado y de suelta (B30.01.02.02 y B30.01.02.03) y de un transductor de potencia (B30.01.02.06) para medir la presión actual.

Este conjunto está regulado para controlar las dos electroválvulas con relación a la diferencia entre la señal de demanda y el valor de presión actual. Mediante el control selectivo de las señales de las electroválvulas de frenado y de suelta en relación con la señal de precontrol del transductor de potencia, la unidad electrónica de freno mantiene una relación constante entre la demanda de frenado por fricción y la presión de precontrol Cv para la válvula de relevo (B30.01.02.01), la cual tiene una gran capacidad de alimentación gracias al depósito de freno (B21) a través de la conexión de panel R3.

Esta presión de precontrol Cv circula hasta la electroválvula de emergencia (B30.01.02.04) 8861
 Bajo condiciones normales de frenado de servicio, esta válvula de emergencia está excitada, lo que permite la presión de aire de volumen de control desde el convertidor EN circule hasta la válvula de relevo (B30.01.02.1) a través de la válvula limitadora de carga (B30.01.73).

Para el frenado de servicio, la corrección de carga se realiza eléctricamente a través de la señal de demanda de frenado procedente de la unidad BCU (B90) hacia el convertidor EN, que también está basada en la señal de carga eléctrica procedente del transductor de potencia (B30.01.72).

El transductor de potencia (B30.01.07) proporciona la información sobre accionamiento del freno/suelta del freno. Se proporciona un conector de ensayo (B30.01.14) para comprobar este transductor de potencia.

La llave de paso con interruptores eléctricos (B30.04.03) aísla el freno por coche y permite soltar los cilindros de freno accionados por aire. El panel incluye una electroválvula (B30.01.75) para el aislamiento remoto del freno.

Esta válvula es inversa, es decir, está desexcitada cuando está abierta, lo que permite que pase aire.

Si fuese necesario aislar el freno de servicio, habría que excitar esta válvula. El aislamiento remoto puede llevarse a cabo en ambos bogies (o en todo el coche).

En el coche M1 hay una electroválvula (B25). En el freno de servicio, esta electroválvula (B25) permite convertir el eje nº 1 en un eje sin freno (está cerrada cuando está excitada).

Así pues, en una unidad de tren existen 2 ejes aislados en el freno de servicio (nº 1 y nº 24).

En el coche M1 hay montado un manómetro doble (B15) que indica la presión de tubo de los depósitos principales y la presión en los cilindros de freno.

D.1.5.2.3.2 Freno de emergencia

Cuando se acciona el freno de emergencia, se abre el lazo de control eléctrico del freno de emergencia en la línea del tren y se desexcita la electroválvula B30.01.02.04 (principio a prueba de fallos), de manera que circula presión de aire desde el depósito de freno (B21) hasta la válvula limitadora de carga (B30.01.73) y la válvula de relevo (B30.01.02.01), lo que da comienzo a un frenado de emergencia ponderado en cuanto a la carga.

Cuando se accione el freno de emergencia, la unidad electrónica de control de freno (B90) también controlará el convertidor EN con el fin de aportar el mismo nivel de deceleración de frenado, actuando como equipo de reserva de la electroválvula de emergencia (B30.01.02.04).

La válvula limitadora de carga (B30.01.73) recibe la señal de carga de la suspensión y limita la presión de emergencia de precontrol de acuerdo con esa carga. Esta presión pasa a la válvula de relevo (B30.01.02.1), la cual transforma esta presión de precontrol en una mayor presión de entrega hacia los cilindros de freno. Durante un frenado de servicio, la válvula limitadora de carga (B30.01.73) permite que pase todo.

En situaciones de frenado de emergencia, NO se excitará una electroválvula (B30.01.75) para el aislamiento remoto del freno, lo que garantiza que será imposible aislar el freno en dichas situaciones.

D.1.5.2.3.3 Freno de estacionamiento

Se suministra aire procedente del tubo del depósito principal (TDP) para controlar el freno de estacionamiento a través de una electroválvula de pulsos de accionamiento/suelta del freno de estacionamiento.

La electroválvula de pulsos (B30.02.04) posee dos imanes que tienen que recibir un pulso de tensión mínima durante al menos 100 ms para poder cambiar la posición de esta válvula. Si la electroválvula de suelta del freno el pulso, el aire del TDP suelta los cilindros del freno de estacionamiento.

Sin embargo, si la electroválvula para accionar el freno de estacionamiento recibe el impulso, el aire contenido en el tubo de los cilindros del freno de estacionamiento es expulsado, la presión en dichos cilindros cae y el freno de estacionamiento es accionado (el accionador de resorte actúa en ausencia de aire comprimido, es decir, en estado de reposo del muelle). Para cambiar este estado es necesario suministrar aire.

Esta válvula también está presente para evitar la superposición de las fuerzas de frenado aplicadas generadas por los frenos de servicio y de estacionamiento. (En nuestro proyecto, el cilindro asociado con el FE está revestido internamente con un compuesto anti).

Las llaves de paso con interruptores eléctricos (B30.02.05) en el panel aíslan el freno de estacionamiento por coche (el freno de estacionamiento puede soltarse manualmente con los dispositivos mecánicos de suelta (C05)).

La presión de frenado de estacionamiento a los cilindros es monitorizada por los reguladores de presión para evitar que el coche sea impulsado hasta que se desconecten los accionadores de freno accionados por resorte. Se proporciona un conector de ensayo (B30.02.07) para comprobar estos reguladores de presión.

D.1.5.2.3.4 Sistema de protección contra el patinaje de las ruedas

El sistema de protección contra el patinaje de las ruedas incluye 2 válvulas antideslizamiento GV21 (G01) -una por bogie- y electrónica de control del patinaje de ruedas controlada por microprocesador (integrada en la unidad B90).

Las velocidades de rueda se detectan mediante cuatro sensores de velocidad monocanal (G03). Además, cada eje está dotado de una rueda polar (no está suministrada por KB).

Las placas de circuito para el control del patinaje de las ruedas también están incluidas en el mismo bastidor electrónico (B90) que la unidad de control de freno.

Las señales de velocidad se transmiten a la unidad electrónica (B90). Esta unidad electrónica compara las deceleraciones de rueda con varios criterios de deceleración y de velocidad. Si se detecta el patinaje de una rueda, la unidad electrónica de control puede liberar/mantener/aplicar las presiones de frenado por medio de la excitación/desexcitación de los imanes de la válvula antideslizamiento (G01) con el fin de ventear o mantener la presión en el cilindro de freno.

Cuando se detecta el patinaje de una rueda, se coordinan el freno ED y el freno EN para garantizar que no hay ningún funcionamiento antideslizamiento contradictorio del freno ED y del freno EN sobre el mismo eje.

La lógica de control de microprocesador incluye diagnóstico de averías, así como indicaciones de avería, para facilitar la operación y el mantenimiento.

D.1.5.2.3.5 Equipos de frenado de bogie

El diseño de equipos de bogie se basa en años de experiencia en el suministro de equipos de frenado de bogie.

En total, hay 32 unidades de zapata de freno en la rama de tren de 6 coches. Todos los coches utilizan unidades de freno de disco que tienen el mismo diseño básico. La unidad montada en cada ubicación de disco del bogie es una unidad de zapata Knorr.

Los equipos de frenado montados en cada bogie se componen esencialmente de unidades de zapata de freno de tipo WZK (C02, C03) con discos montados en el eje (C01).

Todas las unidades de zapata de freno están dotadas de reguladores de huelgo automáticos.

También se incluyen mangueras (B26, B27, B28) para conectar el bogie con el cuerpo.

Todos los coches "M" están dotados de 1 unidad de zapata de freno compacta de tipo WZK con freno de estacionamiento accionado por resorte por bogie (C03) y por eje.

Los coches "R" están equipados con 2 unidades de zapata de freno de tipo WZK por eje (6 sin freno de estacionamiento y 2 con freno de estacionamiento por coche).

Las unidades de zapata con accionadores de freno de estacionamiento están equipadas con un dispositivo mecánico de desconexión mediante el cual pueden desconectarse los

accionadores de freno accionados por resorte utilizando un mando (C05) desde ambos lados del coche. También son necesarias algunas mangueras (B26, B27, B28).

Nota: La electroválvula (B52) empleada para aislar el eje nº 1 (y el nº 24) en condiciones de frenado de servicio debería estar montada fuera del bogie.

Dos discos están previstos en cada eje de remolque, mientras que en cada eje motor se prevé un disco. El diseño de los discos ha sido optimizado gracias al uso del análisis FEA con el fin de garantizar que no se agrieten por fatiga térmica o se giren en el eje debido al momento de torsión de frenado.

D.1.5.2.4 Sistema neumático auxiliar

D.1.5.2.4.1 Equipo de suministro de aire

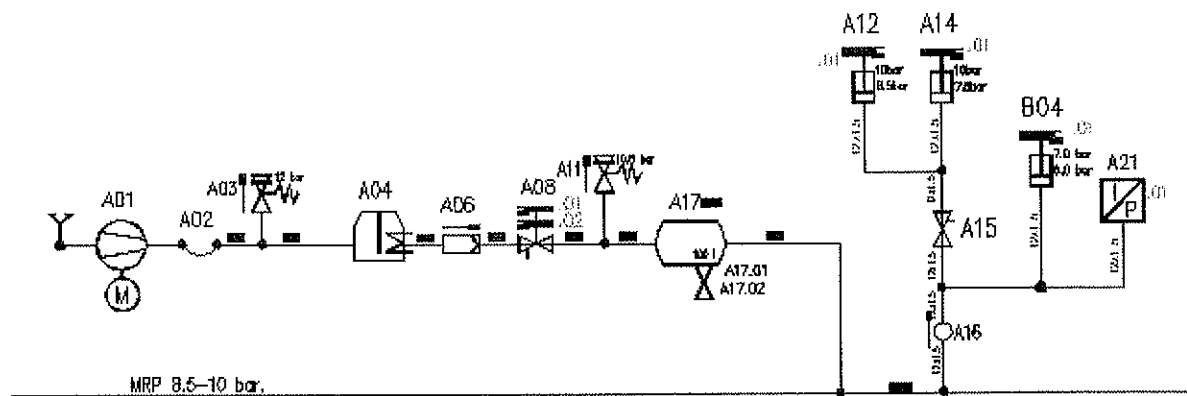


Figura 3: Diagrama de tuberías del sistema de suministro de aire

El aire comprimido para toda la rama de tren es generado por un equipo de suministro de aire situado en los coches "R".

Durante el funcionamiento de servicio normal, un sistema de gestión de compresores garantiza que sólo funciona una unidad de suministro de aire cada vez ya que el suministro de una sola unidad de compresor basta para suministrar aire para toda la unidad. En caso de que se requiera un gran suministro de aire (caída de presión por debajo de 7,5 bar en el tubo del depósito principal), puede encenderse la segunda unidad.

El presostato (A12) y el presostato (A14) se utilizan para controlar el arranque de los compresores en función de la presión en el TDP.

El compresor principal arranca cuando la presión en el TDP es de 8,5 bar y se para cuando alcanza un valor de 10 bar; para controlar esto se emplea el presostato (A12). También se utiliza para controlar el compresor auxiliar (que arranca cuando la presión en el TDP cae por debajo de 7,5 bar y para cuando alcanza los 10 bar).

D.1.5.2.4.1.1 Motocompresor (A01)

El conjunto motocompresor SL 20 (A01) es un compresor de tipo helicoidal impulsado por un motor trifásico de 380 V, 60Hz. El compresor es accionado directamente por el motor a través de un acoplamiento elástico y está montado rígidamente en el motor.

Este compresor suministra aproximadamente 950 l/min a una velocidad de rotación nominal de 1.450 rpm. La unidad motocompresora está montada en una suspensión de 3 puntos.

D.1.5.2.4.1.2 Secador de aire A04

Con cada compresor se suministra un secador por absorción regenerador de torres gemelas de tipo LTZ (A04) con calentador y tarjeta de temporización de ciclo integrados.

Las torres gemelas funcionan simultáneamente en dos fases, es decir, secado y regeneración. Mientras la corriente de aire principal está siendo secada en una torre, el desecante se regenera en la otra. Las torres se conmutan según un ciclo de trabajo específico.

El secador es activado por una fuente de alimentación de 110 V, que se controla por medio de una señal gestionada por el fabricante de los coches.

Por lo tanto, el temporizador de ciclo del secador de aire se enciende al mismo tiempo que el compresor y controla los tiempos de encendido y de apagado de las electroválvulas de las torres según un programa fijo.

Cuando el compresor está apagado, el temporizador de ciclo recuerda su estado actual, y prosigue con la cuenta cuando el compresor se vuelve a encender. De este modo, la unidad garantiza que se ha secado todo el desecante que hay que regenerar y que no puede sobresaturarse debido a un cambio en el ciclo de trabajo.

D.1.5.2.4.1.3 Otros equipos

El suministro de aire procedente del compresor (A01)/secador (A04) está protegido por una válvula de seguridad (A03) frente a presiones excesivas en caso de que fallase el control del compresor.

Se proporciona una llave de aislamiento manual (A08) con interruptores eléctricos para aislar el suministro de aire del compresor del TDP si fuese necesario y para ventear el sistema.

En cada coche "R" también se incluye un depósito principal (A17) con un grifo de vaciado (A17.02) y una válvula de seguridad (A11).

El aire procedente del tubo del depósito principal se introduce directamente en el TDP, que es continuo a lo largo del tren. Los depósitos de suministro de freno (A17) son alimentados directamente desde el suministro de 8,5/10 bar.

En cada extremo de cada vehículo hay dispuestas llaves de aislamiento (W03) con interruptores eléctricos adecuadas y mangueras (W04).

D.1.5.2.4.2 Suministro de aire para el pantógrafo

La rama de tren está equipada con 2 paneles de suministro de aire auxiliar U01 y con 1 compresor de pistón (U03), en combinación con un depósito de aire de 25 l. Estos grupos están instalados en los coches M1. Estos dispositivos suministran aire comprimido al equipo pantógrafo para poder levantar el pantógrafo en situaciones en las que hay insuficiente presión disponible en el TDP.

Cada equipo pantógrafo está equipado con un único compresor de pistón de tipo LP115.

Este sistema consta principalmente de un compresor accionado por motor U03 con válvula de seguridad (U05) y un pantógrafo de panel (U01).

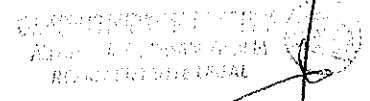
El aire necesario para elevar el pantógrafo puede aportarse de 3 maneras distintas:

- Utilizando los 25 litros dedicados del depósito de reserva de presión (U14),
- Empleando la presión del tubo del depósito principal, o
- Usando la unidad compresora auxiliar (U03) directamente conectada a la batería.

El circuito del pantógrafo es alimentado por el paso de aire a través de la conexión de manguera (U08) cuando la llave (U11) está abierta y la electroválvula (U01.12) excitada.

La presión del conector de ensayo (U01.16) se utiliza para realizar diagnósticos de la presión en el circuito de suministro del pantógrafo.

La presión del conector U01.06 controla la activación/desactivación del compresor U03.


 DIRECCIÓN GENERAL
 METRO DE LIMA Y CALLAO
 DIRECCIÓN GENERAL

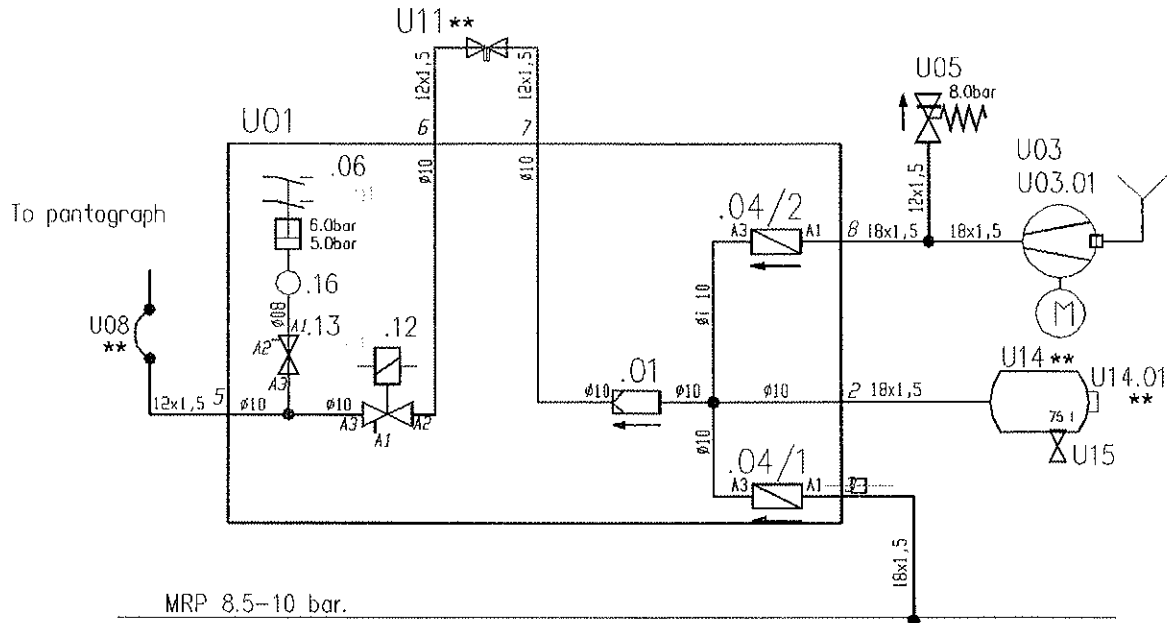


Figura 04: Diagrama de tuberías de la unidad de suministro de aire auxiliar
To pantograph Al pantógrafo

D.1.5.2.4.3 Equipos de enarenado

se proporcionan dispositivos de enarenado accionados electroneumáticamente por un control separado.

Se utilizan para aumentar la adhesión rueda-carril en condiciones de vía desfavorables.

Únicamente los ejes 1, 12, 17 y 28 de la unidad de tren están equipadas con estos equipos de enarenado.

El aire comprimido suministrado desde el tubo del depósito principal pasa a través de la llave (F01), el regulador manométrico (F02) y la electroválvula F04 (excitada) hasta las unidades arenaras de tipo SD1 (F05).

La electroválvula F04 debería activarse según el sentido de desplazamiento (por ejemplo, 1-17 en un sentido y 28-12 en sentido opuesto).

Para más detalles sobre los dispositivos de enarenado, véase la descripción asociada.

CONSORCIO [9275]
NUEVO METRO DE LIMA
BOLSA SUR CAROLINA

008866

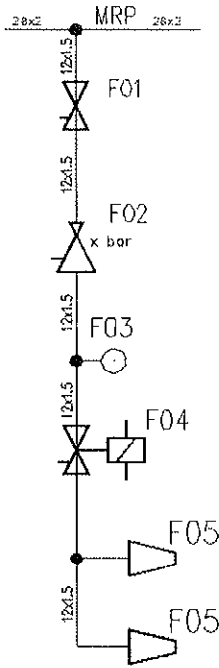


Figura 05: Diagrama de tuberías de los equipos de enarenado

D.1.5.2.4.4 Equipo de suspensión neumática

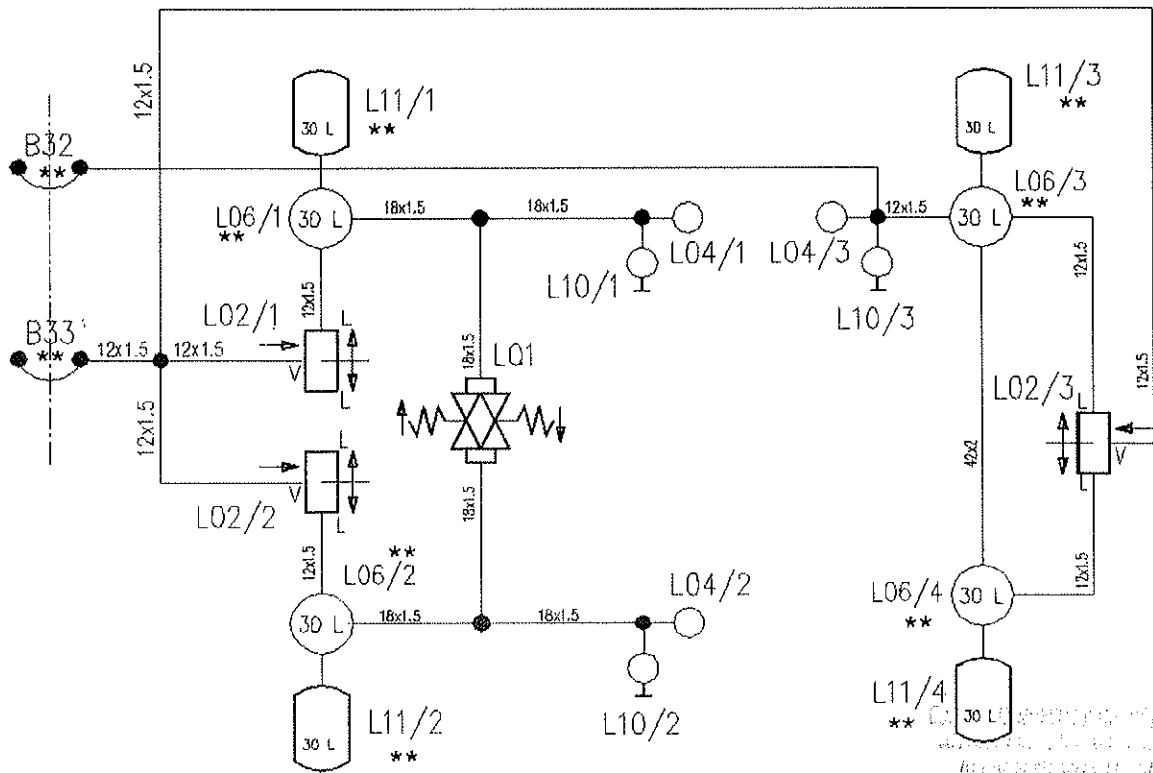


Figura 06: Equipo de suspensión neumática

Se proporciona un sistema de nivelación de tres puntos para aportar control longitudinal y transversal de la altura del cuerpo del vehículo bajo cualquier condición de carga.

Del tubo del depósito principal viene aire a través de la válvula de rebose (B30.03.02) y de la llave con interruptores eléctricos (B30.03.03) hasta el equipo de suspensión montado en cada coche. Con el fin de priorizar el suministro de aire al sistema de freno en caso de baja presión en el depósito principal, la válvula de rebose (B30.03.02) no permite que pase aire al equipo de suspensión hasta que se alcance un determinado valor de presión (6,7 bar) en el tubo del depósito principal. Todos estos elementos están dispuestos en el panel B30.

La llave (B30.03.03) permite aislar el sistema de suspensión por coche.

El aire se suministra a las válvulas de nivelación (L02), las cuales regulan la presión de aire de trabajo requerida de las bolsas de aire para mantener la altura de cada coche independientemente de su carga. La válvula de rebose (L01) limita la diferencia de presión entre las dos bolsas de suspensión neumática en el bogie en el que están montadas las dos válvulas de nivelación (L02). Las otras dos bolsas de suspensión neumática instaladas en el segundo bogie están comunicadas por medio de un tubo, de modo que no se necesita otra válvula de rebose. Tres conectores de ensayo (L04) por coche permiten comprobar la presión del sistema.

Tres válvulas de purga (L10) por coche permiten purgar la presión en los fuelles de aire y los depósitos (L06/L11).

Se suministra presión de suspensión al panel de freno (B30.01) para corregir la presión del freno neumático en función de la carga.

En el sistema también se encuentran cuatro depósitos de suspensión (L06) de 23 l cada uno.

D.1.5.2.4.5 Bocina y acoplamiento/desacoplamiento

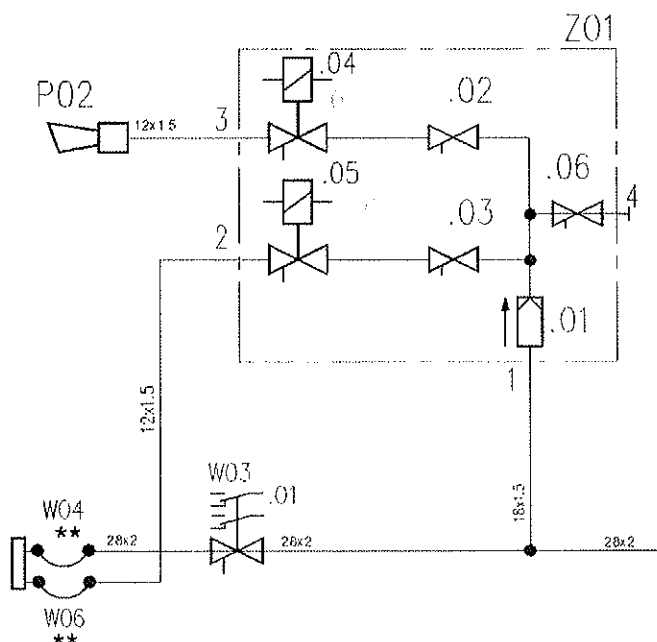
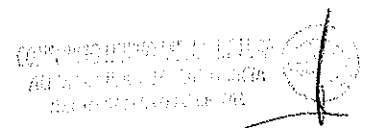


Figura 07: Equipo de suspensión neumática



D.1.5.2.4.5.1 Bocina

El circuito de control de la bocina (P02) se encuentra en el panel auxiliar (Z01) del coche motor M1.

El aire procedente del TDP pasa a través del filtro (Z01.01) y de la llave (Z01.02) y llega a la electroválvula (Z01.04).

003868

Cuando el solenoide se excita, el aire procedente del TDP entra en la bocina y genera su sonido característico. La llave (Z01.02) se emplea para aislar la electroválvula a efectos de mantenimiento o debido a una avería.

D.1.5.2.4.5.2 Acoplamiento/desacoplamiento

El circuito de acoplamiento/desacoplamiento se encuentra en el panel auxiliar (Z01) del coche motor M1.

El aire procedente del TDP pasa a través del filtro (Z01.01) y de la llave (Z03.02) y llega a la electroválvula (Z01.05).

La electroválvula (Z01.05) estará cerrada siempre que se encuentre desexcitada. En este estado, el paso de la electroválvula a la conexión de manguera (W06) se produce por el escape.

Para realizar una operación de desacoplamiento, hay que excitar la electroválvula.

La llave (Z01.03) se emplea para aislar la electroválvula a efectos de mantenimiento o debido a una avería.

Para acoplar dos ramas de tren, hay que desexcitar la electroválvula.

D.1.5.2.5 Cálculo del freno

Consulta la sección D.1.1 donde se muestra el cálculo del freno.

D.1.5.3 Sistema eléctrico

D.1.5.3.1 Generalidades

SISTEMA ELÉCTRICO

Pantógrafos	Dos (2) en la configuración básica de tren de 6 coches en los coches motorizados M1 Tres (3) en la configuración final de 7 coches (1 en la séptima cohe M3).
Interruptor rápido	extra Un (1) interruptor extra rápido se instalará en cada coche motorizada M1 (y M3 para la configuración de 7 coches)

EQUIPOS AUXILIARES

Convertidores auxiliares	4 por tren (2 por cada coche R) diseñados para altas prestaciones y poder operar sin restricción en caso de falla de uno de ellos.
Baterías	2 por tren, capaces de alimentar por sí solas durante 1 hora al 100% de los circuitos principales del tren.
Características del suministro de media tensión	Número de fase: trifásico + neutro, 4 hilos Tensión: 380 VRMS $\pm 7\%$ Frecuencia 60 Hz $\pm 1\%$ Forma de onda: Modulación de amplitud de impulso Distorsión armónica máxima de la tensión de salida: 8%
Características del suministro de baja tensión	Tensión nominal de salida: 110 VCC Tensión de régimen de salida a 20 °C: 120 VCC Tensión de salida continua máxima: 137,5 VCC Tensión punta máxima de t <100 ms: 154 VCC Tensión de salida continua mínima: 77 VCC Tensión punta mínima de t <100 ms: 66 VCC

D.1.5.3.2 Schema de arquitectura

Para los esquemas de arquitectura consulte los dibujos del Material rodante en el apéndice.

008869

D.1.5.4 Sistema de tracción

Descripción sistema	del	Un convertidor por cada coche motorizado, cada uno de los cuales alimenta cuatro motores de tracción. Para más detalles vease los documentos adjunto
Disposición sistema	del	Los convertidores se encuentran bajo bastidor
Tipo de convertidor de tracción		IGBT, refrigerado por corriente de aire.
Frenado dinámico		Mezcla continua mediante frenado mecánico; elementos de disipación formados por resistencias; incorpora un frenado regenerativo.
Reóstato de frenado		Reóstato de frenado: Un (1) por convertidor de tracción
Motor de tracción		Autoventilado, asíncrono y comprobado. Clase de aislamiento: 200. IP 55

Un tren está equipado con 4 (o 5 por la configuración de siete coches) unidades de propulsión, una por coche motor.

Cada sistema de propulsión está equipado con un inverteedor doble para controlar 4 motores asíncronos y un chopper de frenado de doble fase. Asimismo, para cada sistema de propulsión hay:

- Filtro L-C de paso bajo
- Circuito de precarga
- Interruptor de alta velocidad

Cada convertidor de tracción es de una sola fase (accionamiento directo) y permite operar los cuatro motores asíncronos trifásicos de cada coche motor. Los motores están conectados permanentemente en paralelo en pares de dos.

El convertidor está construido utilizando IGBT refrigerados mediante ventilación natural a través de tuberías de calor; éstas no están aisladas y están conectadas permanentemente al suelo (los IGBT tienen carcasa aislada).

En la figura 1 se muestra el esquema funcional del convertidor.



008870

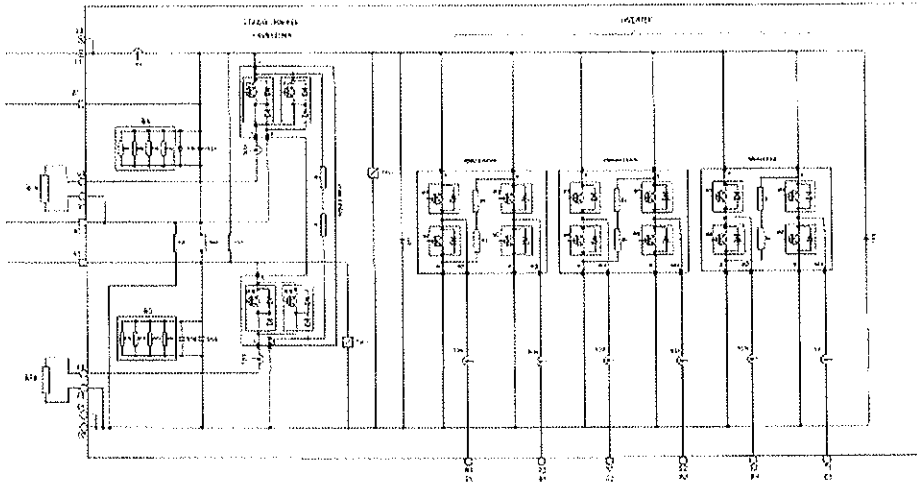


figura 1: esquema del convertidor de tracción

En las imágenes 2 y 3 se muestra el diagrama del convertidor.

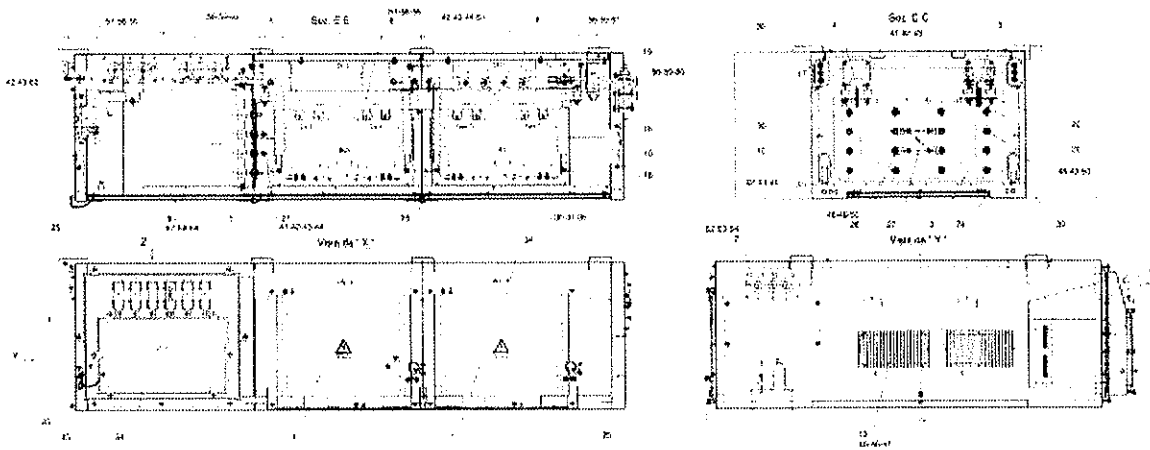


Imagen 2

CONSORCIO [9280]
NUEVO METRO DE LIMA

008871

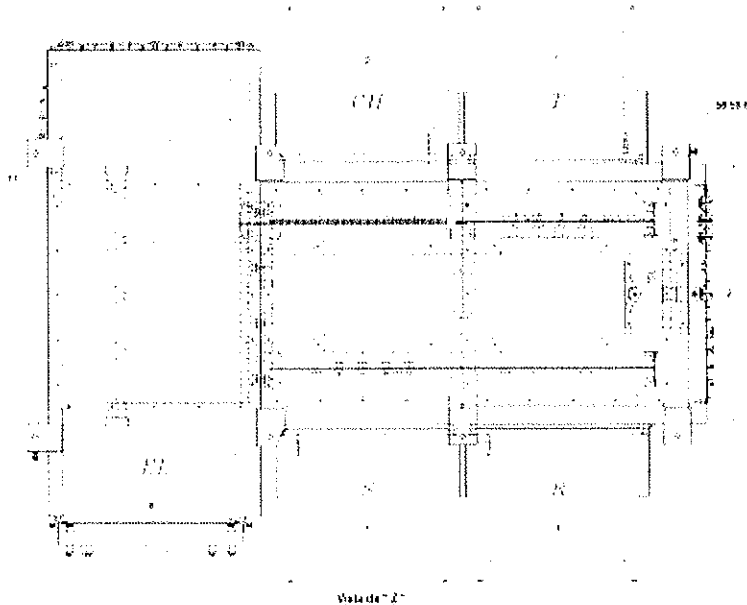


Imagen 3

D.1.5.4.1 Circuito de precarga

El circuito de precarga está compuesto por un contactor de precarga con una resistencia de serie utilizado para cargar la capacitancia de entrada. Al final de la fase de precarga, el control de tracción mandará cerrar el interruptor principal y abrir el contactor de precarga.

D.1.5.4.2 Convertidor de propulsión

El invertidor de propulsión cuenta con dos invertidores trifásicos, cada uno para suministrar a los dos motores de un bogie motor. El control de tracción envía los comandos a los dos invertidores en modo sincrónico.

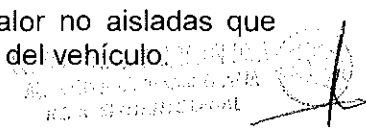
Tensión de entrada	1500 - 1800 VCC
VRMS (1er armónico) en el motor	0 - 1400 VCA
Frecuencia de salida	0,3 - 130 Hz

D.1.5.4.2.1 Módulo del invertidor

Los módulos de cada fase (módulos de las fases R, S, T del esquema funcional) están constituidos por cuatro válvulas bidireccionales de 3300V 1200A (IGBT + DIODE en antiparalelo para cada uno). Cada válvula está montada en una carcasa capaz de garantizar un aislamiento de tensión de 6 KV respecto al suelo.

Para garantizar las corrientes requeridas, cada fase del invertidor está formada por dos pares de válvulas accionadas en modo paralelo.

La refrigeración del semiconductor se obtiene mediante tuberías de calor no aisladas que funcionan en un sistema de ventilación natural asistida por el movimiento del vehículo.



D.1.5.4.3 Resistencia de frenado

Para controlar el frenado eléctrico en caso de frenado no regenerativo o mixto, el sistema de propulsión está equipado con un chopper de frenado de doble fase para disipar la energía en las dos resistencias de freno con el valor nominal (preliminar) de 1.3 Ω @ 20°C.

D.1.5.4.4 Motor de propulsión

En la siguiente tabla se indican los principales parámetros del motor:

Parámetros del motor

008872

Señal	Valor	Descripción
Rs	0,0615 Ω	Resistencia del estator
Rr	0,0525 Ω	Resistencia del rotor
L1	1,235 mH	Inductancia de fuga del estator
L2	0,852mH	Inductancia de fuga del rotor
Lm	19,37 mH	Inductancia de magnetización equivalente
Ncp	2	Número de par de polos
fOQ	70 Hz	Frecuencia de seis pasos @ vF=1500 V (vF es la tensión del filtro)

Tabla 4 – parámetros del motor

D.1.5.4.5 Sistema de control de la propulsión

El TCU se basa en la plataforma Control de tracción AB con altos rendimientos y potencia de cálculo. El núcleo de este TCU es un procesador de placa con interfaces Ethernet, MVB y CAN. El sistema de controllo de la tracción está alimentado por una tensión de 110 Vdc. En la siguiente figura se muestra una imagen de la rejilla frontal del TCU.

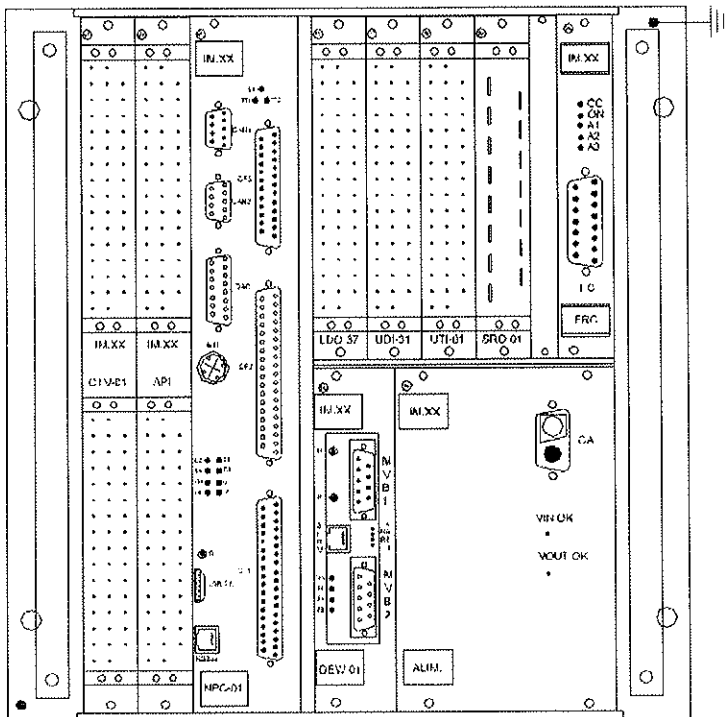


Figura 1 – Rejilla del TCU

www.prolinversion.com.pe
 Avenida Prolinversión 1000
 Miraflores, Lima 18100
 Teléfono: 011 476 1000

D.1.5.4.6 Arquitectura del hardware del TCU

La Unidad de control de la propulsión incluye las siguientes placas o componentes.

- **Placa NPC-01**

La placa NPC es la nueva placa de alto rendimiento, tanto en cuanto a capacidades de velocidad como de memoria, que utiliza dos microcontroladores de nueva generación:

- SAK-XE169 Infineon con una frecuencia de reloj de 80 MHz
- OMAP-L137 un componente de doble núcleo de Texas Instrument compuesto por un DSP de 32 bits y un micro con arquitectura de brazo

En esta placa funciona el núcleo de Software de control de tracción donde Xe169 tiene la función de controlador y el DSP es el calculador. El brazo equipado con sistema operativo LINUX ofrece servicios de monitorización en IP a través de Ethernet.

Otros componentes en el NPC:

- Un XA3S700 FPGA de Xilinx
- Una memoria de 512 Kbytes, 8 bits, no volátil
- 4 chips de memoria SPI con un total de 16 Mbytes.

La placa tiene las siguientes interfaces:

- Interfaz ETHERNET a través de conector M12
- Interfaz USB a través de conector USB 2.0
- Interfaz CAN a través de dos conectores DSUB/9 macho/hembra
- Interfaz RS/232 a través de conector RJ12
- Interfaz hacia componente DAC a través de conector **DSUB-15 F**

La placa intercambia señales analógicas y digitales con placa API y se comunica a través de bus SIO3 AB con placas de entrada/salida analógicas/digitales. Asimismo, adquiere la salida diagnóstica procedente del FRC de la placa de control de ventiladores de rejilla. La placa está interconectada con las placas de las unidades de puerta de accionamiento a través de un EIB combinado que gestiona también el canal de accionamiento directo utilizado para el módulo del chopper de frenado y la señal de tracción de parada, ésta actúa sobre los tres primeros canales de accionamiento.

- **Placa CTV-01**

La placa CTV utiliza 7 canales de medida para adquirir señales de corriente y tensión procedentes de transductores analógicos. Las mediciones de la tensión de salida se obtienen del transductor de corriente o tensión de entrada. Son adaptadas a través de la resistencia de medida R_{MIS} y envidadas a la placa API estándar.

- **Placa API**

La placa API capta las señales procedentes de los 7 mismos canales de la placa CTV y las envía a la placa NPC para implementar el control de propulsión. Las mismas señales son enviadas en el conector frontal para monitorizar el sistema en fase de ajuste. La placa capta las señales procedentes de dos sensores de velocidad activos y dos canales de alimentación eficiente que captan dos señales (COM) procedentes de dos secciones de suministro TCU diferentes para comprobar los niveles de las tensiones de salida.

- **Placa LDO-37**

La placa LDO-37 implementa interconexiones de salida digital aisladas. La placa se comunica con la placa NPC a través de un bus de serie sincrónico de comunicación SIO3. Se conecta al vehículo a través de canales de aislamiento galvánico. La placa tiene 18 canales de salida, cada uno capaz de accionar una carga a la tensión de batería de $16,8 \div 45$ VCC y a una corriente de carga de 400 mA. Cada canal tiene su suministro y la salida se desacopla a través de una serie de diodos.

Los comandos a los primeros dos canales de la placa pueden enviarse a través de cable y no a través del bus desde la placa NPC.

- **Placa UDI**

La placa UDI implementa una interconexión aislada para la adquisición de estado de 24 entradas digitales (contactos electromecánicos) a la tensión de batería de 24V a

110V, se comunica con la placa NPC a través de un bus de serie sincrónico de comunicación SIO3 y se conecta al vehículo a través de aislamiento galvánico.

- **Placa UTI**

La placa UTI implementa una interconexión para medir la temperatura. Se comunica con la placa NPC a través de un bus de serie sincrónico de comunicación SIO3 y se conecta al vehículo a través de aislamiento galvánico.

- **Placa SRO-01**

La placa SRO-01 implementa las interconexiones de salida aisladas para relé y contactores. La placa se comunica con la placa NPC a través de un bus de serie sincrónico de comunicación SIO3.

La placa tiene 8 canales de salida iguales, cada uno capaz de accionar una carga a la tensión de batería de 24Vnom a 110Vnom. La salida de cada canal acciona una carga a través de un relé que alcanza una corriente de carga de 4 A.

Los comandos a los primeros dos canales de la placa pueden enviarse a través de cable y no a través del bus desde la placa NPC.

- **Placa FRC**

La placa FRC es una placa de interconexión para el accionamiento, la gestión y el diagnóstico de los ventiladores utilizados para refrigerar la rejilla.

- **Placa DEW-01**

La placa DEW realiza la interconexión para el bus MVB. Es una placa de microcontrolador que intercambia datos con la placa NPC a través de un bus SPI interno.

- **Placa base BTM-01**

La placa base BTM-01 es una placa multiamortiguación para conexiones de señales entre las placas del TCU.

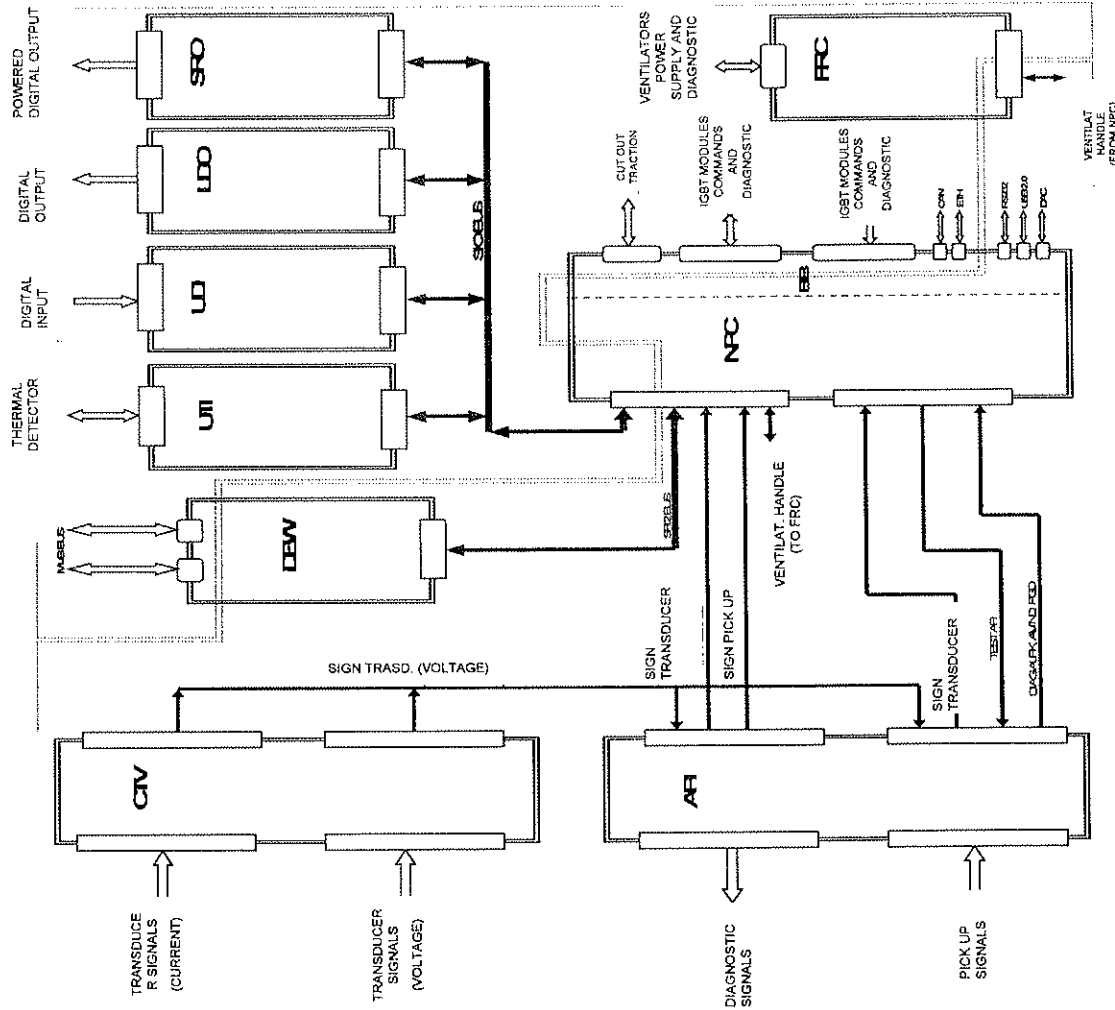
- **Suministro de baja tensión**

El suministro de TCU-N01 es alimentado por una tensión nominal de batería de 110 VCC.

En la siguiente figura se muestra la Arquitectura del HW del TCU

CONSORCIO [9284]
NUEVO METRO DE LIMA
REVISOR GENERAL

008875



Detector térmico **Entrada digital** **Salida digital** **Salida digital alimentada**
 Señales del transductor (corriente) Señales del transductor (corriente)
 Señales del transductor (tensión) Señales del transductor (tensión) Transd. Señal (tensión)
 Transd. Señal (tensión)
 Señales diagnóst. Señales diagnóst. Transductor de señal Recogida de señal
 Tracción de parada Suministro y diagnóstico de ventiladores
 Manejo de ventiladores (a FRC) Manejo de ventiladores (a FRC) Comandos y diagnóstico de módulos IGBT
 Señales de recogida Señales de recogida Transductor de señal Prueba A Manejo de ventilador (desde NPC)

Figura 2 - Arquitectura del HW del TCU

CONSORCIO PROMOTOR DEL METRO DE LIMA
 AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
 R. S. S. N. 20070000000

D.1.5.4.7 Modulos del software

Tal como se muestra en la figura 4, el Software se ha dividido en 10 macro módulos

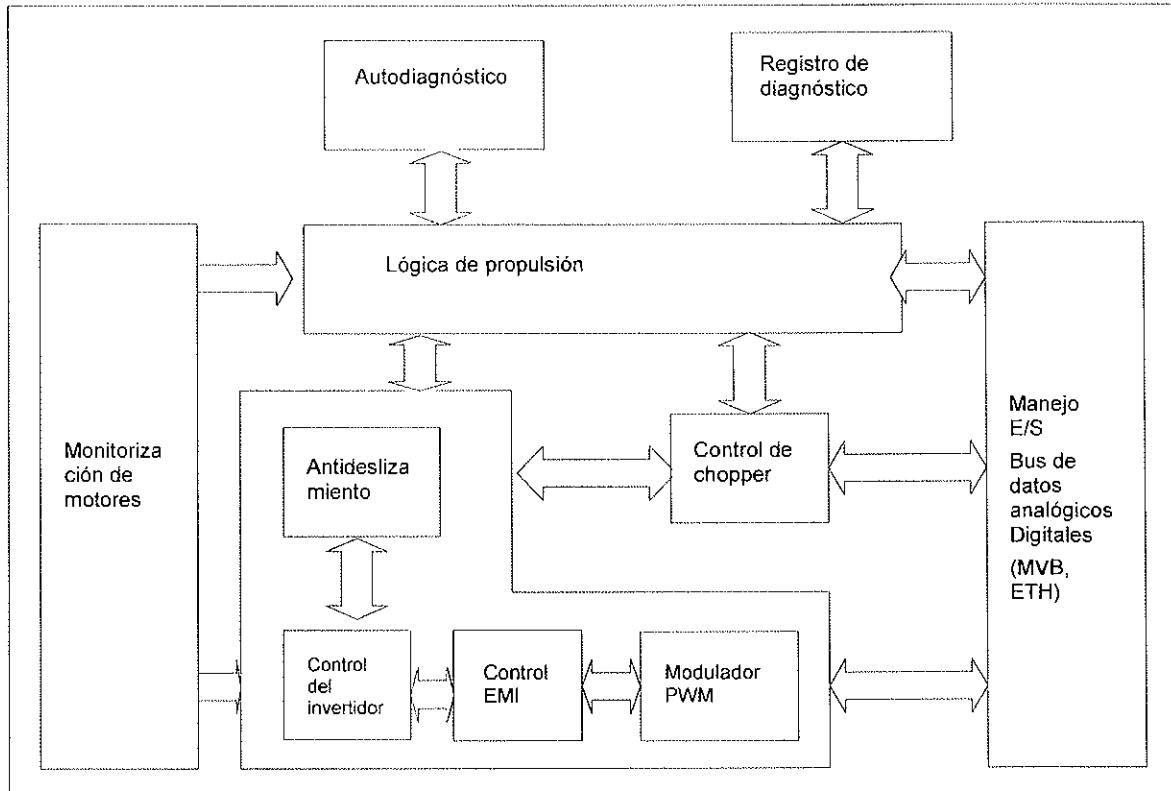


Figura 3 – Diagrama del bloque de software del TCU

A continuación se incluye la descripción funcional de cada subsistema.

D.1.5.4.8 Control del convertidor

En la figura 5 se muestra un diagrama del bloque del control del inverter.

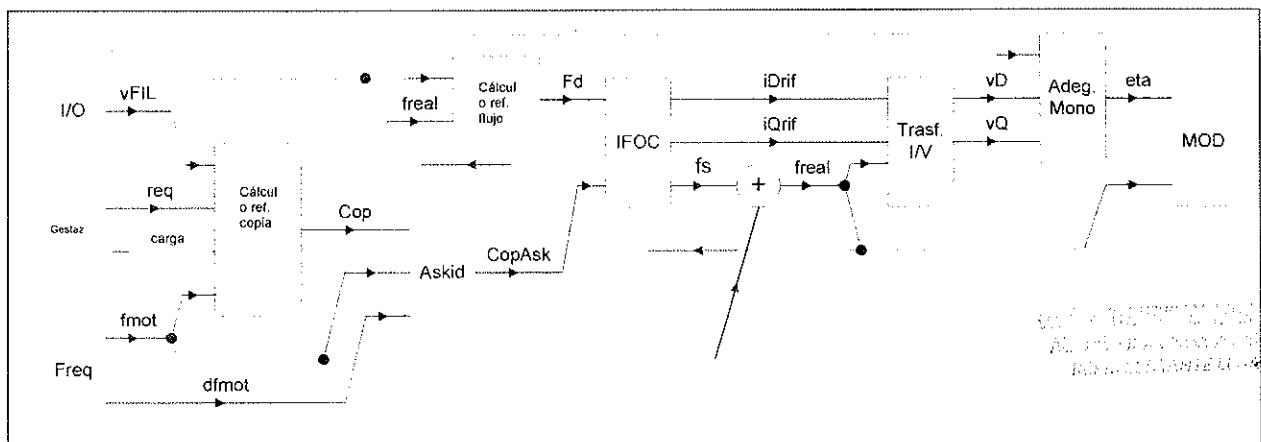


Figura 4 – Diagrama del bloque del control del inverter

El diagrama muestra los siguientes bloques fundamentales:

- Cálculo del flujo del rotor Referencia (F_d) y par aplicados en el eje del motor (Cop) según el parámetro del motor y los requisitos de rendimiento.

- Cálculo de la corriente de referencia (i_{Drif} , i_{Qrif}) y Frecuencia de resbalamiento (σ) según el modelo IFOC
- Cálculo de los componentes de tensión de entrada aplicados al motor (v_D , v_Q) en un sistema de referencia cartesiano sincrónico con la frecuencia del rotor (d, q) en el que el eje "d" coincide con la dirección del flujo.
- Cálculo del valor de modulación (η) (η) definido como el índice entre el valor efectivo de la tensión de salida del invertidor y el valor efectivo de la tensión de salida en onda cuadrada.

En el diagrama se muestra, para completar las interconexiones con otros módulos, como el bloque para manejo de E/S (I/O), manejo de lógica de tracción (**Gestaz**), la captación de frecuencia del motor (**Freq**), control antiresbalamiento y antideslizamiento (**Askid**) y el modulador (**MOD**).

Modulador PWM

El modulador utilizado para generar los impulsos de control de los módulos del invertidor ofrece 4 zonas principales de operación, ilustradas gráficamente en la figura 4 muestra la forma de la frecuencia de intercambio del invertidor como función de la frecuencia fundamental del suministro del motor (**freal**), a diferentes niveles de tensión del filtro.

Modulación asincrónica

En la modulación asincrónica, la frecuencia de intercambio del invertidor (**fSwInv**) es constante e igual a 500Hz.

Modulación sincrónica

Cuando aumenta la frecuencia de suministro del invertidor, el modulador cambia al modo *PWM sincrónico* para minimizar el EMI.

En la modulación sincrónica, la frecuencia de cambio del invertidor es un múltiplo entero de 3 * freal.

$$f_{SwInv} = 3 * n * f_{real} = N_{imp} * f_{real} \quad \text{con } n = 3, 4, 5, \dots$$

El tamaño **Nimp** representa el número de impulsos del PWM actual en un periodo de freal. El valor mínimo asumido por **Nimp** es igual a 9; por tanto, el rango de freal que utiliza la modulación sincrónica depende de la relación:

$$f_{real} \leq \frac{f_{Switch}}{9} = \frac{500.0}{9} = 55.5 \text{ Hz}$$

Por encima de este valor se utiliza una forma de onda óptima.

Formas de onda óptimas

El PWM óptimo es una modulación de tipo sincrónico, con formas de onda PWM obtenidas mediante optimización de un índice de calidad que minimiza el contenido armónico de la tensión de salida (*formas de onda óptimas*).

La característica de dicha forma de onda se obtiene insertando los impulsos en el centro del periodo de la forma de onda.

Sobremodulación

Para gestionar la transición a la onda cuadrada, se utilizan las formas de onda laterales. Estas formas de onda tienen los impulsos cerca del borde para reducir el EMI y optimizar la transición a la onda cuadrada, lo que también se denomina "seis pasos".

Onda cuadrada

En la onda cuadrada o modo de seis pasos, el control ha alcanzado el valor máximo de tensión que puede aplicarse al motor; este valor VOQ se muestra en la siguiente fórmula.

$$v_{OQ} = \frac{\sqrt{6}}{\pi} v_{FIL} \cong 0.78 \cdot v_{FIL}$$

008878

El control no puede seguir manteniendo la proporción entre la tensión y la frecuencia del motor constante y el flujo comienza a disminuir como 1/freal donde freal representa la frecuencia del motor de suministro fundamental.

Monitorización de los motores

Cada TCU adquiere las señales procedentes de 4 sensores de velocidad relacionados con los 2 bogies motores.

Para cada par de señales de un sensor de velocidad, se utiliza uno de los dos para calcular la velocidad rotacional del eje del motor, mientras que se utiliza el cambio de fase entre las señales para detectar la dirección de rotación del eje del motor y la dirección de movimiento.

El control del inversor utiliza el valor medio de frecuencia (eléctrica) de rotación de los cuatro ejes controlados:

$$fmot = \frac{fm_1 + fm_2 + fm_3 + fm_4}{4}$$

siendo:

$$fm_x = fmec_x \cdot N_{CP}$$

Se calcula la derivada de fmot (**dfmot**), y se utiliza para el control antiresbalamiento y antideslizamiento.

Para cada motor, se adquiere un sensor térmico para implementar dos niveles de protección.

Nombre	Valor	Acción
Templado	140°	Reducción del rendimiento
Caliente	170°	Apagado del inversor

Control antiresbalamiento / antideslizamiento

Una rueda gira en tracción cuando el valor del esfuerzo de tracción aplicado a la rueda es demasiado elevado para la adhesión disponible entre la rueda y el raíl. En otras palabras, la rueda gira en tracción si la adhesión requerida es superior a la adhesión disponible.

Una rueda se desliza al frenar cuando el valor del esfuerzo de frenado aplicado a la rueda es demasiado elevado para la adhesión disponible entre la rueda y el raíl. En otras palabras, la rueda se desliza al frenar si la adhesión requerida es superior a la adhesión disponible.

En caso de que una rueda se resbale o deslice, el TCU reduce el esfuerzo aplicado para permitir la readhesión de la rueda al raíl.

El módulo de control de resbalamiento/deslizamiento siempre trata de alcanzar el nivel máximo de adhesión disponible entre la rueda y el raíl, con el fin de evitar que se dañe la rueda y el raíl, y transferir el máximo esfuerzo permisible al vehículo.

Para detectar un resbalamiento o deslizamiento de la rueda y la consiguiente readhesión, el TCU utiliza las siguientes variables:

- **fmot** : Frecuencia media de los dos ejes controlados
- **dfmot** : Primera derivada de fmot
- **fmRef** : Frecuencia del motor de referencia Se calcula utilizando la frecuencia de los 2 motores asincrónicos presentes en el vehículo. Se escoge el mínimo de los 2 valores adquiridos en tracción y el máximo en frenado.

Detección de giro y readhesión

Se utilizan dos algoritmos de control de giro. El primero se basa en la aceleración del motor **dfmot**. El segundo se basa en la diferencia entre la frecuencia del eje del motor único y la frecuencia de referencia **fmref**.



ENFOQUE DERIVATIVO

Un eje gira cuando la aceleración del motor (*dfmot*) está por encima de un umbral (*SpinThre*):

$$dfmot \geq SpinThre$$

En este caso, el algoritmo de control de giro guarda el par real como par de giro (*SpinTq*) y entra en el estado de giro para buscar el valor de par máximo aplicable en esta condición de adhesión. El resultado del algoritmo se muestra en la figura 5.

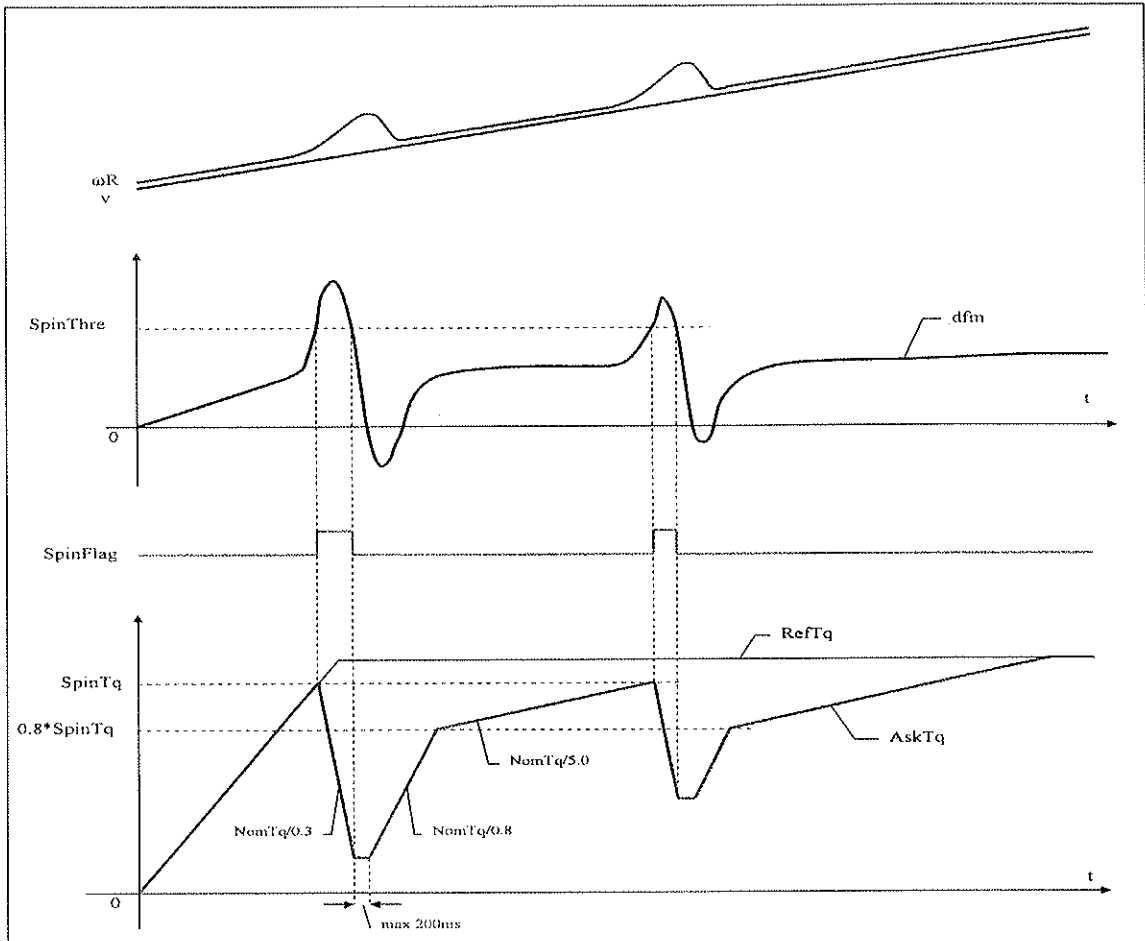


Figura 5 – Control de giro: enfoque derivativo

ENFOQUE SINCRÓNICO

Un eje gira si la frecuencia del motor (*fmot*) es superior a un umbral (*fmAskSin*) dado por la suma de la frecuencia del motor de referencia (*fmRef*) y una cantidad (*kSpin*) del *fmRef*:

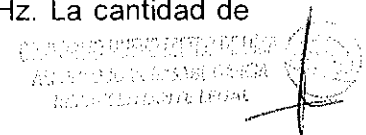
$$fmot \geq fmAskSin$$

donde:

$$fmAskSin = fmRef \cdot (1 + kSpin)$$

Dicho control de giro sincrónico se activa cuando *fmRef* es superior a 12Hz. La cantidad de *kSpin* queda establecida por:

$$kSpin = \text{Max} \left(0.075 - \frac{0.05}{24.0} \cdot fmRef, 0.025 \right)$$



En este caso, el algoritmo de control de giro reduce el par con el fin de obtener la readhesión del eje de giro.

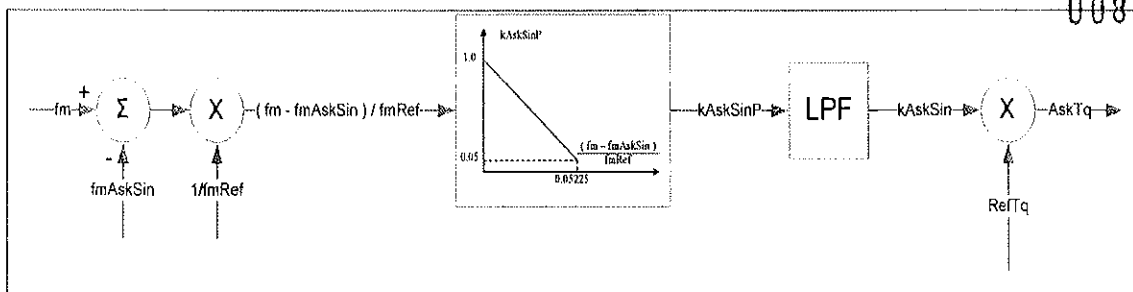


Figura 6 – Control de giro: Enfoque sincrónico

El par se reduce mediante un factor $kAskSin$ cuyos valores dependen de las diferencias entre la frecuencia del motor f_m y el umbral de deslizamiento $f_mAskSin$. Cuando mayor sea dicha diferencia, menor será $kAskSin$ y menor el par.

El comportamiento efectivo del sistema depende de la adhesión disponible (ver figura 10) El filtro de paso bajo permite una acción suave en el par.

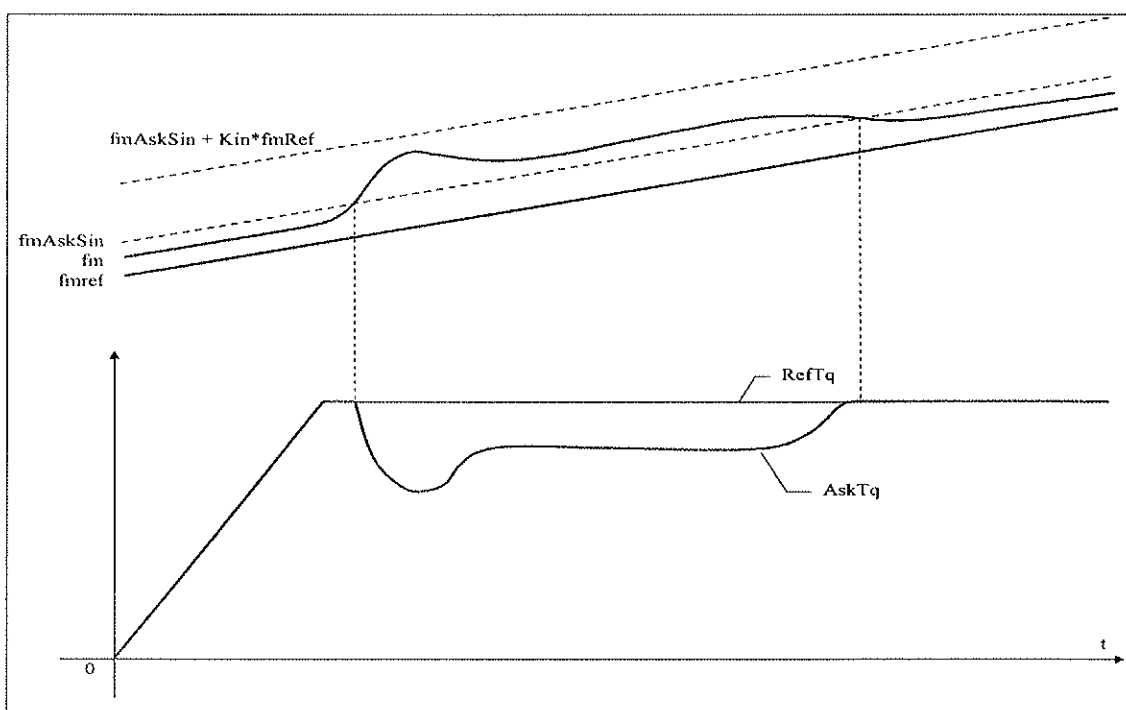


Figura 7 – Control de giro: enfoque sincrónico

Detección de deslizamiento y readhesión

Los algoritmos de control de deslizamiento se basan en la aceleración del motor $dfmot$, cuando es de tipo derivativo.

Un eje se desliza cuando la desaceleración del motor ($dfmot$) está por encima de un umbral (**SlideThre**):

$$-dfmot \geq SlideThre$$

En este caso, el algoritmo de control de deslizamiento salva el par real como par de deslizamiento (**SlideTq**) y entra en el estado de deslizamiento para buscar el valor de par máximo aplicable en esta condición de adhesión. El resultado del algoritmo se muestra en la figura 11.

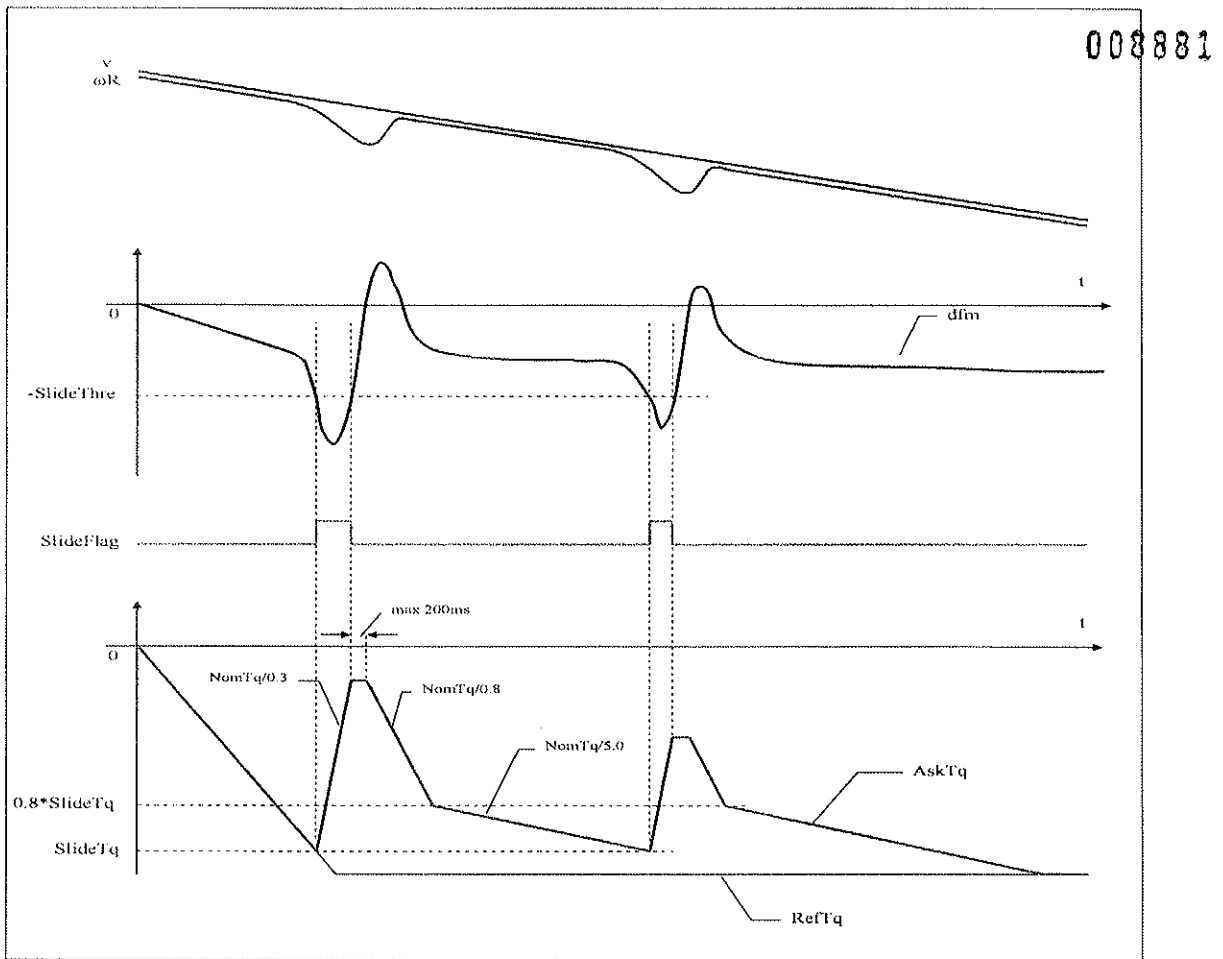


Figura 8 – Control de deslizamiento

Control del chopper

El módulo del chopper se utiliza para realizar un frenado no regenerativo, el frenado mixto y evitar sobretensiones del filtro. El chopper de frenado consiste en un chopper de doble fase. Los comandos de control a cada IGBT se desplazan T/2, donde T es 1/500Hz.

Protección de sobretensión del chopper

La protección se activa cuando se detecta una tensión del filtro superior a 1900 V. En este caso, el tON a aplicar en el chopper (tonSVF) se calcula como función de tensión del filtro.

$$tonSVF = \frac{vFIL - SVFACC}{SVFMAX - SVFACC} Tchop$$

donde:

SVFACC = 1900.0V es el umbral de protección de la sobretensión

SVFMAX = 2000V representa el valor de tensión del filtro con el ciclo máximo de tarea del chopper 100%

Tchop es el periodo de chopper

De esta manera, el chopper se utiliza también como circuito de agarre.

CONSORCIO [9291]
 NUEVO METRO DE LIMA
 Calle de la Libertad 1000
 Lima, Perú

Control del chopper en el modo de frenado

Durante el modo de freno eléctrico, el ciclo de tarea del chopper dutyCH se calcula como la suma de dos contribuidores:

$$dutyCH = dutyFF + dutyVF \text{ [OUTPUT SIGNAL]}$$

Donde dutyFF es el valor de "alimentación hacia adelante" (ciclo de tarea del chopper) calculado comenzando a partir de la potencia real de freno del inversor.

$$dutyFF = (invPower \times R) / (vF \times vF) \text{ [DUTY FEED FWD BLOCK]}$$

Este valor de alimentación hacia delante representa el ciclo de tarea que debería utilizarse en caso de un freno reostático completo; esto significa que el control comienza a disipar toda la potencia procedente del invertidor en el resistor de frenado y luego trata de regenerar la potencia utilizando el parámetro dutyVF hasta un frenado regenerativo completo en función del nivel de tensión del filtro [DUTY VF PI REGULATOR BLOCK].

dutyVF es la contribución basada en el valor de referencia de la tensión del filtro VFREF. El SW calcula el valor dutyVF utilizando un regulador PI que mira el error instantáneo vF-VFREF y el estado actual del regulador. El valor máximo es 0, mientras que el mínimo es -dutyFF; por tanto, si dutyVF es 0 el freno es completamente reostático; Si es -dutyFF, el freno es completamente regenerativo, y si está entre los valores extremos, el modo de freno es mixto. Asimismo, el valor dutyVF se mantiene en 0 siempre y cuando la potencia del invertidor sea superior o igual a 0, ya que significa que el modo de operación real es potencia o costa; en este caso, la salida de A>=B BLOCK es elevada y restablece el valor dutyVF al valor de restablecimiento RV igual a 0. El valor del valor de referencia de tensión del filtro VFREF depende de la línea máxima de corriente regenerativa y la tensión máxima de línea; Por este motivo, el valor VFREF es la salida de un regulador PI que recibe como entrada la corriente de línea real y el valor máximo de la corriente regenerativa IRECMAX.

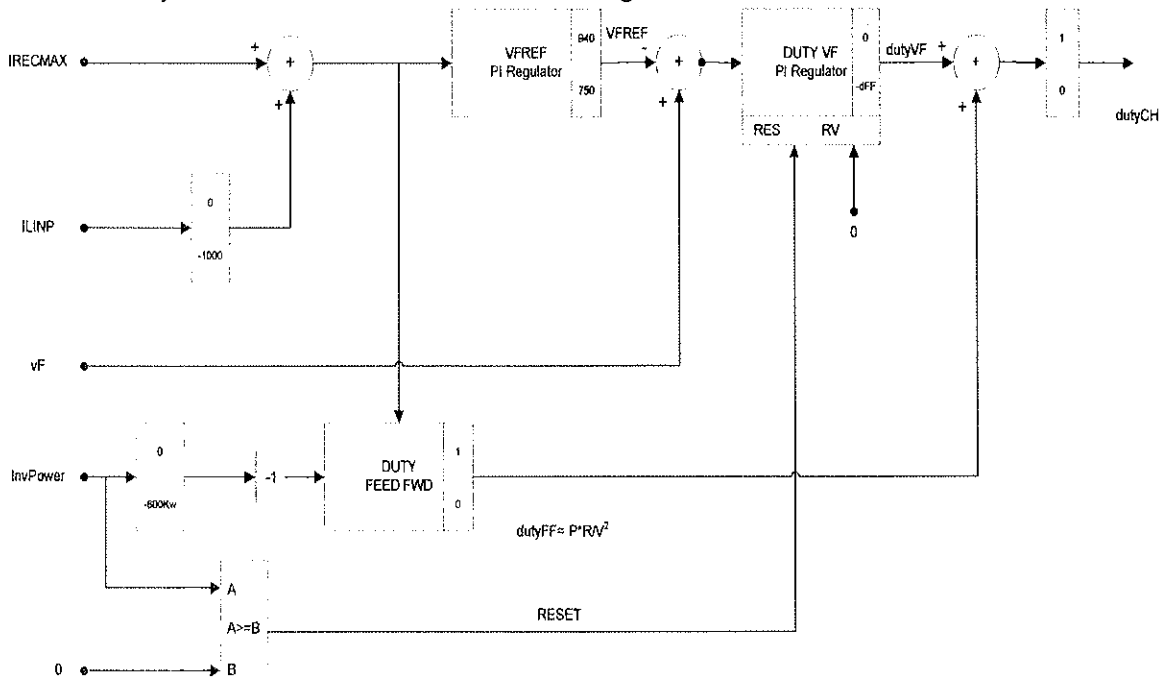


Figura 9 – Diagrama del bloque de control del chopper

Control EMI conductivo

Generación de armónicas conductivas

Cada sistema de propulsión puede generar la siguiente corriente de armónicas conductivas en función de la frecuencia del invertidor de salida (freal).

- 6º freal: Independientemente del tipo de modulación utilizada, el espectro de corriente de la línea siempre contiene componentes cerca de la 6ª armónica de la frecuencia fundamental.
- 3er freal: La modulación asincrónica y las modulaciones sincrónicas con Npulsos introducen componentes cerca de la 3ª armónica de la frecuencia fundamental.
- 2º freal. Si un comportamiento de la fase del motor es diferente de los otros dos o si una fase del invertidor es diferente de las otras dos, el espectro de corriente de la línea tendrá los componentes cerca de la 2ª armónica de la frecuencia fundamental. Si un comportamiento IGBT es diferente de los otros 5, el espectro de corriente de la línea tendrá componentes cerca de la 2ª armónica y la 1ª armónica de la frecuencia fundamental.

- 1er freal: Si un comportamiento IGBT es diferente de los otros 5, el espectro de corriente de la línea tendrá componentes cerca de la 2ª armónica y la 1ª armónica de la frecuencia fundamental.

Otra fuente de la generación de armónicas puede ser la frecuencia de intercambio del chopper de frenado y la interacción entre la frecuencia de intercambio de frenado y la frecuencia eléctrica del motor.

Control de algoritmos de armónicas conductivas

En caso de que algunas de las armónicas no sean insignificantes, el control podrá reducir el nivel de armónicas teniendo en cuenta esta posible mejora:

- **Patrón de impulsos optimizado:** Moviendo los cambios de número de impulsos, retirando las formas de onda desiguales en caso de ser necesario; generalmente definiendo el mejor perfil de frecuencia de intercambio que reduce el contenido armónico conductivo.
- **Control de algoritmos EMI:** La técnica de amortiguación del índice de modulación utiliza una frecuencia de intercambio de chopper de frenado

AMORTIGUACIÓN EN EL ÍNDICE DE MODULACIÓN

En el siguiente diagrama de bloque se muestra cómo el control de propulsión normalmente maneja la tensión del filtro para calcular el índice de modulación (η).

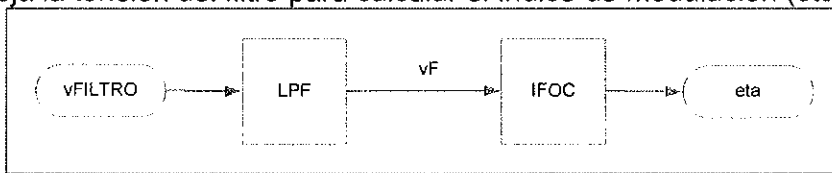


Figura 11 – Adquisición de la tensión del filtro

La tensión del filtro adquirida (v_{FILTRO}) es filtrada mediante un filtro de paso bajo LPF (vF) y utilizada luego para calcular el índice de modulación (η) mediante el algoritmo de Control orientado al flujo.

Como se pueden generar corrientes armónicas en múltiples de las frecuencias de salida fundamentales debido a oscilaciones en la tensión del filtro, con el fin de reducir dichas armónicas, el rizado de tensión (v_{Frip}) se añade en fase opuesta a la salida del filtro LPF. Dicha variable (vF) es posteriormente utilizada por el control para calcular el índice de modulación (η).

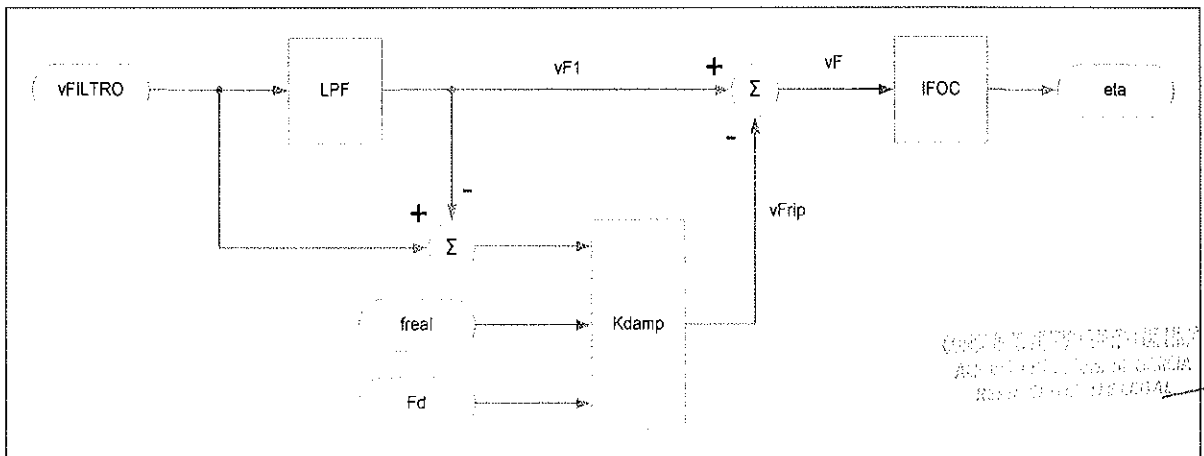
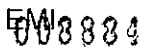


Figura 12 – Control EMI con inyección de rizado

El K_{damp} de bloque es simplemente un coeficiente que depende de la frecuencia de salida fundamental (f_{real}) y el flujo del rotor (F_d). El valor asumido por este coeficiente puede

ajustarse de acuerdo con las características del vehículo y los resultados de las pruebas  conductivas.

Las técnicas de amortiguación pueden actuar en diferente rango de frecuencia de la frecuencia fundamental para reducir el contenido armónico. Para que esta acción correctora se realice sin problemas, se incluyen dos transiciones controladas por rampa.

CHOPPER DE FRENADO CON FRECUENCIA DE INTERCAMBIO DE VARIABLE

El chopper de frenado está controlado a una frecuencia de intercambio variable.

Para minimizar las subarmónicas entre el chopper y el invertidor de propulsión, la frecuencia de intercambio del chopper se mantiene a un múltiplo entero de la frecuencia de intercambio del invertidor; el control utiliza el múltiplo más cercano a la frecuencia máxima de intercambio del invertidor (500 Hz).

Otro problema relacionado con las armónicas conductivas cuando se enciende el módulo del chopper está relacionado con las subarmónicas obtenidas de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$|f_{SwChop} - 3 * n * f_{real}| \quad \text{with } n = 1, 2, 3, \dots$$

f_{SwChop} representa la frecuencia de intercambio del chopper (doble del intercambio de frecuencia de fase única) y f_{real} la frecuencia eléctrica del motor.

La principal contribución se da para $n=2$ debido al puente de diodos.

Teniendo en cuenta el valor máximo de frecuencia del motor de 137 Hz (a un diámetro mínimo de rueda) correspondiente a 90 km/h y un valor medio de 1000 Hz para la frecuencia de intercambio del chopper, la frecuencia mínima subarmónica es superior a la frecuencia máxima de la máscara entre 40 Hz y 80 Hz.

$$|f_{SwChop} - 6 * f_{real}| \geq 80 \text{ Hz};$$

D.1.5.4.8.1 Lógica de tracción

Las interconexiones de lógica de tracción con todos los módulos del software indicados en las secciones anteriores.

Las principales funciones de la lógica de tracción son:

- Apertura y cierre del comando de contactores
- Solicitud de apertura del HSCB en el caso de protección detectada por el SW
- Activación del invertidor de potencia y el chopper
- Comunicación de los fallos del software
- Manejo de las protecciones de software y hardware y su restablecimiento
- Manejo de las señales de diagnóstico
- Transiciones del estado del invertidor

D.1.5.4.9 Manejo de E/S

D.1.5.4.9.1 Interconexión MVB

El TCU puede intercambiar datos en el MVB. Los datos se intercambiarán en el bus con los sistemas CCU, BCU y ATO.

Todos los datos se intercambian periódicamente a través de serie de datos MVB.

El TCU recibe de ATO (modo automático) o CCU (modo manual) los comandos de propulsión y el porcentaje de esfuerzo requerido.

El TCU reconoce la ausencia temporal de la comunicación con CCU o ATO en el plazo de 1 segundo. En este caso, el TCU desactiva el invertidor. Si la falta de comunicación continúa durante más de 20 segundos, el TCU abre el HSCB.

El TCU intercambia datos con el BCU para manejar la función de mezcla.

Toda la información que el TCU coloca en el MVB también es utilizada por el otro TCU para cruce diagnóstico y para la reconstrucción de la velocidad del vehículo.

A continuación se incluyen los datos más importantes intercambiados entre el TCU y el CCU.

D.1.5.4.9.1.1 Datos recibidos

El TCU recibe los siguientes datos del CCU:

- Dirección
 - o Hacia delante
 - o Hacia atrás
- Estado
 - o Encender
 - o Frenar
 - o Funcionar a potencia cero
 - o SCEB
 - o Freno de emergencia
 - o Remolcar
 - o Apagar
- Inhibición a frenado regenerativo
- Solicitud de esfuerzo requerido
- Carga: Peso del vehículo

D.1.5.4.9.1.2 Datos enviados

Los siguientes datos son los más importantes enviados desde el TCU.

- Configuración de accionamiento establecida
- Dirección detectada
- Estado de movimiento
- Esfuerzo logrado
- Velocidad del vehículo
- Valores de señales analógicas asociadas a los transductores
- Estado del TCU
- Estado de protección del software
- Estado de protección del hardware

D.1.5.4.9.2 Interfaz Ethernet

El TCU está equipado con una conexión Ethernet estándar sobre la que hay implementado un protocolo IPTCOM para comunicar todas las informaciones diagnósticas al DBU.

Con el fin de comunicarse con el PTU, el TCU utiliza un protocolo UDP/IP estándar.

D.1.5.4.9.3 Interconexiones analógicas

El TCU capta las siguientes señales analógicas:

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| - Tensión del filtro | vF |
| - Tensión de la línea | vLin |
| - Corriente de la línea | iLin |
| - Invertidor de la corriente de fase | iR, iS, iT |
| - Chopper de corriente de fase | iCH |
| - Temperatura de los motores | Tmot1, Tmot2, Tmot3, Tmot4 |
| - Temperatura de los módulos de fase | Tinv1, Tinv2, Tinv3, Tchop |

D.1.5.4.9.4 Entradas digitales

El TCU capta las siguientes señales de entrada digital:

- Estado del contactor principal
- Estado del contactor de precarga
- Estado del relé del freno de emergencia
- Freno de emergencia con control de deslizamiento
- Estado del HSCB

- Solicitud de parada de la propulsión del vehículo
- Alarma térmica de las fases IGBT
-

008886

D.1.5.4.9.5 Salidas digitales

El TCU manda las siguientes señales de salida digital:

- Comando del contactor de precarga
- Comando del contactor principal
- Comando de apertura del HSCB
- Fallo de freno dinámico

D.1.5.4.9.6 Sensores de velocidad

El TCU alimenta los sensores de velocidad activos ubicados en los dos motores. Cada sensor de velocidad es un sensor de doble canal. Cada señal es una onda cuadrada entre 0 y 15V. El control capta el primer canal para detectar la frecuencia del motor y el segundo para comparar las formas de onda ortogonales y detectar la dirección.

D.1.5.4.10 Autodiagnóstico

El control del TCU comprueba si la propulsión funciona correctamente.

En caso de que se detecte un problema de protección, el software del TCU realizará al menos una de las siguientes acciones:

- Desactivar la propulsión
- Detener la propulsión de la línea
- Abrir el Interruptor de alta velocidad (HSCB)

El software siempre trata de desactivar la propulsión. Si el evento de protección es permanente, intenta detener la propulsión de la línea. Las intervenciones no afectarán al otro sistema de propulsión existente en el vehículo.

Si el software no es capaz de desactivar la propulsión o detener la propulsión de la línea, abre el HSCB. El software puede reconocer una intervención de hardware, cuya consecuencia es la apertura del HSCB. En caso de un evento de protección que abre el HSCB (hardware o software), si se elimina la causa de la protección, el TCU permite cerrar el HSCB.

Una vez cerrado el HSCB, si persiste la causa, el HSCB se volverá a abrir. Tras abrir el HSCB para fines de protección en un periodo de 5 minutos, el TCU detendrá permanentemente la propulsión de la línea.

Si el fallo detectado no impide el servicio normal del vehículo, el TCU sólo indicará estos eventos, pero no se adoptará ninguna acción. Cuando el vehículo regrese al taller, el personal de mantenimiento solucionará el problema.

A continuación se indican los eventos de propulsión más importantes:

- Fallo de comunicación de MVB
- Sobretensión del filtro de entrada
- Dirección incorrecta o falta dirección
- Tensión baja del filtro
- Recalentamiento de fase del invertidor
- Recalentamiento del resistor de precarga
- Fallo del hardware del TCU
- Fallo del transductor de corriente de la línea
- Sobretensión de la línea
- Recalentamiento del motor
- Aperturas del HSCB repetidas
- HSCB atascado y cerrado
- Protección de sobrecorriente de fase del invertidor
- Corriente de fase del invertidor no equilibrada
- Protección de fallo de toma de tierra
- Protección de tensión transitoria


 CONSORCIO [9296]
 NUEVO METRO DE LIMA
 [Signature]



- Fallo de fase del invertidor/chopper

D.1.5.4.11 Registro de diagnóstico

El control de placa NPC tiene varias palabras de estado/protección que contienen bits de estado, representando cada una una activación de evento. Las palabras se comprueban en cada ciclo para detectar cualquier activación de evento (elevación de bit).

En este caso, el evento se registra en una memoria no volátil (FLASH). Se escribe un registro de tal forma que toda la información principal estará disponible posteriormente para realizar un diagnóstico de fallos.

El registro de eventos consta de los siguientes elementos:

El código del evento

La fecha del evento

Una única muestra de un primer conjunto de señales

Algunas muestras de un segundo conjunto de señales consistentes en un marco de tiempo centrado en el instante del evento.

El tiempo de muestreo de las muestras en el marco de tiempo es 30 ms.

El periodo de tiempo del marco está relacionado con el código de cada evento individual. Para la mayoría de los códigos, se utiliza un periodo de tiempo de 450 ms (10 muestras antes de la activación, una muestra de activación y 5 muestras después de la activación). Otros eventos se registran sin la muestra antes y después del evento de activación (el evento por periodo del marco de tiempo del evento se comunica en la sección de descripción de los códigos de evento).

También se utiliza un único registro de muestra cuando se detecta más de un evento en un ciclo de control de diagnóstico (30 ms). En este caso, solo se proporciona uno de los códigos detectados del marco de tiempo mientras que los demás se facilitan solo de la muestra de activación.

D.1.5.5 Sistema de acoplamiento

Tipo	Acoplador automático con cabezal eléctrico y conexiones neumáticas integradas en el cabezal del acoplador.
------	--

D.1.5.5.1 Descripción del acoplador automático

El acoplador automático, equipado con un mecanismo de paralelogramo de tipo cerrojo, está diseñado para facilitar el acoplamiento automático (mediante medios mecánicos y neumáticos) de vehículos ferroviarios. El proceso de acoplamiento se completa entre los coches incluso a velocidades muy bajas y a velocidades más altas sin asistencia manual. El resultado es un enganche completamente seguro, rígido y sin holgura. La articulación es capaz de adaptarse a las variaciones horizontales y verticales de la vía y permite un ligero movimiento oscilante.

El acoplamiento automático del acoplador neumático se realiza automáticamente una vez que se ha completado el acoplamiento mecánico. El desacoplamiento de la cabeza mecánica puede llevarse a cabo tanto de manera remota desde la cabina del conductor, como desde el propio acoplador utilizando el desenganche manual. Una vez que los vehículos ferroviarios se han separado, los acopladores se restablecen automáticamente y están listos para volver a acoplarse.

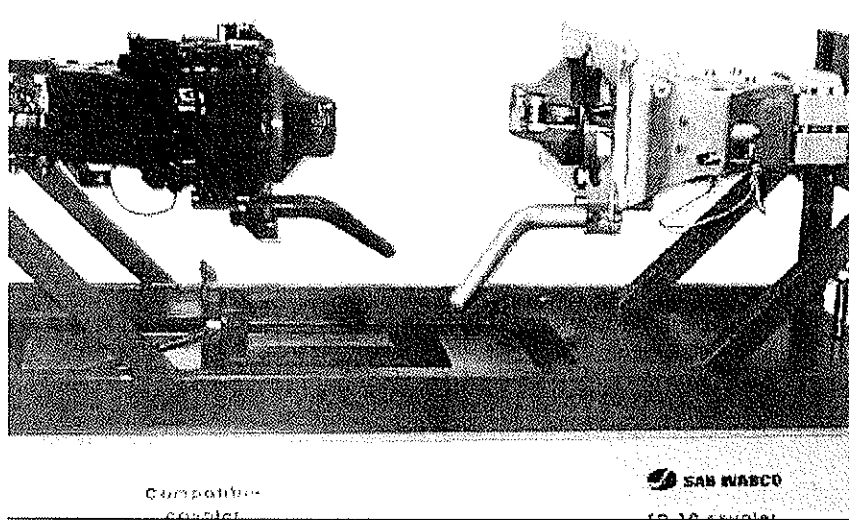
Asimismo, los acopladores atenúan las fuerzas longitudinales, que pueden desarrollarse durante el servicio y tras realizar maniobras bruscas entre vehículos o trenes.





003882

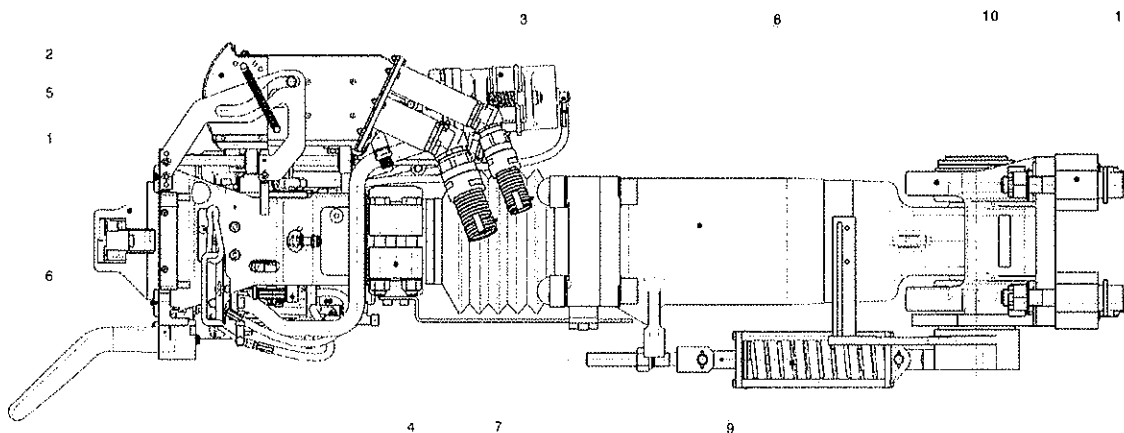
El acoplador automático está diseñado para garantizar su compatibilidad e interoperabilidad con vehículos equipados con acopladores de tipo cerrojo de tamaño estándar de otros proveedores. La compatibilidad mecánica y neumática se verifica mediante diversas pruebas, como puede comprobarse en la siguiente Fotografía 1.



Prueba de compatibilidad de la cabeza de un acoplador automático

D.1.5.5.2 Principales características del acoplador automático

La siguiente figura muestra el acoplador automático, junto con los siguientes grupos de conjunto.



- 1) Cabeza del acoplador automático, equipada con un cilindro de desacoplamiento neumático integrado para dispositivos de desacoplamiento remoto y manual.
- 2) Cabeza eléctrica montada superior, equipada con dos contactos de 112 clavijas/enchufes. Cables equipados con conectores rápidos (los receptáculos del lado del coche no entran en el alcance del suministro de FT).
- 3 /4) Dispositivo neumático y circuito de control para acoplar y desacoplar la cabeza eléctrica. La cabeza eléctrica puede retraerse neumáticamente de manera remota desde la cabina del conductor o de manera manual desde detrás del acoplador.
- 5) Conexión neumática para el tubo de frenos.
- 6) Conexión neumática para el tubo del depósito principal y la línea de desacoplamiento.

- 7) Acoplamiento de manguito para conectar la cabeza del acoplador con la unidad de tracción.
- 8) Unidad de tracción con cartucho combinado de aceite y gas para absorber la energía regenerativa en dirección de compresión y paquete de resortes de fricción para absorber la energía regenerativa en dirección de tracción. Con piloto para indicar visualmente si existe una sobrecarga en el acoplador.
- 9) Resorte de suspensión. El acoplador está equipado con una interfaz para conectar el dispositivo de dirección (el dispositivo de dirección no entra en el alcance de suministro del FT).
- 10) Articulación con cojinete de caucho esferoelástico para adaptarse a los movimientos horizontales y verticales.
- 11) Dispositivo de corte.

D.1.5.5.3 Cabeza del acoplador mecánica

La pieza de la cabeza del acoplador dispone en la cara frontal de superficies guía en forma de embudo y cono. Este diseño permite alinear y centrar automáticamente los acopladores para hacerlos coincidir cuando se unen.

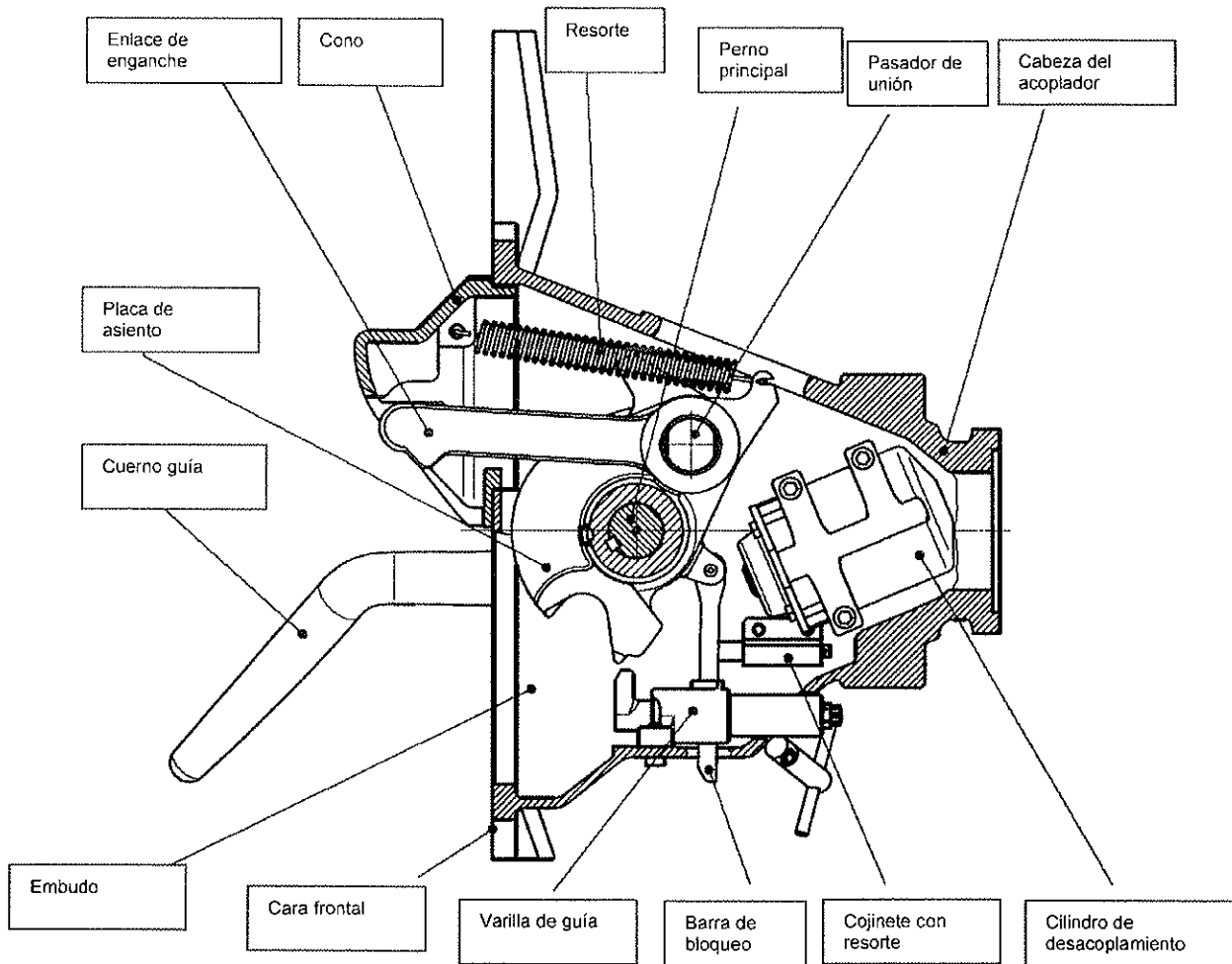
La parte inferior de la cara frontal del acoplador incorpora un cuerno guía que permite acometer rangos de maniobra superiores a los ofrecidos por las caras cónicas. Este cuerno guía dirige las caras del acoplador hacia las caras cónicas.

La placa frontal de la cabeza del acoplador está equipada con un borde plano ancho que transmite las cargas de compresión y los impactos a la barra de tracción. Las cargas de tracción se transmiten a través del enlace de enganche y la placa de asiento hasta la barra de tracción. Estos elementos permanecen encastrados durante el acoplamiento para protegerlos del entorno.

CONSORCIO [9299]
NUEVO METRO DE LIMA
003889



008890

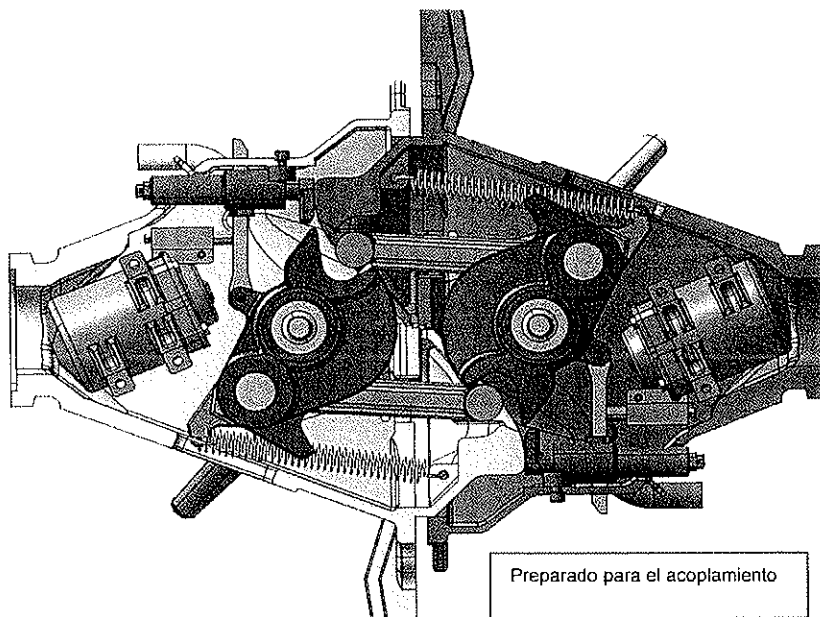


Grupos de conjunto de la cabeza del acoplador mecánica

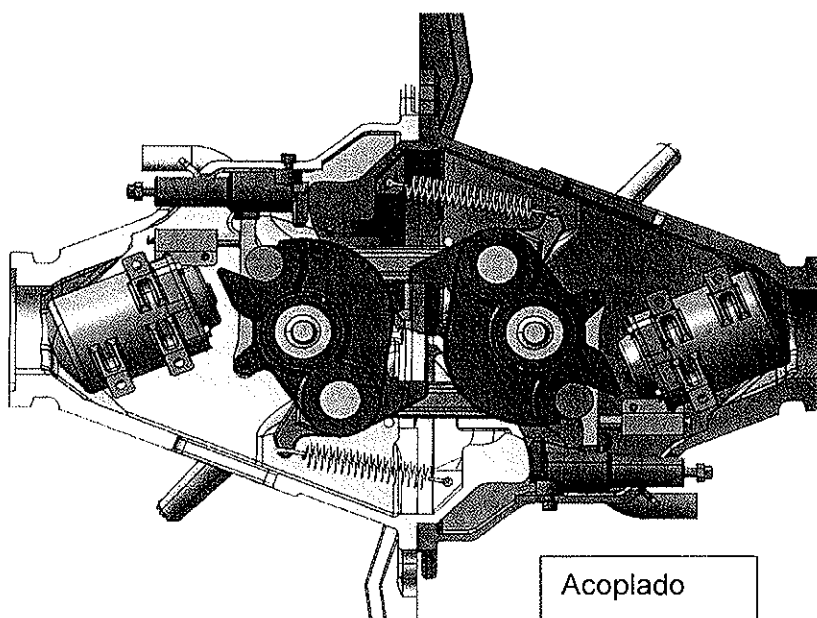
El proceso de acoplamiento se realiza de manera automática. El mecanismo pasa a la posición de acoplado mediante resortes cuando la presión procedente del cono del acoplador opuesto empuja el gatillo para soltar la barra de desenganche. El enlace encaja en una de las ranuras de la placa de asiento. De esta manera, las dos cabezas del acoplador forman un enganche seguro, rígido y sin holgura una vez acopladas.

CONSORCIO [9300]
NUEVO METRO DE LIMA
E.S. TENDIENTES

008891



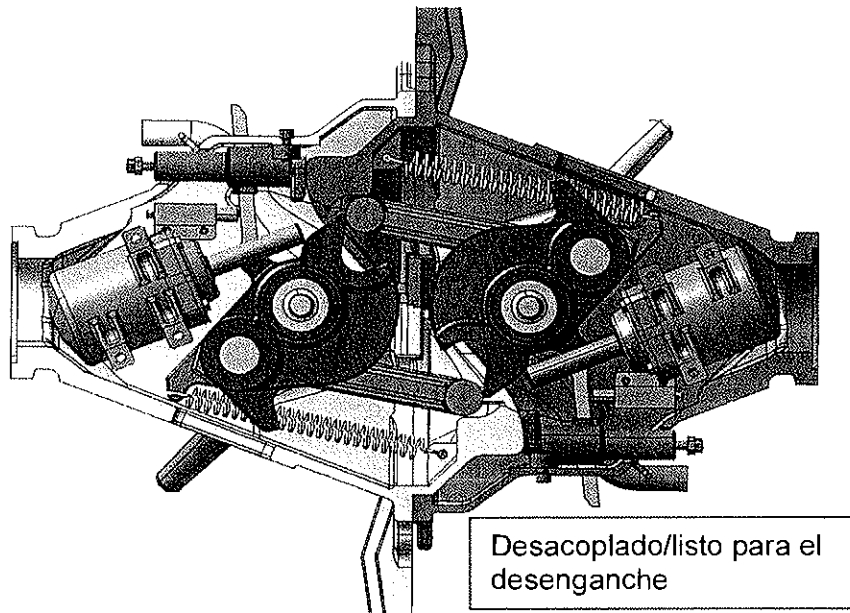
En posición de acoplamiento, los enlaces de enganche forman un paralelograma, que reparte de manera equitativa las fuerzas de tracción entre los dos enlaces de enganche. El mecanismo del paralelograma se caracteriza por ofrecer un funcionamiento sin errores, una elevada seguridad y un desgaste mínimo.



CONSORCIO [9301]
NUEVO METRO DE LIMA
REVISADO POR [Signature]

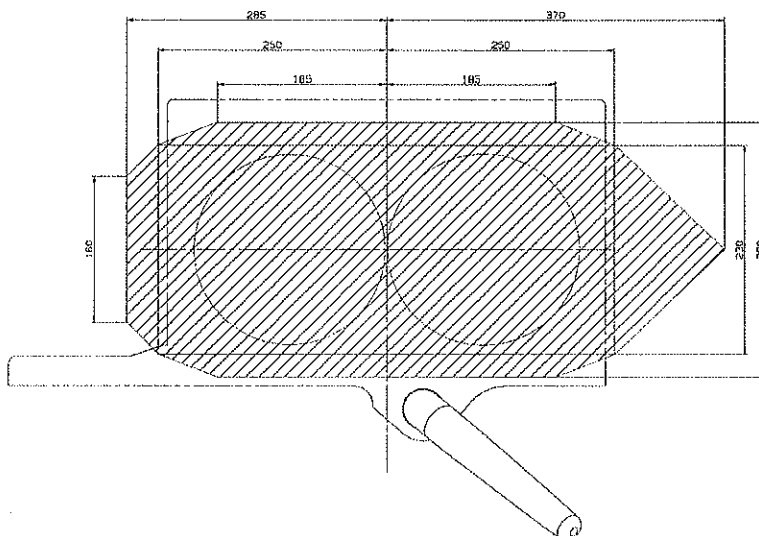
Para realizar el desacoplamiento automático, la válvula neumática de una de las cabinas conductor debe estar abierta. De esta manera se suministra aire hasta el cilindro de desacoplamiento de ambos acopladores, lo que hará girar simultáneamente ambos mecanismos de acoplamiento y forzará el desenganche. El aire llega hasta el acoplador opuesto mediante una conexión neumática instalada en la cara frontal del acoplador, lo que da lugar al desacoplamiento automático incluso con cargas de arrastre importantes.

Para realizar el desacoplamiento manual, es necesario girar la palanca de desacoplamiento de cualquiera de los acopladores para colocar el mecanismo de acoplamiento en la posición de desacoplamiento.

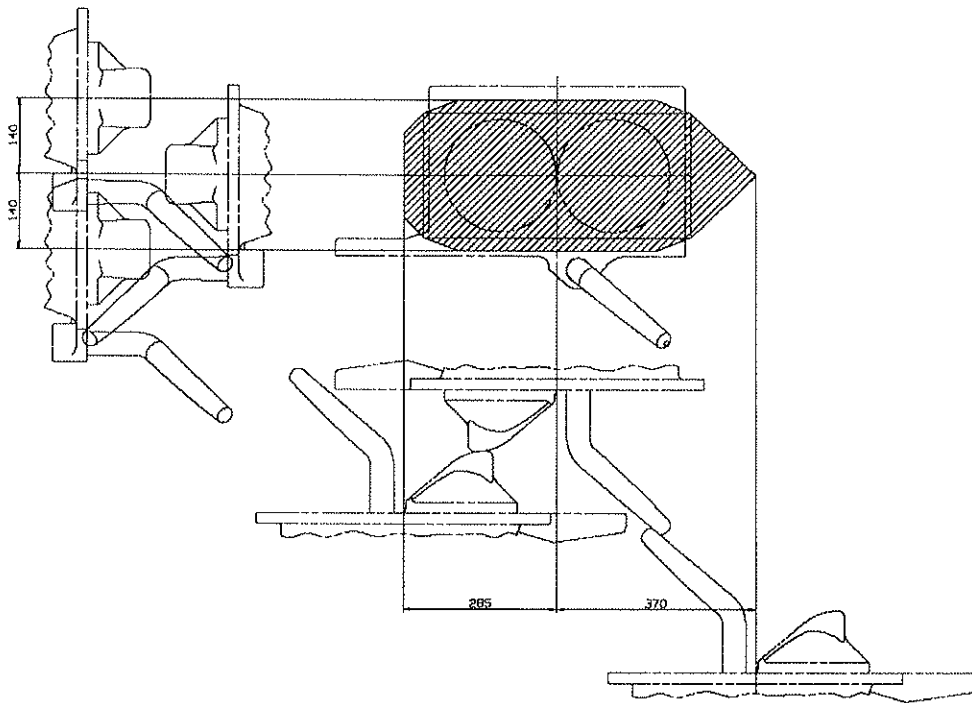


Se calcula que el tiempo de acoplamiento es de aproximadamente 1 segundo, mientras que el tiempo de desacoplamiento es de aproximadamente 3 segundos.

D.1.5.5.4 Rango de maniobra de la cabeza del acoplador

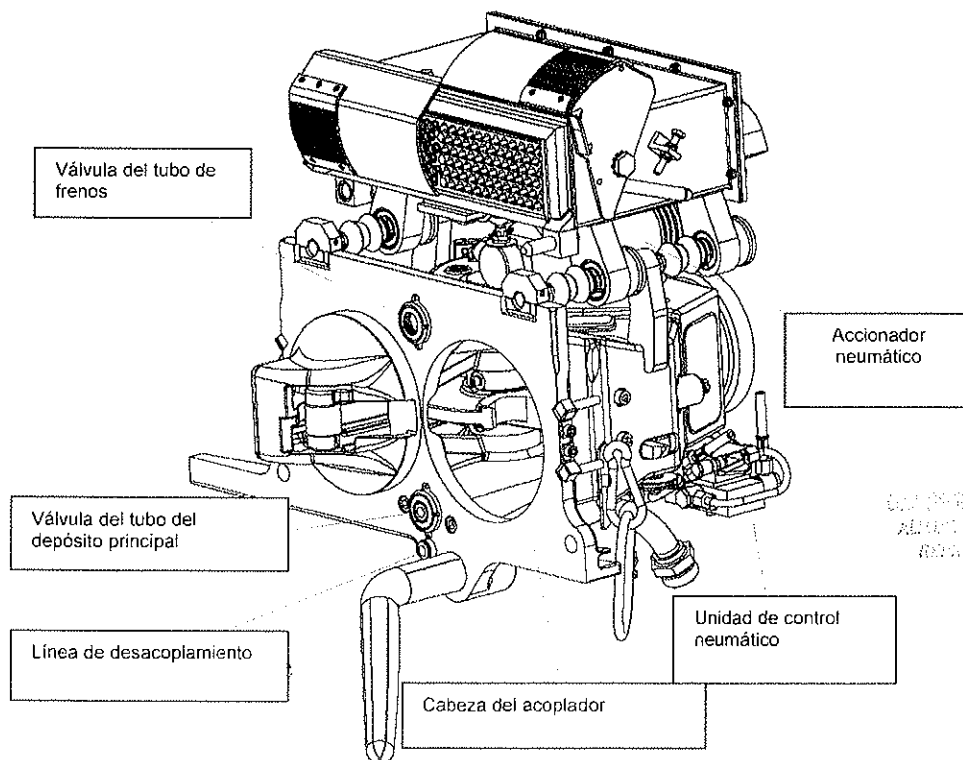


U.S. CONSORC [9302]
 ALMORCOSO, S.A.
 REPRESENTACIÓN



D.1.5.5 Conexiones neumáticas

La cabeza del acoplador incorpora enganches neumáticos para el tubo de frenos y el tubo del depósito principal. Estos enganches neumáticos se abren automáticamente cuando se produce el proceso de acoplamiento de la cabeza mecánica, y se cierran automáticamente cuando se termina el acoplamiento mecánico. Cuando se registra una separación accidental de trenes sin una señal de desacoplamiento o cuando se inicia un desacoplamiento manual, el tubo de frenos permanece abierto y da lugar a una parada de emergencia.



008893

Los acopladores de aire forman parte integral de la cabeza del acoplador y se encuentran en la cara del acoplador. El superior es la válvula de aire para la conexión del tubo de frenos. La curva de levas, situada en el perno principal del mecanismo de bloqueo mecánico, es la encargada de operar directamente esta válvula. La válvula del tubo de frenos permanece cerrada cuando el mecanismo de bloqueo mecánico se coloca en la posición de "preparado para el acoplamiento" o "desacoplado".

La unidad montada inferior incluye la válvula de aire que alimenta el tubo del depósito principal y la línea de desacoplamiento. Las boquillas de ambas válvulas se proyectan sobre la cara del acoplador y se presionan contra las boquillas de las válvulas emparejadas durante el acoplamiento. Este proceso genera un sello estanco para la conexión neumática y permite que el aire circule entre los vehículos.

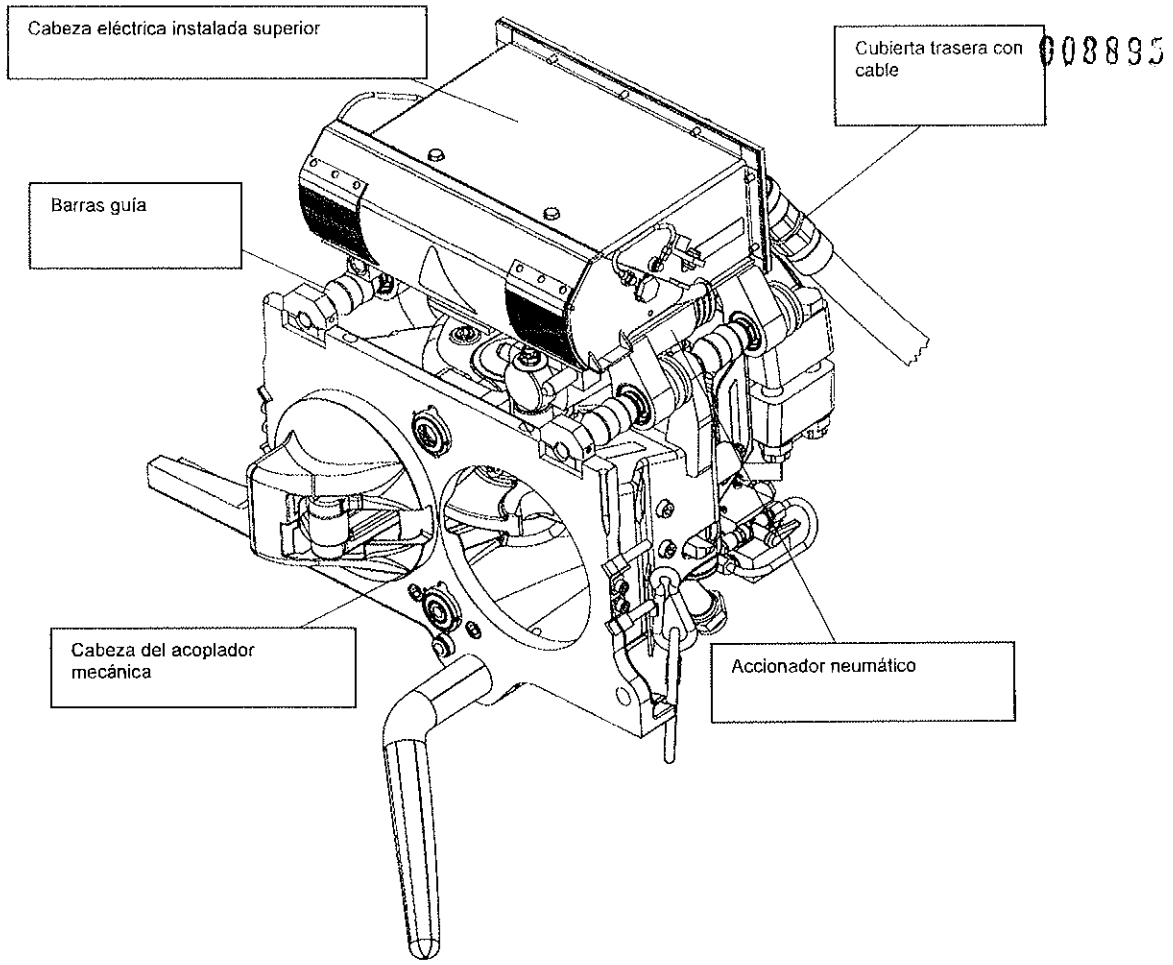
La línea de desacoplamiento únicamente conduce el aire durante el funcionamiento en posición de desacoplamiento. Si el tubo de desacoplamiento está presurizado, el cilindro de desacoplamiento se activará, y de manera paralela el cilindro de desacoplamiento del acoplador opuesto se activará por la presurización procedente del conector de desacoplamiento.

D.1.5.5.6 Acoplador eléctrico

El acoplador eléctrico instalado en la parte superior se utiliza para transmitir señales entre trenes. La cabeza eléctrica está equipada con casquillos flexibles y se encaja en dos barras guía.

Para garantizar un acoplamiento y desacoplamiento correctos incluso en invierno, la cabeza eléctrica está equipada con elementos calefactores.

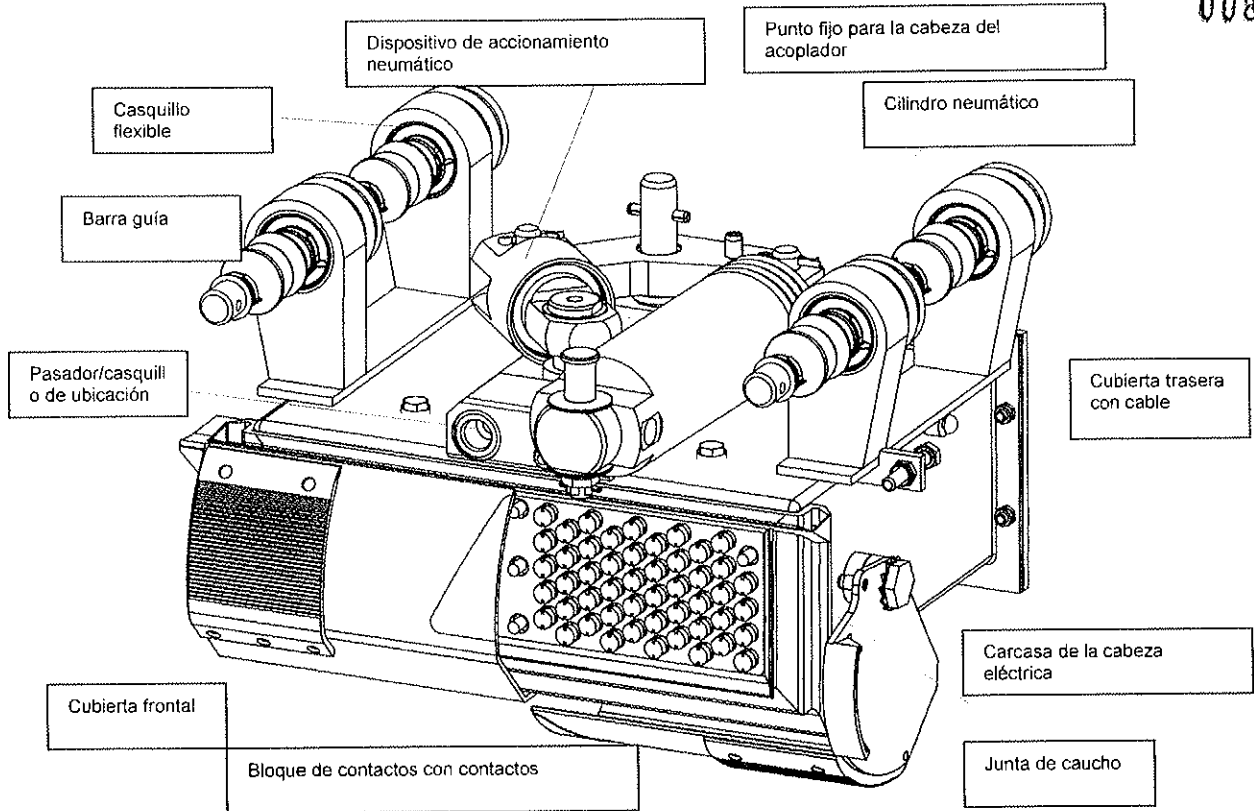
CONSORCIO [9304]
ALCALDÍA DEL METRO DE LIMA
NUEVO METRO DE LIMA



La cabeza eléctrica está equipada con dos contactos de 66 clavijas/enchufes y dos contactos para señales de 100 Mb/s. Por lo general, la cantidad exacta y el tipo de contactos proporcionados suele acordarse con el fabricante del coche. Estos contactos están instalados en un bloque de contactos fabricado a partir de un material con una buena resistencia mecánica, no higroscópico y altamente dieléctrico. Los contactos tienen puntas roscadas que facilitan su sustitución desde la parte frontal del bloque de contactos sin necesidad de interferir en el mazo de cables del interior de la cabeza eléctrica. En posición de desacoplamiento, los contactos están protegidos mediante una cubierta que se abre automáticamente cuando los acopladores se unen durante el acoplamiento para así exponer los contactos. En posición de desacoplamiento, la cubierta se cierra sobre una junta de goma que minimiza la entrada de humedad y contaminantes. La junta también coincide con la junta de los acopladores eléctricos opuestos para proporcionar una barrera contra la humedad en toda la zona de contacto durante el acoplamiento.

El acoplador incluye dos haces de cables con conectores rápidos en ambos extremos para realizar la conexión con los receptáculos de la superficie de cableado del coche. El proveedor adaptará la longitud de los cables y los tubos flexibles antes de la entrega. Por ello, las primeras unidades se suministrarán con una longitud superior a la necesaria que permitirá definir la longitud correcta tras la instalación.

Elaborado en Lima
 el 10 de mayo del 2011



Boceto de una cabeza eléctrica montada superior e inferior típica

Una vez que se ha realizado el acoplamiento mecánico, la unidad de control eléctrico y neumático recibe impulsos del interruptor de límite de la cabeza del acoplador y comienza a acumularse presión neumática procedente de la válvula del tubo del depósito principal. De manera simultánea, se suministra aire hasta el acoplador opuesto mediante una conexión neumática instalada en la cara frontal del acoplador. Los cilindros de ambos acopladores se extenderán y las cabezas eléctricas pasarán a una posición operativa y estarán preparadas para funcionar. Los acopladores eléctricos se retraen automáticamente cuando las cabezas del acoplador mecánicas pasan a la posición de desacoplamiento.

En caso de fallo eléctrico en los vehículos, será necesario desacoplar manualmente las cabezas. Para ello, el suministro de aire hasta la unidad de control neumático se cortará mediante una llave de aislamiento, y podrá procederse a mover las cabezas manualmente con una herramienta.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA



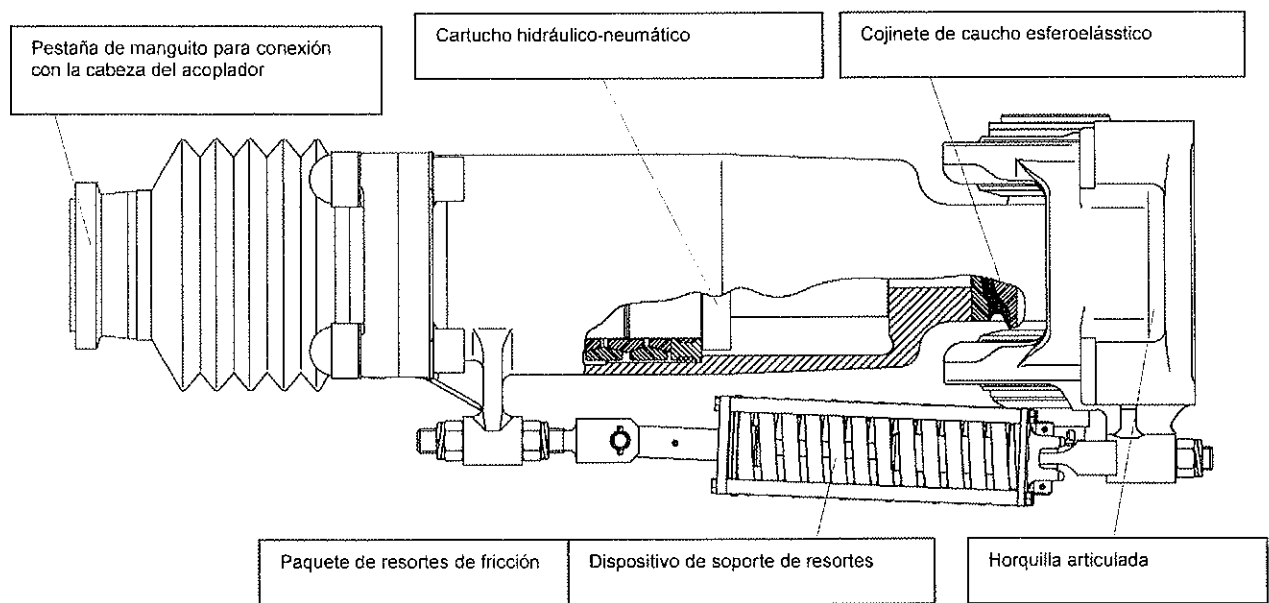
D.1.5.5.7 Dispositivo de absorción de energía con articulación

008897

El acoplador automático está equipado con un sistema de absorción de energía que reduce los posibles daños en el vehículo ocasionados durante el acoplamiento o tras un impacto.

Las cargas se transmiten a la estructura de la caja desde la conexión de la cabeza del acoplador mecánica a través de la unidad de tracción y la articulación, que incluye una horquilla, un perno central, una placa de unión central con un cojinete de caucho esferoelástico y un tubo de deformación con función de corte. En el interior de la articulación se encuentra el punto de referencia. El perno central es el encargado de mover en sentido horizontal el acoplador, mientras que la elasticidad del cojinete esferoelástico facilita los movimientos verticales y oscilantes.

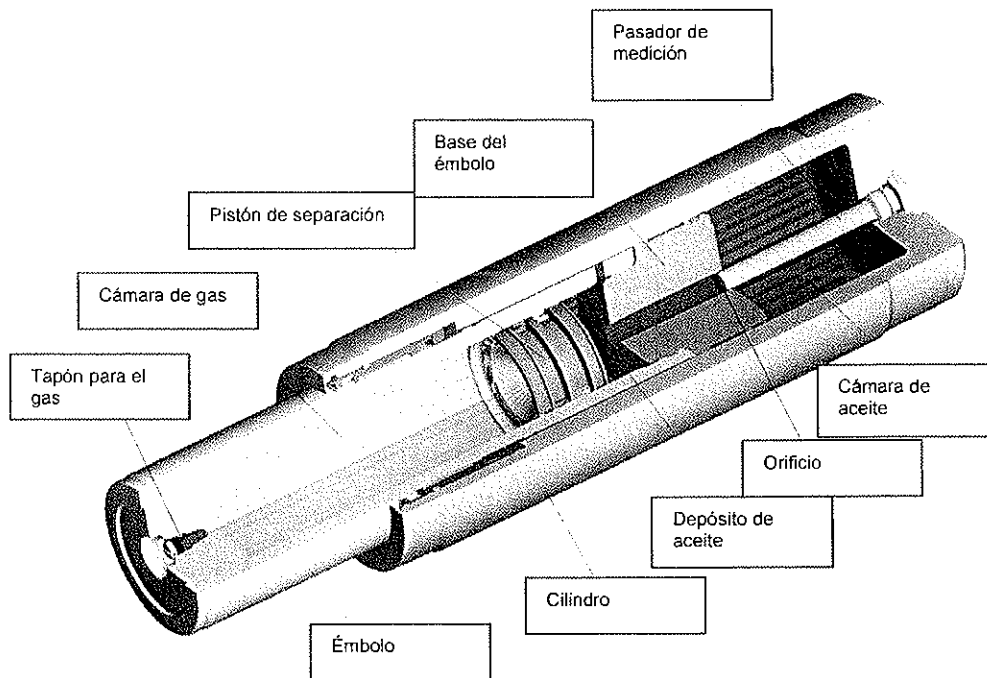
Los impactos de pequeña o moderada importancia, que se dan durante el funcionamiento normal en el momento de enganchar o frenar los trenes, se compensan mediante el sistema de absorción de energía regenerativa (el cartucho combinado de aceite y gas funciona en dirección de compresión y el resorte de fricción en dirección de tracción).



CONSORCIO 93071
NUEVO METRO DE LIMA
Instituto de Investigación y Promoción de la Inversión Privada

D.1.5.5.8 Principio de funcionamiento de la cápsula

008898



La sección transversal muestra la construcción sencilla y robusta de un amortiguador típico. Tal y como se ve en la ilustración, tras un impacto, el émbolo entra en el cilindro y empuja el aceite a través del orificio hasta el interior del émbolo. Esta transferencia de aceite hasta el émbolo desplaza el pistón de separación hacia el amortiguador y somete a más presión al nitrógeno previamente comprimido. El nitrógeno comprimido que actúa a través del pistón de separación sobre el aceite forma un resorte neumático que extiende el émbolo del amortiguador tras el impacto.

Cuando se fuerza el émbolo lentamente hacia el interior del cilindro, el aceite circula a través del orificio a una velocidad relativamente baja con una caída de presión mínima, lo que permite controlar la resistencia al cierre principalmente mediante la compresión del nitrógeno. Este mecanismo ofrece una amortiguación suave que absorbe los impactos a velocidades bajas con suavidad.

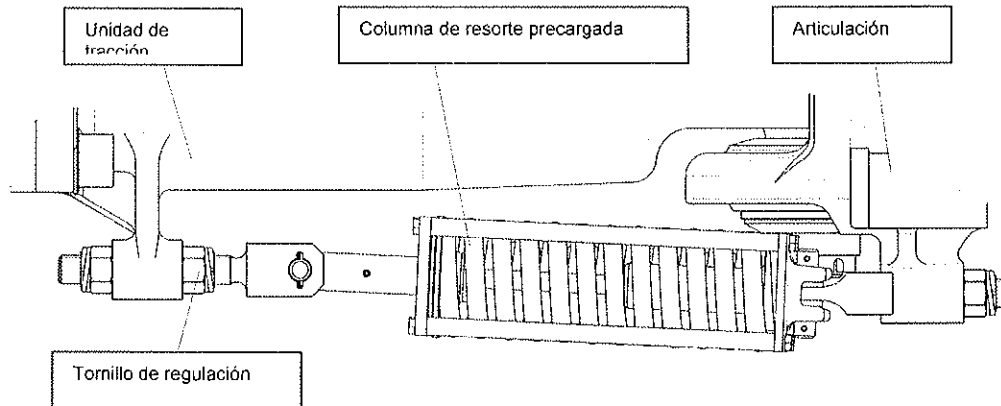
Cuando se fuerza el émbolo hasta el interior del cilindro rápidamente (por ejemplo, durante un impacto), el aceite desplazado por el émbolo debe pasar a través del orificio a gran velocidad. Esto eleva automáticamente la presión en la cámara de aceite hasta un nivel que optimiza la fuerza de cierre del amortiguador. Esta optimización garantiza que la energía del impacto se absorbe de manera uniforme a lo largo de la carrera del émbolo, minimizando así la fuerza de impacto.

El diseño del pasador de medición reduce progresivamente el área del orificio conforme se cierra el amortiguador. El contorno real del pasador de medición se calcula con precisión para proporcionar la mejor protección posible del material rodante, tanto con una carga ligera como en condiciones de carga máxima y a cualquier velocidad de impacto.

La mayor parte de la energía de impacto es absorbida por el amortiguador, y la escasa fuerza de retroceso restante se atenúa mediante el flujo inverso de aceite a través del orificio, lo que devuelve al vehículo impactante una energía y una fuerza de retroceso mínimas.

D.1.5.5.9 Dispositivo de soporte

Para garantizar la posición horizontal del acoplador, bajo éste se incorpora un dispositivo de soporte de resorte cuya función es soportar el acoplador en posición de desacoplamiento a lo largo del eje longitudinal. Asimismo, el dispositivo de soporte incorpora unos tornillos de regulación que permiten ajustar el acoplador en el plano vertical.



D.1.5.5.10 Dispositivo de corte

El acoplador automático está equipado con un dispositivo de corte que funciona como mecanismo de protección en caso de sobrecarga. Una vez que el dispositivo de absorción de energía regenerativa y no regenerativa se ha puesto en marcha, el acoplador se cortará. El dispositivo de corte está formado por cuatro casquillos con una abrazadera de corte definida y dos placas de montaje. El diseño de estos casquillos de corte permite cortar el acoplador cuando se registra una fuerza de activación predefinida durante una colisión importante.

Cuando se supera el intervalo de funcionamiento del sistema de absorción de energía regenerativa, se registra una fuerza de liberación definida y se alcanza el fin de carrera del tubo de deformación, el acoplador se cortará completamente y retrocederá libremente dejando que se accione el sistema antitelescopaje instalado.

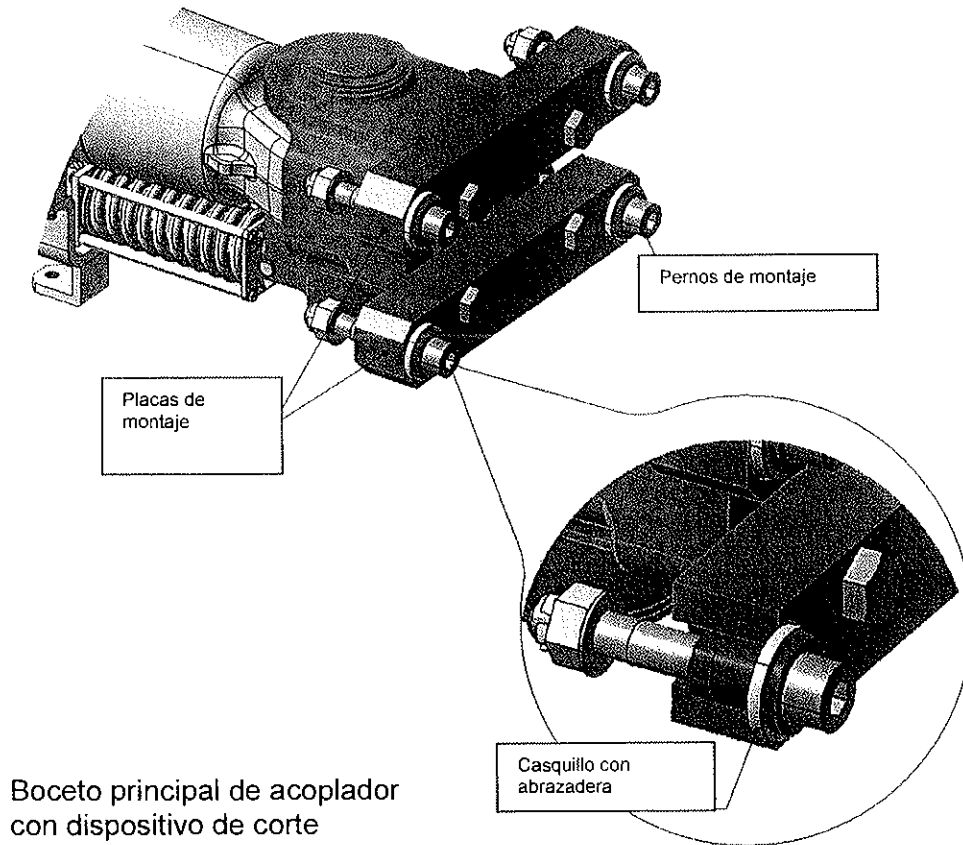
Para evitar que el acoplador caiga, es necesario instalar guías anticaída en la estructura de la caja (estas barras no entran en el alcance de suministro del FT).

Las placas de montaje del acoplador se conectan en la parte trasera del bastidor de la caja mediante cuatro pernos, casquillos de corte y arandelas. El acoplador se fija a las placas de montaje mediante cuatro pernos.

CONSORCIO [9309]
 NUEVO METRO DE LIMA
 RES. METRO DE LIMA

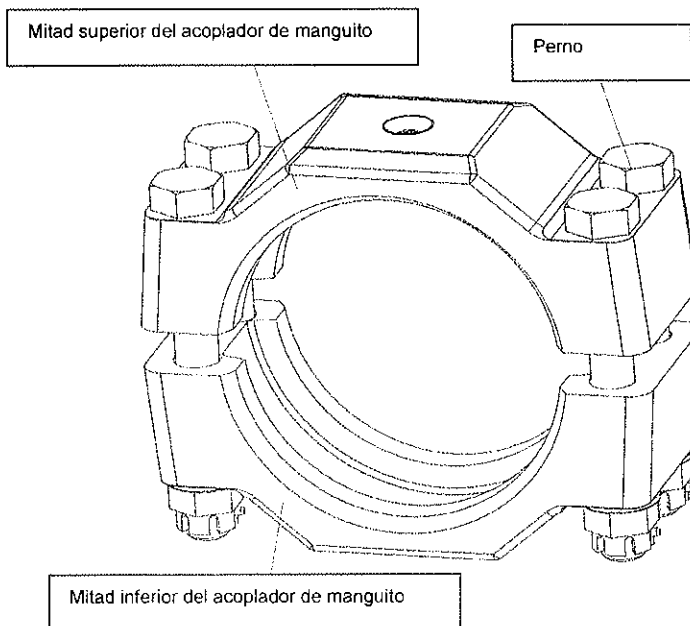


008900



Boceto principal de acoplador con dispositivo de corte

D.1.5.5.11 Acoplador de manguito



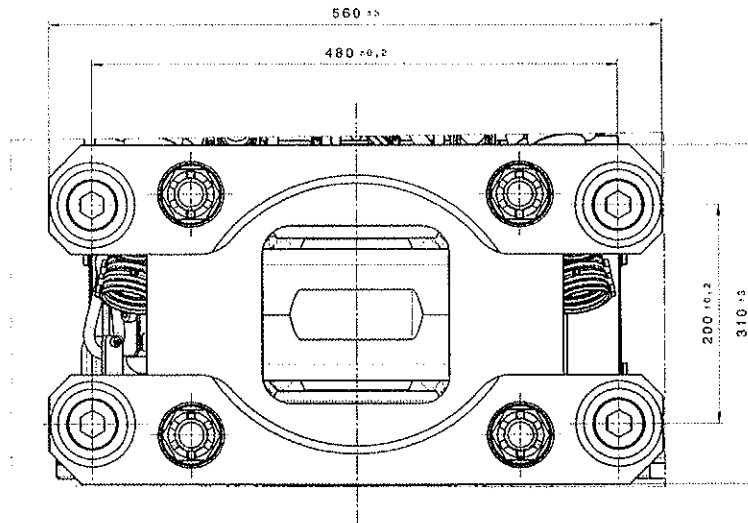
El acoplador de manguito conecta la cabeza del acoplador con la unidad de tracción y forma una unión rígida que permite transferir las fuerzas de tracción y compresión a lo largo del eje longitudinal del acoplador. Ambas mitades del acoplador de manguito se unen mediante dos pernos con un par definido.

CONSORCIO [9310]
NUEVO METRO DE LIMA
BOGOTÁ, COLOMBIA

008901

D.1.5.5.12 Interconexión con la caja

La articulación se conecta a las placas de montaje del acoplador de la caja mediante cuatro pernos. Tras montar el acoplador, compruebe que las tuercas y los pernos están correctamente apretados y que ninguna parte del acoplador presenta daños visibles.



D.1.5.5.13 Datos técnicos del acoplador automático

Capacidad:

Límite de tracción.....	1.000 kN
Límite de compresión.....	1.500 kN
Rango de desviación vertical.....	± 6°
Rango de desviación horizontal.....	± 20°

Dispositivo de absorción de energía:

Carrera (compresión).....	160 mm
Carrera (tensión).....	44 mm
Absorción de energía dinámica máx. (compresión).....	aprox. 167 kJ
Absorción de energía dinámica máx. (tracción).....	aprox. 15,5 kJ
Corte.....	1.800 kN

Presión de aire:

Tubo de frenos.....	5 bares
Tubo del depósito principal.....	8-10 bares
Tubo de desacoplamiento.....	8-10 bares

Dimensiones:

Distancia desde la parte frontal de la cara de emparejamiento del acoplador hasta el centro del punto de referencia.....	1.590 mm
--	----------

008902

Diagrama teórico: las curvas dependen de la velocidad de acoplamiento y de las masas de los coches implicados.

El título del diagrama es "diagrama teórico", ya que se trata de un gráfico idealizado en gran medida. Se indica la curva cuasiestática prevista, así como la capacidad dinámica máxima teórica de la cápsula de gas e hidráulica. La curva dinámica real depende fundamentalmente de la configuración del tren, de su masa y de la posición del acoplador en la configuración del tren durante un impacto.

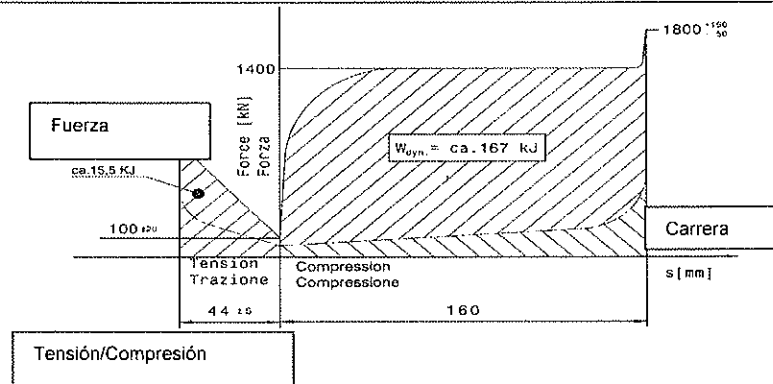


Diagrama de carrera de fuerza del acoplador automático

D.1.5.6 Sistema de diagnóstico computarizado

Cada tren está equipado con el sistema de diagnóstico ubicado a bordo (en los coches M1), el cual será de rápida y fácil accesibilidad de los operadores del mantenimiento o personal de emergencia. Todas las señalizaciones de diagnóstico serán disponibles en un monitor de interface especial, oportunamente protegida en el panel de conducción de modo manual, a bordo de los vehículos, para permitir las verificaciones y la búsqueda de fallas directa por el personal de mantenimiento o emergencia. Los fallas serán también enviados al Posto Central.

Registrador de Eventos de Cada tren está equipado con el registrador de eventos ("Caja Negra") y cumple con las normas internacionales vigentes.

Para obtener más información sobre los diagnósticos y los datos enviados a la PCO también consulte la sección D.1.7 de la propuesta técnica.

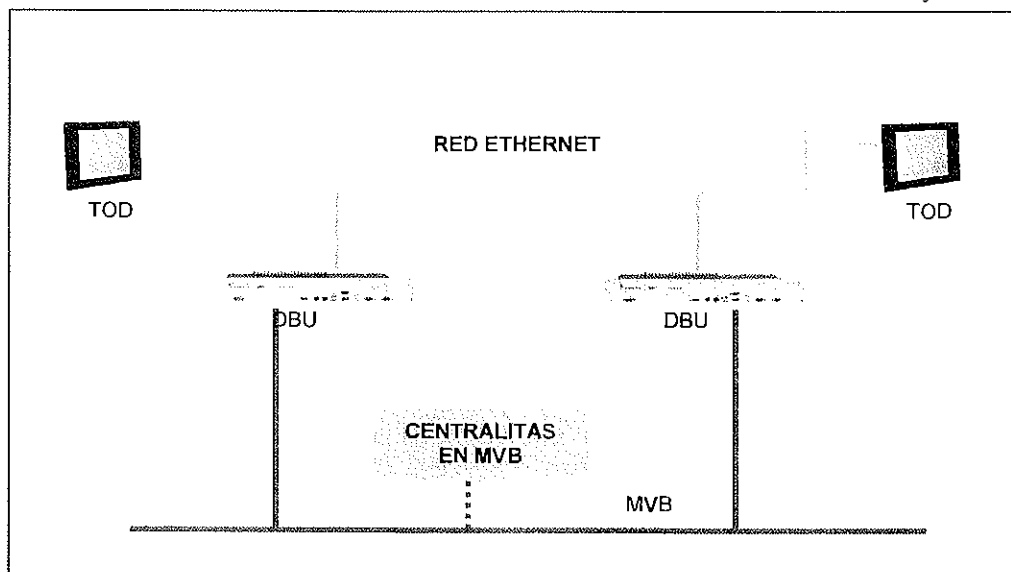
D.1.5.6.1 Introducción

El sistema de monitoreo y diagnóstico se basa en la arquitectura estándar "MDS-ETH" de AnsaldoBreda ya en uso en otros proyectos.

La arquitectura se caracteriza por una elevada integración entre el Sistema de Diagnóstico (MDS) y el Sistema de control del tren (TCS).

En el siguiente esquema se encuentra representada la configuración del sistema. Las centralitas SMC constituyen los servidores centrales del sistema de diagnóstico y están

constituidas por unidades de elaboración en formato rack 19" que se comunican con todas las centralitas de control de los varios subsistemas a través del bus MVB y del bus Ethernet.



Las centralitas DBU se comunican entre sí mediante el bus Ethernet y con las dos pantallas TOD (Train Operator Display) situadas en el pupitre que constituyen la interface hombre-máquina del sistema. Las TOD son pantallas táctiles provistas de interface Ethernet y regulación automática/manual de la luminosidad.

Mediante la TOD el maquinista/responsable del mantenimiento tiene todas las informaciones necesarias sobre el estado del vehículo y de sus varios subsistemas.

Las centralitas DBU están equipadas con dos puertos USB. A través de estas puertos es posible efectuar la transferencia veloz de datos, la configuración de las unidades y la actualización de los software.

El sistema de diagnóstico tiene dos modalidades de funcionamiento: la modalidad normal y la modalidad mantenimiento. La modalidad normal es la utilizada normalmente durante el ejercicio del vehículo por parte del maquinista. La modalidad mantenimiento se activa mediante la introducción de una contraseña en la TOD y permite acceder, al personal encargado, a muchas funciones adicionales.

CONSORCIO [9313] NUEVO METRO DE LIMA
008903

D.1.5.6.2 Funciones del sistema

D.1.5.6.2.1 Monitoreo estado de los sistemas y señalización averías

Todos los sistemas del vehículo están continuamente monitorizados a través de los bus MVB y Ethernet con el fin de detectar su modalidad operativa, eventuales fallas o funcionamientos anómalos.

El estado de los sistemas está representado gráficamente en la TOD en adecuadas pantallas. El detalle de las informaciones visualizadas será diferente según si el sistema está en modalidad normal o mantenimiento.

Típicos valores de estado que son detectadas y visualizadas mediante indicadores gráficos analógicos son: velocidad del vehículo, tensión de línea, tensión de batería, corriente de línea, corriente de batería, tensión de la línea MT, frecuencia de la línea MT, corriente de salida de la línea MT, potencia absorbida por las cargas BT y MT, temperatura externa, temperatura compartimento pasajeros, presión cilindros freno, corriente motor, distribución frenado entre electrodinámico/neumático, carga del vehículo etc.

Típicos valores de estado que son visualizados mediante indicadores gráficos digitales son: estado de las puertas, estado del interruptor extra rápido, estado del pantógrafo, mando tracción/frenado/coasting, modalidad operativa HVAC, estado abierto/cerrado de todos los contactores e interruptores de AT, MT y BT, estado de las líneas tren, estado del freno de estacionamiento, cabina habilitada, etc.

Todos los valores de estado gestionados por el sistema de diagnóstico están detallados en un documento "Catálogo datos" donde, para cada valor, se indican todas las informaciones relativas a la misma: nombre, fuente, descripción, factor de escala, codificación, etc.

Además del estado del vehículo, el sistema de diagnóstico detecta los eventos que se verifican. Los eventos se clasifican normalmente en las siguientes categorías:

CLASE A: fallas que requieren la retirada inmediata del vehículo de la línea.

CLASE B: fallas que requieren la retirada del vehículo de la línea al final de la ruta.

CLASE C: fallas que tienen un impacto sobre la conducta o sobre el funcionamiento del tren (y por lo tanto deben ser señaladas al personal de máquina) pero que no requieren la retirada del vehículo de la línea.

CLASE D: fallas que no tienen un impacto sobre la conducta o sobre el funcionamiento pero que requieren una intervención del personal de mantenimiento.

CLASE E: eventos genéricos útiles a efectos de intervenciones de reparación y de mantenimiento.

La clasificación de las fallas o eventos, de todos modos, se puede configurar según las específicas exigencias del proyecto.

Muchos eventos son detectados por una centralita de control de los varios sub-sistemas como por ejemplo una sobrecorriente o una sobretensión motor detectada por la centralita de control de la propulsión.

Otros eventos son detectados por el sistema de diagnóstico como por ejemplo una intervención de un interruptor magneto-térmico de BT, una incongruencia en la configuración del software de las centralitas o un problema de comunicación en los bus.

Eventos diagnósticos también son generados cuando, en base al monitoreo de los consumos energéticos, se detecta un consumo de energía anómalo.

Todos los eventos gestionados por el sistema de diagnóstico se encuentran detallados en un documento "Catálogo eventos" donde, para cada evento se indican todas las informaciones relativas al mismo: código, clase, sistema, descripción, guía para el maquinista, guía para el operador del mantenimiento, impacto en el ejercicio, etc.

Los eventos de clase A, B y C son visualizados por el maquinista junto a una guía sobre cómo actuar para solucionar el problema.

Los eventos de clase D y E no son visualizados por el maquinista pero son memorizados para ser consultados por el personal de mantenimiento. A través de estos eventos es posible hallar la LRU que es necesario sustituir o reparar.

En la fase de proyecto ejecutivo del vehículo nos asegura que todas las LRU sean diagnosticadas de manera que ninguna de ellas pueda averiarse sin que el sistema de diagnóstico detecte una avería.

D.1.5.6.2.2 Master clock de vehículo

El sistema de diagnóstico mantiene el reloj/calendario de referencia para todos los subsistemas a bordo vehículo. La fecha y la hora actuales se mantienen actualizadas incluso cuando se corta la alimentación al vehículo. Cuando el vehículo entra en cobertura Wi-Fi con el servidor FMMS de tierra se obtiene la sincronización automática del reloj de manera que nunca sea necesario actualizarla manualmente. También es posible configurar el sistema de diagnóstico para sincronizarse, en lugar que con el servidor de tierra, con la centralita ATP o con el dispositivo Event Recorder.

Evidentemente, en caso de necesidad, es posible efectuar mediante una adecuada pantalla, en modalidad mantenimiento, la configuración manual de la fecha/hora.

La fecha y hora actuales son distribuidas continuamente mediante los bus MVB y Ethernet a todas las centralitas del vehículo. Esto asegura que todas las memorizaciones efectuadas en los otros sistemas estén perfectamente alineadas.

D.1.5.6.2.3 Registración eventos de diagnóstico

El sistema de diagnóstico memoriza en memoria no volátil todos los eventos que detecta. La memorización se produce en modalidad cíclica de manera que, superando un número máximo de eventos gestionable por el sistema, los eventos más viejos son eliminados y sustituidos con esos más recientes. Esto asegura que el sistema continúe a registrar aunque durante un largo periodo los datos no hayan sido descargados y eliminados de la memoria.

Cuando se verifica un evento se memoriza, además de la fecha y la hora de la activación, también el estado del vehículo en términos de variables ambientales. Las variables ambientales son muestreadas en el instante de activación del evento y, adicionalmente, se efectúan ulteriores muestreos en una ventana temporal alrededor al instante del evento.

Normalmente se utiliza una ventana que inicia 5 segundos antes del instante de activación del evento y acaba 5 segundos después pero estos parámetros pueden ser configurados de modo diferenciado para cada evento.

En el interior de la ventana temporal los valores son muestreados con un paso de muestreo mínimo equivalente a 100ms. Esto permite, en fase de lectura de los datos, una reconstrucción cuidadosa de la evolución del estado del vehículo. El paso de muestreo con el que son memorizadas las variables ambientales pueden ser configurados de modo diferenciado para cada valor. De esta manera, valores con lenta variación como por ejemplo las temperaturas, la carga del vehículo, la posición GPS u odométrica del vehículo, etc. pueden ser memorizadas con pocas muestras (incluso una sola por evento) mientras que valores con variación rápida como la tensión de línea, velocidad, presión en los cilindros, mandos de tracción/frenado, estado de los contactores, etc. pueden ser muestreados más frecuentemente hasta una muestra cada 100ms.

El número de eventos memorizables en el sistema, antes de que inicie la reescritura cíclica con pérdida de los eventos viejos, será determinado en fase de proyecto ejecutivo pero cubrirá por lo menos 20 días de ejercicio.

El sistema está provisto de una función para el reconocimiento de los eventos "oscilantes" debidos a particulares mal funcionamientos intermitentes y continuos. En

estas circunstancias se suspende la memorización del evento que ha sido detectado oscilante de manera que no se sature la memoria a disposición con registros inútiles.

008906

Todos los eventos son memorizados en una base de datos que, una vez transmitida al ordenador, es en formato estándar y puede ser visualizada con los normales software Office.

D.1.5.6.2.4 Configuración parámetros para los subsistemas

Para los sistemas que lo tienen previsto, está disponible una expresa página para la configuración de parámetros específicos. Por ejemplo:

- Para la instalación HVAC es posible configurar la modalidad de funcionamiento y regular la temperatura en el intervalo de +/- 2°C respecto a la curva estándar de confort térmico.
- Para la instalación de propulsión y freno es posible insertar el diámetro ruedas de referencia.

D.1.5.6.2.5 Registración datos

Esta función permite la registración de particulares comportamientos del vehículo y es útil para el estudio de condiciones particulares de ejercicio. Es posible especificar una serie de condiciones de vehículo (trigger) que deben poner en marcha una registración de un set de variables ambientales.

Tanto los trigger como los valores que deben ser registrados, son configurables por el personal de mantenimiento. Los datos registrados son acumulados en una expresa base de datos en el interior del sistema de diagnóstico. El paso de muestreo mínimo de los valores es equivalente a 100ms. Las registraciones se pueden visualizar mediante las TOD o, una vez transmitidos al ordenador, mediante la herramienta AnsaldoBreda ATRterm o un software cualquiera de Office.

La configuración de la función de registración datos del sistema de diagnóstico puede ser efectuada transmitiendo al sistema un archivo de configuración. Este último, en el caso en que se utilice el sistema FMMS, puede ser transmitido automáticamente a los vehículos mediante la conexión Wi-Fi.

D.1.5.6.2.6 Ejecución de test automáticos en los subsistemas

El sistema de diagnóstico, en modalidad mantenimiento, permite abrir unos test sobre los sistemas principales. En concreto es posible efectuar:

- El test del sistema freno.
- El test del freno de las puertas.

D.1.5.6.2.7 Contadores de ejercicio

El sistema de diagnóstico gestiona, en automático, una serie de contadores que monitorean el ejercicio de los vehículos y que pueden ser consultados para efectuar operaciones de mantenimiento cuando se alcanzan determinados valores. Todos los contadores pueden ser visualizados en expresas pantallas, sus valores son memorizados en una expresa base de datos y transmitidos a tierra para el análisis sobre la flota.

A continuación se indican los principales parámetros contados por el sistema de diagnóstico:

- Kilómetros recorridos por el vehículo desde el inicio de su vida.
- Energía absorbida y recuperada en línea por el sistema de propulsión.

- Energía absorbida por los sistemas auxiliares.
- Energía absorbida por la instalación de climatización.
- Horas de funcionamiento de los principales sistemas del vehículo.
- Número de maniobras de los principales órganos electromecánicos.
- Número de frenadas de emergencia.

Las computaciones se efectúan en relación a la posición y a la velocidad del vehículo e incluyen la registración de la energía consumida cuando el vehículo está estacionado.

Los datos registrados son descargados a tierra mediante la conexión Wi-Fi y luego pueden ser analizados.

D.1.5.6.2.8 Configuración display

Los mensajes que deben visualizarse en los display a led tanto externos como internos están controlados por una expresa página disponible en la TOD. Desde esta interface el maquinista puede seleccionar la línea, la dirección, elegir uno de entre los mensajes ya preparados o escribir un mensaje mediante el teclado. El mensaje escrito de esta forma puede ser memorizado para una sucesiva utilización.

D.1.5.6.2.9 Gestión versiones software

Esta función monitoriza todas las centralitas del vehículo que están equipadas con software y detecta las actualizaciones. Cada modificación de la secuencia de versión es anotada en una expresa base de datos con la indicación de la fecha y de la hora. Estas informaciones son útiles, sobre todo en las fases de puesta en servicio de los vehículos, para asociar comportamientos y eventos registrados en los vehículos con el estado de los software.

La función además genera un evento de vehículo fuera de configuración cuando se detecta una versión software errónea en una centralita. Esto permite que el personal de mantenimiento siempre esté seguro que toda la flota de vehículos está en configuración.

La base de datos de las versiones software detectadas en el vehículo es transmitida a tierra para la gestión de los datos.

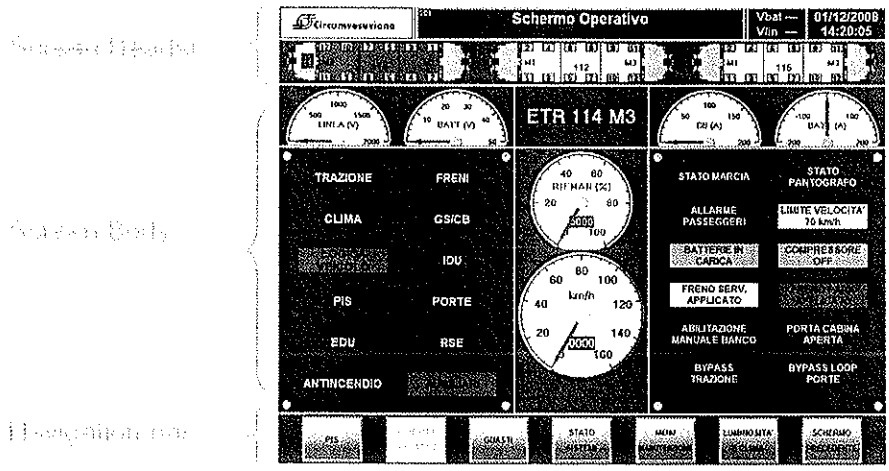
D.1.5.6.3 Interface hombre-máquina

Todas las funciones del sistema de diagnóstico son accesibles por las TOD de ambas cabinas. Las informaciones se presentan en forma diversa según si el sistema está en modalidad normal (maquinista) o en modalidad mantenimiento para no distraer al personal de conducción y no confundirlo con excesivos detalles.

Una típica pantalla presentada al maquinista se puede ver en la siguiente figura en la que son visibles las tres zonas principales en la que está dividida la pantalla:

CONSORCIO [93171]
NUEVO METRO DE LIMA
REPARTICIÓN MUNICIPAL

008308



D.1.5.6.3.1 Screen header

La sección "screen header" siempre es visible en todas las pantallas y contiene en la parte superior:

- La imagen gráfica del logotipo ATM a la izquierda
- La identificación y el título de la pantalla actual al centro
- Tensión de línea y tensión de batería a la derecha
- Fecha y hora en el extremo superior derecho.

En la parte inferior se encuentra reproducida la representación gráfica de todo el convoy, tal como se muestra a continuación:



El vehículo está representado como un rectángulo con dos cabinas de color gris. La cabina habilitada es de color verde, mientras que un triángulo rojo o amarillo indica la dirección del tren.

Las puertas están representadas cada una por un rectángulo con un número que las identifica. El color indica su estado. En concreto:

- Verde: puerta cerrada y bloqueada.
- Amarillo: puerta abierta
- Marrón: puerta fuera de servicio
- Intermitente: puerta averiada (en tal caso el color sigue indicando también uno de los otros estados)
- Gris: estado desconocido

Si el interruptor extra rápido está abierto una pequeña representación gráfica parpadea en la zona central del vehículo. A la izquierda de cada vehículo está representado el estado del pantógrafo, de color verde bajado y de color rojo subido.

Por último el color del triángulo central, indica el estado del vehículo. En concreto:

- Blanco: vehículo OK
- Rojo: avería hallada en el vehículo
- Amarillo: todas las averías halladas en el vehículo han sido etiquetadas como "vistas"

D.1.5.6.3.2 Navigation bar

Esta sección siempre está presente en la parte inferior de cada pantalla. Contiene los pulsadores utilizados para la navegación en el sistema MDS. Los primeros pulsadores se utilizan para acceder respectivamente a las secciones PIS, pantalla operativa, averías, estado sistemas, modalidad mantenimiento / menú Configuraciones, Luminosidad / Clima.

El último pulsador a la derecha se utiliza para regresar a la pantalla anteriormente visualizada.

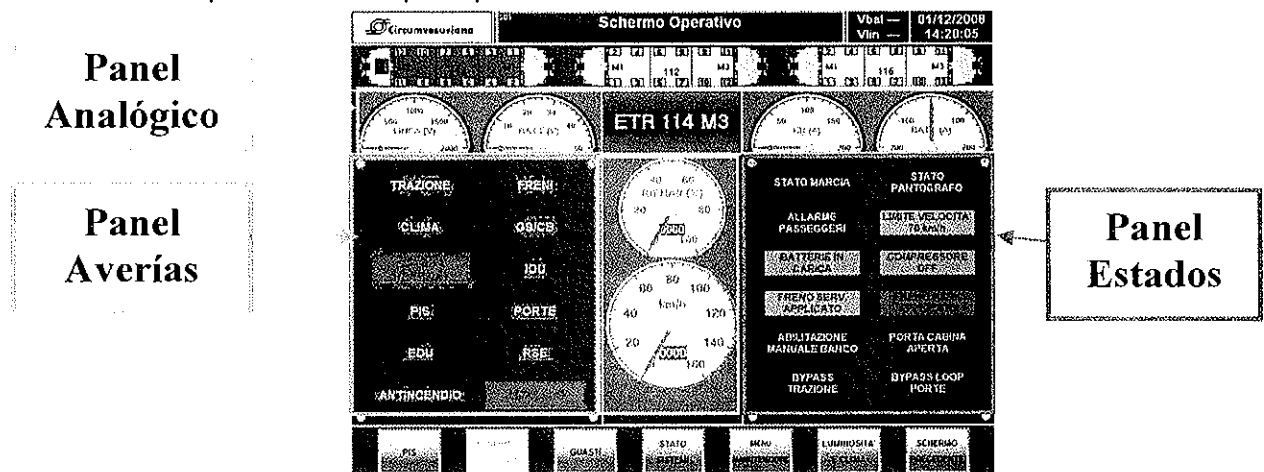
D.1.5.6.3.3 Screen body

La zona central de la pantalla se llama screen body y es diferente para cada pantalla. Contiene datos relativos a la actual pantalla seleccionada. Cuando una nueva pantalla es seleccionada y visualizada, el título de identificación se actualiza en la zona del encabezamiento.

A continuación se describen algunas pantallas del sistema con la finalidad de tener una idea sobre cómo se presentan las informaciones al maquinista.

D.1.5.6.3.4 Pantalla Operativa

Está constituida por tres zonas principales:



El "Panel Analógico", en forma de T, muestra el número de identificación del vehículo en la zona central y en las restantes partes contiene las informaciones analógicas más importantes, visualizadas mediante indicadores analógicos como por ejemplo: tensión de línea (V), corriente de línea (A), corriente de batería (A), corriente de cargador de batería (A), referencia Manettino (%), velocidad (km/h) etc.

El "Panel Averías" muestra informaciones relativas al estado de los sistemas del tren. En concreto están presentes los nombres de los principales sistemas tren y si un nombre de un sistema pasa a ser de color rojo (naranja o amarillo según la gravedad de la avería), esto indica que se ha detectado una avería. Para descubrir a qué vehículo y a qué subsistema se refiere, es posible pulsar sobre el nombre del sistema averiado. Esto nos permitirá acceder a la pantalla "Averías". Si por el contrario el sistema no está averiado, pulsando sobre el nombre del sistema se accede a la pantalla "Estado Sistemas".

El "Panel Estados" muestra informaciones relativas a los estados del tren. Como por ejemplo: Estado marcha, Límite de velocidad activo, estado frenos de servicio, estado frenos de

estacionamiento, etc. Cada cambio de estado está evidenciado tanto por un cambio de color como por un cambio textual.

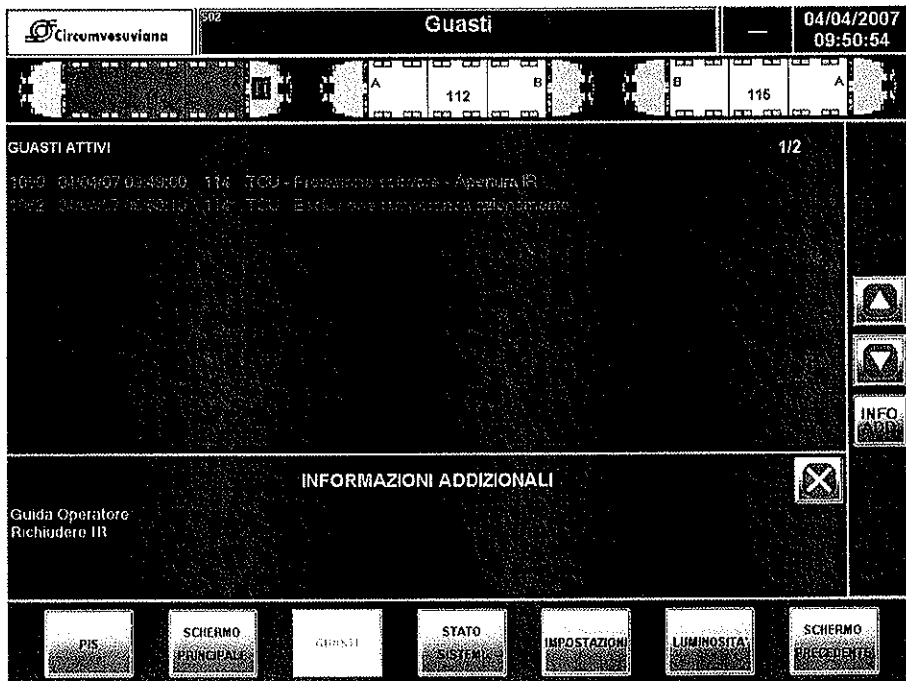
008910

D.1.5.6.3.5 Pantalla Averías

Esta pantalla muestra la lista de las averías activas. Cuando una avería es detectada por la aplicación, el sistema emite una señal acústica (un bip) y la lista se actualiza en tiempo real con el añadido de la descripción de la avería detectada.

El operador puede seleccionar una particular avería en la lista simplemente pulsando las teclas de dirección presentes a la derecha de la pantalla. Para cada avería activa se visualiza: Código, Fecha y hora detección, Nombre del sistema, Descripción de la avería. Informaciones adicionales sobre la avería seleccionada están disponibles pulsando un pulsador "INFO ADD".

Esto permite visualizar un panel en la parte inferior de la pantalla en la que están contenidas informaciones sobre las eventuales acciones a ejecutar. Desde aquí es posible acceder a los manuales electrónicos integrados en el sistema.

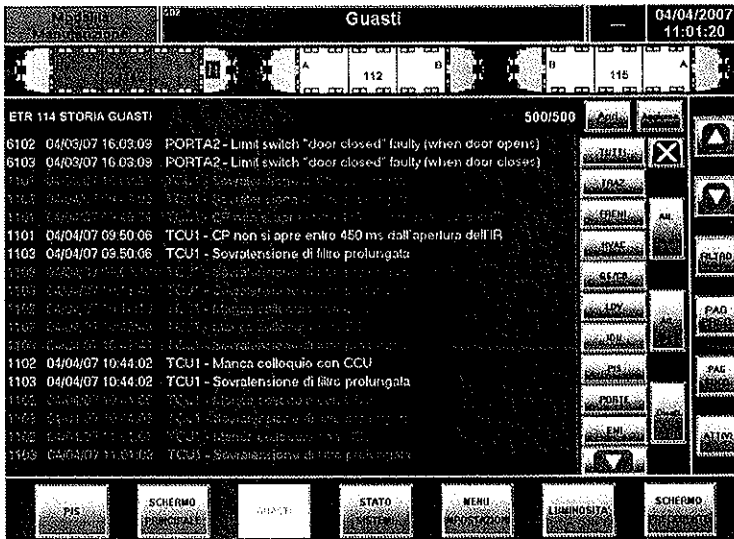


D.1.5.6.3.6 Pantalla archivo histórico averías

En esta pantalla, disponible sólo en modalidad mantenimiento, es posible visualizar la historia de las averías que se produjeron en el vehículo.

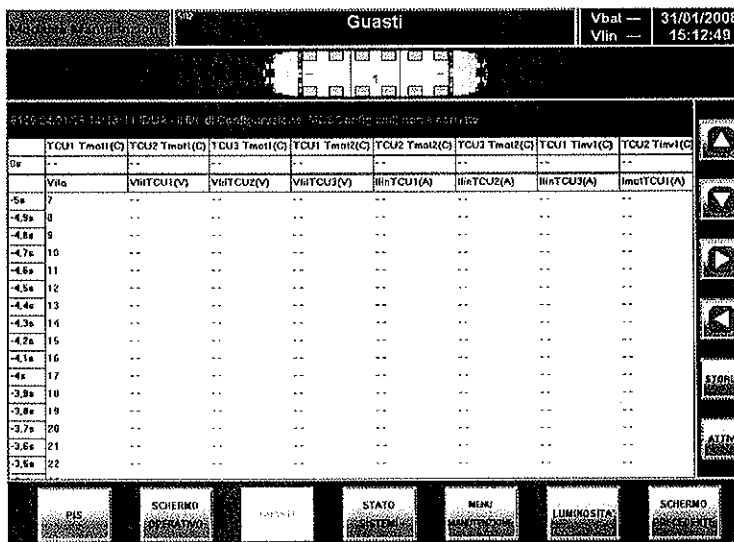
CONSORCIO [9320]
NUEVO METRO DE LIMA

008911



A la derecha están disponibles nuevos pulsadores que permiten filtrar las averías memorizadas por sistema o acceder a las informaciones detalladas de una avería.

Esto permite abrir una nueva pantalla con nuevos pulsadores, donde se visualiza una gran matriz que tiene a la izquierda una escala temporal y en la parte superior un set de señales. En el centro están presentes los valores de las señales muestreadas cada 100ms. Un ejemplo se muestra a continuación.



D.1.5.6.3.7 Pantalla I/O digitales

Esta pantalla, disponible sólo en modalidad mantenimiento, muestra el estado de los canales digitales I/O de la UDT local. Un ejemplo se muestra a continuación:

CONSORCIO [9321]
 ALPOM S.A. - ALPOM S.A. S.R.L.
 RESPONSA TECNICA LOCAL

008912

Manutenzione MONITOR - I/O Digitali Vbat: 01/02/2008 Vlin: 09:38:49

	CCU												LCU											
	001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012	001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012
INFORMAZIONI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MONITOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SISTEMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UTILITA'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MODALITA' MANUTENZIONE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

D.1.5.6.3.8 Pantalla contadores

Esta pantalla, disponible sólo en modalidad mantenimiento, muestra el estado de los contadores.

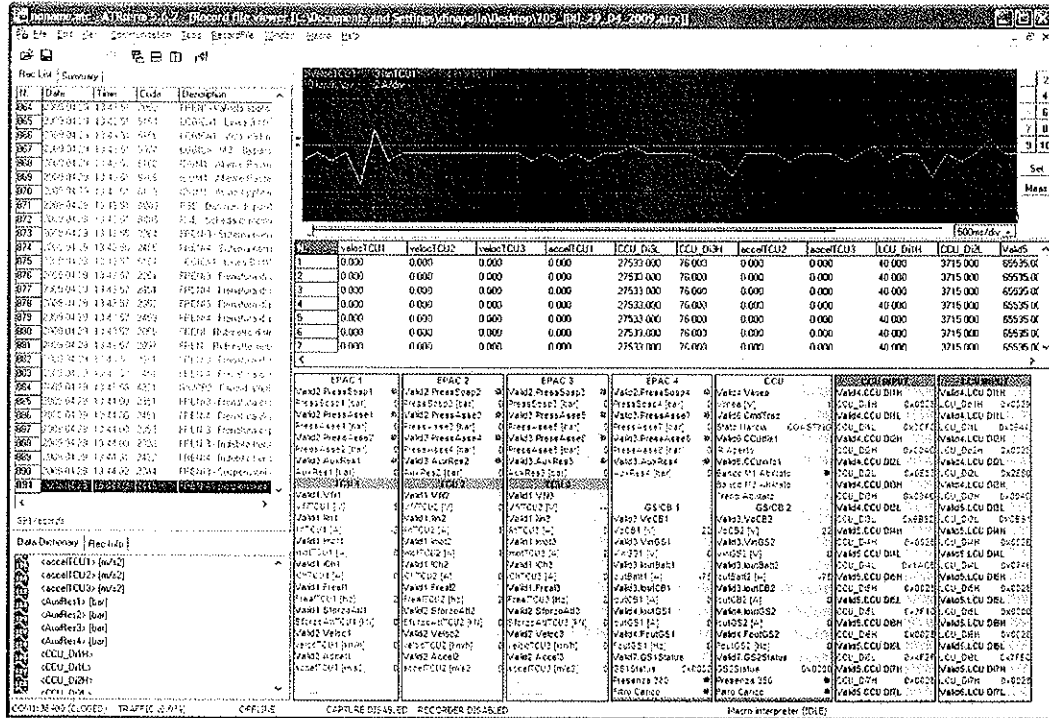
Manutenzione MONITOR - Contatori Vbat: 29/08/2008 Vlin: 15:05:26

	CONTATORI		UNITA'
	PARZIALE	TOTALE	
TOU 1 - ENERGIA ASSORBITA	00	00	kWh
TOU 1 - ENERGIA RESTITUITA	00	00	kWh
TOU 2 - ENERGIA ASSORBITA	00	00	kWh
TOU 2 - ENERGIA RESTITUITA	00	00	kWh
TOU 3 - ENERGIA ASSORBITA	00	00	kWh
TOU 3 - ENERGIA RESTITUITA	00	00	kWh
GG 1 - ENERGIA ASSORBITA	00	00	kWh
GG 1 - ENERGIA RESTITUITA	00	00	kWh
GG 2 - ENERGIA ASSORBITA	00	00	kWh
GG 2 - ENERGIA RESTITUITA	00	00	kWh
GG 3 - ENERGIA ASSORBITA	00	00	kWh
GG 3 - ENERGIA RESTITUITA	00	00	kWh
EDU - ENERGIA RESTITUITA	00	00	kWh
DU - TEMPO DI FORTIZZAMENTO	0	232	min
RIS - RIMBORSI	0	0	€

D.1.5.6.4 Herramienta para la visualización de las registraciones de diagnósticos (ATRterm)

Una vez transmitidos al ordenador, la base de datos de diagnóstico se puede abrir utilizando la herramienta AnsaldoBreda, ATRterm. La siguiente figura muestra un ejemplo. Los archivos son en formato de texto y pueden visualizarse con cualquier otro programa. La herramienta permite desplazarse por todos los eventos registrados y, para cada uno de ellos, visualizar los valores de las variables ambientales en la ventana temporal entorno al instante del evento.

008913



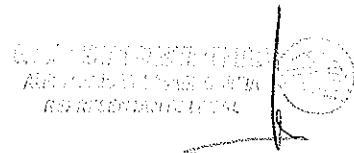
D.1.5.7 Sistema de Señalización a bordo de los trenes

D.1.5.7.1 Controlador del vehículo – Carborne Controller (CC)

D.1.5.7.1.1 Funciones típicas del Controlador del Vehículo (CC)

Las funciones del vehículo ATP/ATO son:

- Activación/desactivación de las funciones de mando y supervisión
- Tests de partida
- Modos de conducción
- Localización a bordo (velocidad vital del vehículo y determinación de su posición)
- Gestión del modo control
- Protección contra colisiones
 - Determinación de obstáculos fijos y móviles
 - Detecta y controla el desplazamiento en marcha inversa
 - Supervisa la recuperación del sobretracción
- Protección contra sobrevelocidad
 - Supervisión vital de la velocidad
 - Supervisión no vital de la velocidad
 - Mando de freno de emergencia por motivos vitales
 - Mando de freno de servicio por motivos no vitales
 - Control de inmovilización del tren
- Supervisión de parada en estación y control de puertas
 - Gestión de la alineación garantizada del tren en el andén
 - Determinación del lado de apertura de las puertas
 - Autorización de apertura de puertas y partida del tren
 - Ordenar el movimiento de las puertas
- Controlar el desplazamiento del tren
 - Adquisición de misión
 - Elaboración del perfil de velocidad establecido
 - Conducción automática
 - Funciones específicas de la conducción AUTOMÁTICA



- Emergencia
 - Supervisión de alarma de evacuación de pasajeros
- Interfaz con el conductor

008914

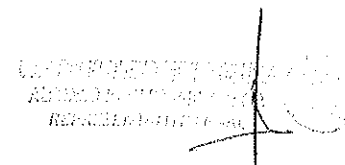
D.1.5.7.1.2 Arquitectura general del controlador del vehículo CC

Cada tren está equipado con un sistema completo ATP/ATO que comprende 2 bloques principales así como de unos equipos periféricos:

- El bloque de computación está compuesto por :
 - Una plataforma de procesamiento ATP/ATO 2de3 que consiste en 3 tarjetas CCTE (sistema de alta disponibilidad):
 - Una computadora para la protección automática del tren (ATP), responsable de las funciones críticas de seguridad
 - Una computadora redundante para el funcionamiento automático del tren (ATO) responsable del funcionamiento automático del tren entre las estaciones que incluye todas las funcionalidades e interfaces no vitales del vehículo (TOD) y la interfaz con el sistema de Propulsión/Freno/Puertas (P/B/D).
 - Un módulo de interfaz TIB dependiente del material rodante
 - Una tarjeta PMC responsable de la comunicación con el sistema de radio móvil, comunicación a bordo Ethernet, entrada del sensor de velocidad y mantenimiento ATP/ATO
 - Una tarjeta de taquímetro, responsable de la entrada de velocidad y aceleración
 - Una tarjeta extensora (SE) para conmutar y extender la red redundante a bordo
- El bloque de interfaz E/S está compuesto por
 - Los módulos MTOR, responsables de gestionar las E/S vitales y no vitales
 - Tarjetas de seguridad y relés no vitales para las interfaces con el material rodante
- Equipos periféricos:
 - Interfaz operador de vehículo TOD
 - Radio móvil
 - Sensor de velocidad
 - Tacogeneradores para la medición de la rotación de las ruedas
 - Sensores de tipo acelerómetro para medir la aceleración
 - Módulos del lector de balizas para determinar la posición del tren
 - Módulos de suministro de energía

El CC interactúa con los sensores de velocidad/desplazamiento y los lectores de balizas para determinar la posición del tren. La pantalla del operador del tren (TOD) interactúa con el CC para mostrarle al conductor la información de conducción en modo manual, el estado del equipo y las alarmas.

La Figura 1 muestra el diagrama funcional de bloques del CC.


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
 RECEBIDA EN EL REGISTRO

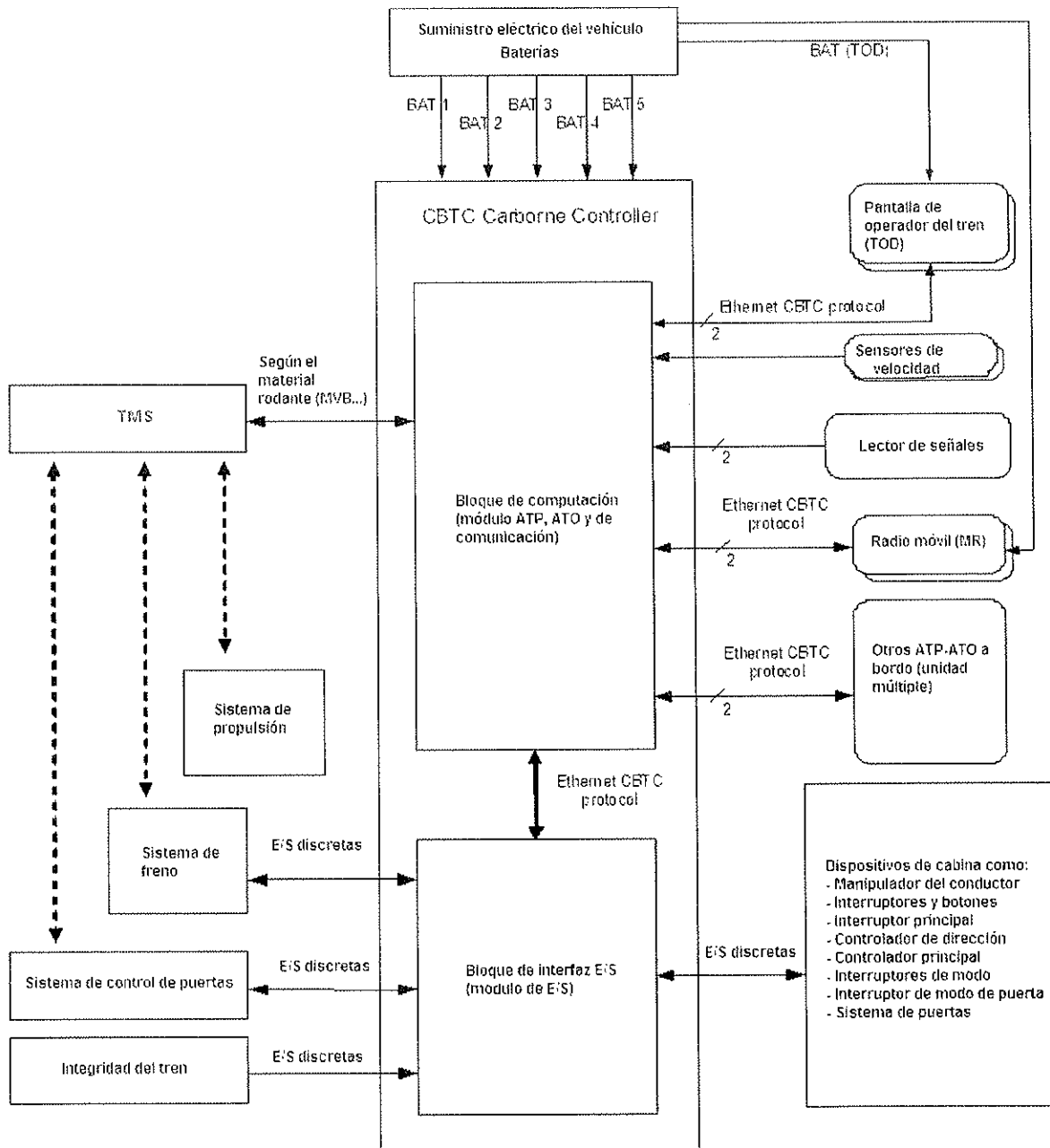


Figura 1: Diagrama funcional de bloques del controlador del vehículo

D.1.5.7.1.3 Descripción del bloque de computación

D.1.5.7.1.3.1 Diseño del CC

La función del CC es controlar el tren. El CC consiste en un módulo ATP, un módulo ATO, un módulo E/S y un módulo de comunicación que gestionan dicho control. Los diferentes niveles son: protección/seguridad del tren, disponibilidad/operación del tren, control de funcionalidad del material rodante y gestión de la línea del tren a través de la comunicación por medio de equipos de vía. El módulo ATP es el más seguro, ya que su tarea es monitorear el comportamiento del tren y detenerlo de manera segura en caso de que no respete los requerimientos de seguridad que se le aplican. Para el sistema CBTC, el ATP gestiona un sistema de procesamiento de datos redundante y un sistema de voto.

Esta plataforma se conoce como sistema 2de3. Hay tres tarjetas de control que procesan la información relacionada con la seguridad específica, comparten la

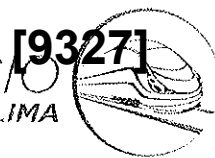
información entre las tres, realizan cálculos independientes sobre los datos y deciden sobre el resultado. Si dos o tres de las tres unidades de procesamiento independientes están de acuerdo, el resultado puede continuar fuera del equipo. Éste es el primer nivel de seguridad en el diseño CBTC. La figura 2 muestra una imagen del primer nivel del sistema 2de3.

Las unidades de procesamiento se denominan CCTE. Cada CCTE tiene cuatro procesadores: una computadora de aplicación (APP), una computadora de voto (VO), una computadora de intercambio de memoria (ME) y una computadora de acoplamiento (CPL). La aplicación gestiona la funcionalidad ATP. La computadora de voto gestiona el control de los resultados de los datos de aplicación. El intercambio de memoria gestiona el uso compartido de los datos. En el desarrollo de CBTC, la computadora de acoplamiento se utilizará para gestionar la funcionalidad ATO.

Además, cada CCTE puede aceptar dos tarjetas mezzanine (intermedias): un módulo PMC y un módulo TACH. Los módulos PMC conecta el mundo externo con las CCTE. Su principal función es coordinar la comunicación con el equipo de vía y algunos equipos a bordo a través de dos redes Ethernet. El módulo PMC y el módulo TACH gestionan la entrada del sensor al CCTE (utilizadas por ATP y ATO). La función principal del módulo TACH es reunir y almacenar los datos del sensor de velocidad utilizados para calcular velocidad y posición.

Es interesante observar que, en la figura 2, los bloques VO y CPL no se utilizan en una de las CCTE. Dado que hay voto redundante para disponibilidad, no hay razón para que haya un tercer votante. Como las CCTE intercambian toda la información a través del bloque de intercambio de memoria, no hay razón para la complejidad extra de una tercera interfaz E/S. Por este motivo, tampoco se utiliza el PMC en la tercera CCTE para la comunicación de redes. El tercer PMC sólo se utilizará para las tareas de mantenimiento y gestiona otras características de diagnóstico. Sin embargo, el módulo TACH sí permanece totalmente funcional.

[Handwritten signature and stamp]



008917

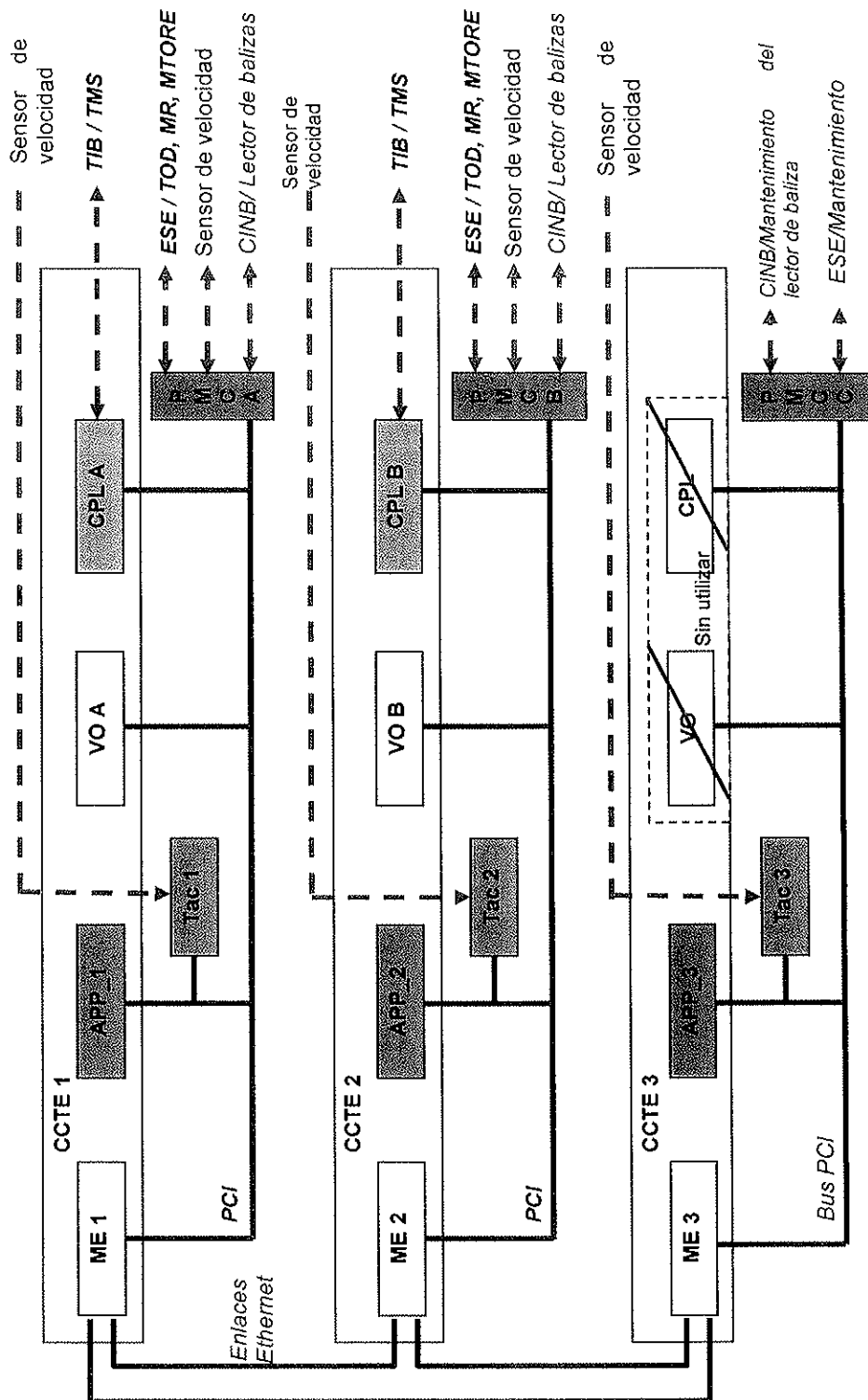


Figura 2: Vista general del sistema CC 2de3

WILSON...
19/06/2014

El ATP protege al tren gestionando las E/S vitales a través del módulo MTORE. La red redundante Ethernet se utiliza para que el ATP interactúe con los MTORE (a través del PMC y un extensor Ethernet). El interfaz de relé es el nivel final del control de seguridad, utilizando los datos del relé para garantizar la operación adecuada de la línea de control.

El extensor de switch Ethernet (ESE) se utiliza para proporcionar al ATP una comunicación MTORE, comunicación de radio de vía (a través de radio móvil), TOD y unidad remota de tren. El ESE permite que la comunicación se transporte a lo largo del tren, convirtiendo Ethernet en par trenzado.

El módulo ATO es responsable de hacer funcionar el tren sin la intervención del conductor, controlando la propulsión y el freno. Recibe los mismos datos que el ATP y los utiliza para controlar la velocidad y el frenado del tren, para comunicarse con el equipo de vía para las actualizaciones y estados del sistema y para arrancar y detener adecuadamente el tren así como controlar equipos adicionales del tren, como por ejemplo, las puertas. Esta operación no es vital pero sí está bajo supervisión del ATP vital.

El método de gestionar el deslizamiento y el desplazamiento es un problema si no hay un eje libre disponible para los sensores de velocidad. En la configuración propuesta, como no hay disponible un eje libre, se utilizan acelerómetros junto con los tacogeneradores. La combinación de ambos sensores proporciona los datos necesarios al ATP para calcular la posición.

D.1.5.7.1.3.2 Arquitectura del hardware ATP

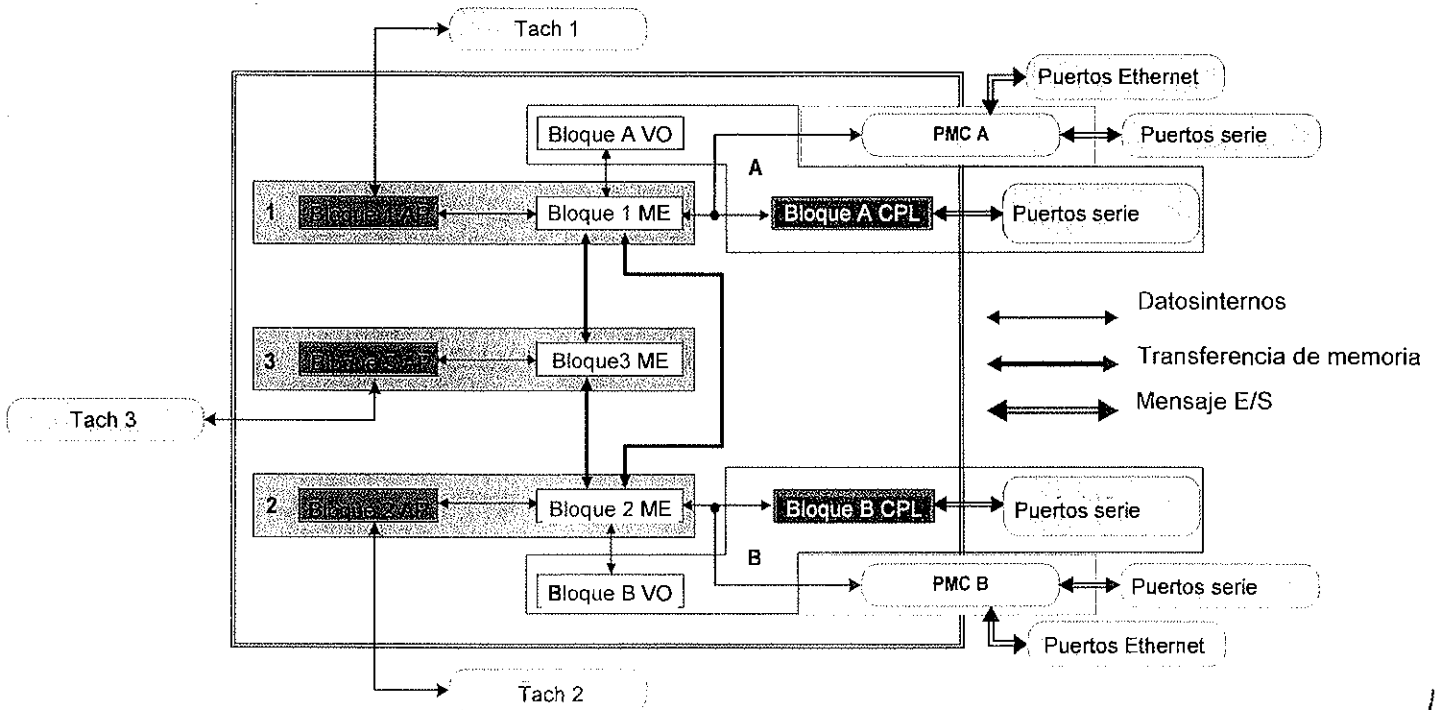


Figura 3: Módulo de alto nivel ATP - CCTE

La Figura 3 muestra los componentes de alto nivel del diseño 2de3 del CC. Los bloques color púrpura numerados 1, 2 y 3 representan los 3 controladores de las CCTE. Estos CCTE son controladores redundantes que proporcionan la protección/seguridad esencial del tren aún en caso de fallo. Realizan esta tarea por medio de cálculos independientes en sus respectivos bloques de aplicación (los bloques AP rojos), compartiendo los resultados a través de los bloques de intercambio de memoria (bloques ME blancos), y votando para garantizar que al menos dos de las tres computadoras estén de acuerdo (los bloques VO amarillos). Si están de acuerdo, la CCTE envía señales de control al tren, a través del bloque de acoplamiento (los bloques CPL azul oscuro) o del bloque PMC (los bloques PMC verdes), permitiendo un

funcionamiento continuo. Éstos también son redundantes, garantizando así un funcionamiento seguro incluso después de un fallo simple.

008919

Los bloques verdes representan los caminos de comunicación existentes entre el bloque AP de CCTE y los otros módulos.

Los datos que el bloque AP solicita son: velocidad, aceleración, posición, datos ATP del equipo de vía a través del radio móvil, información de la TOD y datos E/S del RS y la cabina.

La velocidad y la aceleración provienen del sensor de velocidad en los puertos especiales proporcionados por PMC y TACH. La posición proviene de los lectores de balizas en los puertos en serie y los puertos especiales proporcionados por PMC. Los datos ATP del equipo de vía provienen de la radio móvil a través de los puertos Ethernet proporcionados por el PMC. La información TOD proviene del propio TOD a través de los puertos Ethernet proporcionados por el PMC. Finalmente, los datos de E/S provienen de los MTORE a través de los puertos Ethernet proporcionados por PMC.

Las salidas de datos de las CCTE son el Freno de Urgencia y otros controles esenciales del tren (pasando a través de MTORE y los módulos del relé de seguridad al Material Rodante), información de la TOD y transporte de datos ATP a bordo a los equipos ATP de vía.

D.1.5.7.1.3.3 Arquitectura del hardware ATO

El ATO se ubica en la tarjeta CCTE utilizando el procesador de acoplamiento (CPL).

El ATO requiere información del ATP, la radio móvil, el sensor de velocidad, el acelerómetro, el sistema de posicionamiento, el sistema de propulsión y frenado, TOD, TMS y PIS para llevar a cabo su tarea control del tren.

Las conexiones P/B, TMS y PIS se realizan a través de los puertos serie locales del bloque de acoplamiento de la CCTE. Estas conexiones se realizan directamente a través del conector P2 en la placa posterior.

D.1.5.7.1.3.4 Bloque PMC

Esta tarjeta se encarga del procesamiento de varias interfaces de comunicación. Cumple con SIL 2 y sus entradas de comunicación son serie (RS-422 y RS-485) y Ethernet. También tiene otras entradas como son los acelerómetros analógicos/ serie, señales de tacómetros (ambos sensores de velocidad electro-ópticos, EOSS), sensores de velocidad de reluctancia (RSS) y señales digitales discretas. Este PCB interactúa con el bus PCI CCTE.

Opcionalmente, cada CCTE puede llevar asociada una tarjeta PMC, a pesar de que la tercera tarjeta CCTE no implemente el software necesario para utilizarla. Cada tarjeta tiene también dos puertos Ethernet utilizados en paralelo para proporcionar una comunicación fiable con los demás subsistemas del tren y de vía: ZC, IXL y ATS. El PMC es configurado como principal en el bus PCI y se instala como tarjeta hija de la CCTE.

El conector P17 vincula el PMC a los módulos fuera del ATP. Los conectores P15 y P16 vinculan el PMC al bus PCI de la CCTE. El software del PMC se carga y se depura por medio de la interfaz serie del panel frontal y del conector J1 Ethernet del panel frontal CCTE.

D.1.5.7.1.3.5 Bloque TACH.

La tarjeta TACH proporciona una interfaz independiente para dos fases de los sensores de velocidad (SS). Soporta ambos sensores electro-ópticos (EOSS) y de resistencia (RSS). Esta tarjeta cuenta los pulsos de fase, proporciona una marca de micro tiempo a cada pulso para mayor resolución y establece la dirección. Este tablero asegura el conteo de SS/marca de tiempo a la señal estroboscópica que permite la sincronización de los datos de entrada. Esta tarjeta proporciona una interfaz de bus local al procesador de la aplicación en la CCTE, además de interactuar con el acelerómetro.

Cada CCTE tiene una tarjeta TACH, lo que quiere decir que hay 3 tarjetas. La tarjeta TACH no tiene capacidades de procesamiento. La lógica se construye con hardware discreto y lógica programable. Los mandos de registro de la interfaz (leer/escribir/reiniciar/configurar) se

llevan a cabo a través del bus local CCTE. El conector P7 conecta la tarjeta TACH a los módulos fuera de la ATP. El conector P8 conecta la tarjeta TACH al bus local CCTE. La tarjeta TACH está diseñada en seguridad a nivel SIL-2.

D.1.5.7.1.3.6 Interruptor/extensor de Ethernet (ESE)

008920

El ESE forma parte del subsistema de comunicación de datos del tren (TDCS).

El subsistema TDCS es una estructura de red diseñada para conectar el sistema del vehículo con los sistemas de vía. El TDCS del vehículo es redundante para crear una red fiable. La comunicación con el equipo de vía es válida tanto para el ATP como para el ATO. Las dos partes del TDCS son el interruptor extensor Ethernet y la radio móvil.

El ESE interactúa con la radio móvil, TOD, MTOR, PMC y otros ESE en diferentes ubicaciones.

Esta tarjeta es la combinación de los siguientes seis (6) módulos independientes:

- Interruptor Ethernet
- Extensor Ethernet
- Conversor RS232 a RS422
- Conversor de E/S discretas a RS422
- Caja IP

El ESE lleva a cabo dichas funciones por intercambio y extensión de Ethernet, y conversión de comunicación en serie (Ej. RS232 a RS422). Proporciona acceso Ethernet al equipo local con interfaz Ethernet y proporciona conexión al ESE remoto en una ubicación diferente a través del par trenzado. Además, proporciona la conversión del formato (y el enlace del protocolo) de E/S discretas y RS232 a RS422.

Módulo de intercambio Ethernet

Este módulo lleva a cabo la función de intercambio de datos estándar Ethernet. Proporciona interconexiones entre diferentes componentes a bordo conectados con el ESE, formando la red del vehículo (CBN). Los diferentes puertos del switch se conectan con diversos componentes. El objetivo del intercambio es enviar los paquetes de manera inteligente, sólo hasta el segmento de destino deseado de la red cuando sea posible, en lugar de inundar la red para cada paquete. El módulo de intercambio almacena las direcciones MAC observadas de los paquetes recibidos a través de cada puerto y utiliza la información para aprender qué MAC pertenece a qué segmento de la red. Con esta información, el interruptor puede enviar los paquetes sólo desde el segmento origen de la red al destino, en lugar de enviar el paquete a todos los puertos conectados, reduciendo la carga de la red.

Módulo extensor Ethernet

Este módulo proporciona la solución para las conexiones Ethernet punto a punto en largas distancias (al menos a lo largo del tren) y entre los puntos de conexión centrales del tren. Se necesita utilizar medios probados, es decir, pares trenzados, que se conectarán entre sí a través de los puntos de conexión centrales del tren entre diferentes vagones.

Módulo conversor RS232 - RS422

El módulo RS232 a RS422 proporciona los medios de conectividad y la interoperabilidad de la comunicación industrial en serie. Se trata de un servidor de dispositivo y un enlace de protocolo todo en uno. La funcionalidad del servidor de dispositivo permite la transparencia virtual entre dos estándares de serie diferentes (RS232 y RS422). La porción de conversión del protocolo de este dispositivo puede unir dos dispositivos industriales siempre que utilicen alguno de los protocolos serie admitidos.

Módulo del conversor de E/S - RS422 discretas

El módulo del conversor de E/S a RS422 discretas proporciona un medio para convertir la señal estroboscópica E/S digital del sistema de posicionamiento en un par trenzado

diferencial. De este modo, la señal estroboscópica puede viajar a través de las líneas del tren y las unidades de acoplamiento sufriendo una mínima distorsión.

003921

D.1.5.7.1.3.7 Bloque de interfaces del tren (TIB)

Este bloque es específico para cada material rodante. Puede utilizar diferentes interfaces: Cable-P, RS 422, RS485, MVB, CAN, etc.

Realiza el interfaz con el sistema de gestión del material rodante (TMS) y proporciona los mandos de propulsión/freno, la información sobre eventos para el registro de eventos de MR y la información del pasajero para el PIS.

También, en caso de que se requieran nuevas verificaciones no esenciales, el TIB se puede utilizar para gestionar esta funcionalidad.

D.1.5.7.1.4 Descripción del bloque de interfaces E/S

D.1.5.7.1.4.1 Bloque MTOR

Para comunicarse, la unidad MTOR utiliza Ethernet y utiliza el mismo procesador ColdFire que utiliza la CCTE.

El MTOR gestiona las E/S vitales y no vitales (también conocidas como E/S binarias) entre el ATP y el material rodante. El MTOR se instala en una configuración redundante para cumplir los requisitos de disponibilidad. Cada MTOR debe comunicarse con el ATP. El SE se utiliza para convertir los datos en comunicación diferencial para transmitirlos de vagón a vagón. Desde el SE hacia el MTOR y desde el SE hacia la CCTE se utiliza una red Ethernet redundante.

Las E/S vitales y no vitales disponibles en un solo MTOR (combinación entre tarjeta madre y tarjeta de extensión) son las siguientes:

- 3 salidas vitales (2 de la tarjeta madre y 1 de la tarjeta de extensión)
- 14 entradas vitales (8 de la tarjeta madre y 6 de la tarjeta de extensión)
- 24 salidas no vitales (todas en la tarjeta de extensión)
- 16 entradas no vitales (todas en la tarjeta de extensión)

D.1.5.7.1.4.2 Relés de interfaz

Como muestra la Figura 4, hay dos tipos de relés de interfaz. El primer tipo es el relé de seguridad que proporciona un circuito de verificación al MTOR que garantiza una indicación vital del estado del relé de seguridad. Esto permite que el MTOR garantice la vitalidad de sus salidas seguras. El segundo tipo es el relé no vital, que se utiliza para que el MTOR interactúe con las salidas no vitales.

CONSORCIO [9331]
 NUEVO METRO DE LIMA
 REVISADO

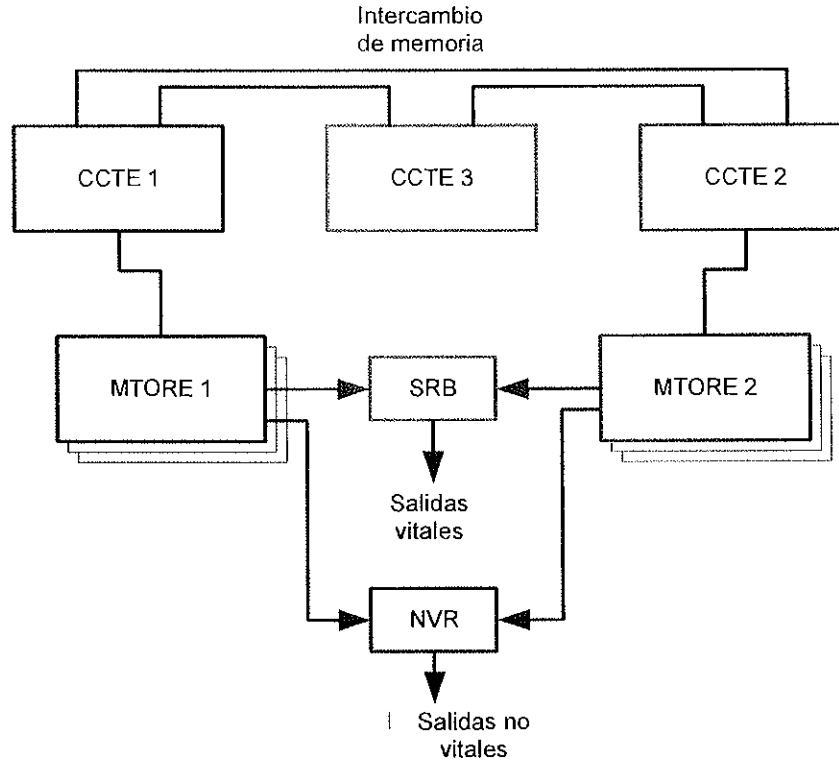


Figura 4: Diagrama de interfaces del tablero de relés de alto nivel.

D.1.5.7.1.4.3 Bloque de relés de seguridad

El bloque de relés de seguridad instalará relés de seguridad que se pueden utilizar para producir salidas seguras de salidas no esenciales de MTOR. Esto se logra usando los contactos de lectura de los relés de seguridad para monitorear constantemente sus estados. En caso de que no coincidan los estados esperados y los de nueva lectura, se debe suspender el MTOR y desconectarlo de las salidas seguras para evitar una situación insegura (como mantener erróneamente a nivel alto una salida vital).

D.1.5.7.1.4.4 Bloque de relés no esenciales

El bloque de relés no esenciales proporciona relés de interfaz para salidas no vitales del MTOR. Como con los relés de seguridad, el circuito de verificación se utiliza para determinar si el relé tiene energía o no.

El bloque aloja tantos relés no esenciales como permita el diseño.

D.1.5.7.1.5 Descripción de equipos periféricos

D.1.5.7.1.5.1 Módulos de suministro de energía

El CBTC utiliza dos suministros de energía diferentes: el ACSDV y el suministro específico para el sistema de posicionamiento.

El ACSDV suministra energía a todas las tarjetas en el bastidor CBTC así como a todos los sensores, excepto al sistema de posicionamiento. Se puede configurar para que reciba tanto entradas de 110VCC como de 72VCC y proporcionar diferentes salidas +5VCC, +12VCC, -12VCC y +24VCC. Estas salidas suministran energía a la CCTE, al ATO, al MTOR, al tacómetro, al acelerómetro y al sensor de proximidad (en caso de instalarlo). Cada sistema tiene tres tarjetas ACSDV independientes, una para cada CCTE. Esta configuración garantiza que si falla una ACSDV, el sistema se degrada a un modo de funcionamiento dos de dos (2de2), que permite la transferencia transparente del manejo al otro CCTE.

D.1.5.7.1.5.2 Radio móvil

Consulte las relacionadas secciones de referencia de la propuesta técnica.

008923

D.1.5.7.1.5.3 Lectores de balizas

El lector se utiliza para determinar la posición del tren.

Este lector es la parte integrada a bordo del subsistema de localización de balizas.

Este subsistema está compuesto por:

- un lector integrado bajo el tren,
- una baliza fijada a tierra.

El lector está compuesto por una unidad monobloque equipada con un conector (de tipo bloque bayoneta de 19 puntos).

La baliza está también compuesta por una unidad monobloque.

Al pasar por la baliza, el lector la acciona de manera remota y éste transfiere los datos (a través del conector) cuando ambas líneas de referencia de la cubierta se alinean verticalmente.

Por razones de disponibilidad, los 2 módulos del lector de balizas se colocan bajo el vagón, cerca del bloque de computación.

D.1.5.7.1.5.4 Pantalla del operador del tren (TOD)

Las funciones del ATP y del ATO se comunican con la TOD del ATC, y sus mensajes viajan a través del PMC y del SE hacia las TOD de la cabina final.

D.1.5.7.1.5.5 Sensores de velocidad

El sistema de tacómetro/odómetro requiere el uso de dos sensores de velocidad montados sobre las ruedas del vagón del tren.

Un sensor de velocidad se instala a cada lado del vagón y en el mismo vagón que el bloque de computación. Los dos sensores de velocidad se instalarán en ejes de diferentes ruedas y de diferentes bogies.

D.1.5.7.1.5.6 Acelerómetro (Acc)

El acelerómetro adecuado para la arquitectura propuesta proporcionará un rango de medición de $\pm 3 \text{ m/s}^2$ ($\pm 0.3\text{G}$), que otorga una buena resolución para todo el rango de aplicaciones.

Los sensores utilizados serán dispositivos montados bajo el vagón. Un tipo será analógico y el otro serie con un CRC. También serán de diferentes fabricantes (por ejemplo, SENSOREX y JEWEL) por razones de seguridad. Los acelerómetros proporcionarán mediciones de eje y requerirán localización cercana al centro del tren para un desempeño óptimo. En condiciones normales de funcionamiento, se utilizarán junto con los sensores de velocidad pero en condiciones de deslizamiento y el desplazamiento, se utilizarán para obtener sólo la velocidad. Ésta es una solución temporal en condiciones anormales y no proporcionará medidas adecuadas por largos períodos de tiempo.

D.1.5.7.1.5.7 Sub-bastidor y racks

La Figura 5 muestra el aspecto de los sub-bastidores y racks en los que se instalan las tarjetas que componen el CC.

CONSORCIO [9333]
NUEVO METRO DE LIMA

008324

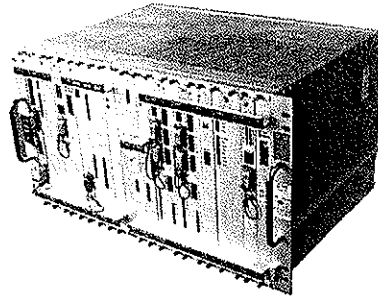


Figura 5: Ejemplo de sub-bastidor

Para mas detalles consulte también la sección D.1.7.

D.1.5.8 Sistema de seguridad

Comunicación entre
Trenes y el PCO

Las principales comunicaciones entre el puesto de mando y el borde tren son las siguientes:

- Comunicaciones de emergencia con los pasajeros mediante los telefono interfonico instalados en los coches (Emergency Call Point)
- megafonía por el puesto de mando a los pasajeros en el tren mediante el sistema de difusion sonora (Public Adress)
- información visual del puesto de mando a los pasajeros en el tren mediante el sistema paneles de indicacion (Public Information Display)
- Comunicación audio entre puesto de mando y asistente a la circulacion en el tren por mediode una consola operador en el tren.

Para más informaciones, consulte las secciones pertinentes (D.1.7, C.1.2.7.1 y sieguientes) de la propuesta técnica.

Sistemas de
información a bordo

Información visual para pasajeros, mostrada en las Pantallas de Información para Pasajeros, e información audible para pasajeros, dada por el sistema de altavoces, se coordinan y complementan entre sí para guiar a los pasajeros.

Los mensajes audio y vídeo son de dos tipos: LIVE: procedentes de los operadores de clinker mediante la consola ICCS automáticos: generados a bordo en función de acontecimientos procedentes dall'atc de a bordo.

Para más informaciones, consulte las secciones pertinentes (D.1.7, C.1.2.7.8 y C.1.2.7.5) de la propuesta técnica.

Seguridad para los
pasajeros y la
vigilancia – sistema
de CCTV a bordo

El CCTV a bordo permitirá el monitoreo de las áreas de pasajeros del tren desde el OCC y la grabación local de imágenes de vídeo.

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 OCC mediante el uso de la red de banda ancha inalámbrica.

Para más informaciones, consulte las secciones pertinentes (D.1.7, C.1.2.7.2) de la propuesta técnica.

D.1.5.8.1 Seguridad contra incendios, humo y gases tóxicos

008925

Materiales de construcción del tren	El Material Rodante estará fabricado con materiales que cumplan con las normas aplicables a los vehículos de tipo metropolitano según las Especificaciones técnicas: UNI CEI 11170 o NFF 16-101, equivalente a la norma EN 45545, para salvaguardar la seguridad del personal de operación y de los pasajeros durante el desalojo de los coches.
Sistema de detección de fuego y humos	El tren estará equipado con un sistema para la detección de humo y el fuego. Los detectores de humo se instalarán en el compartimiento de pasajeros, mientras que los detectores de temperatura se proporcionarán en el cuadro para alta y media tensión. En la presencia del sistema de emergencia es capaz de detectar la posición de la presencia de humo o de exceso de temperatura y transmite esta información a la PCO, a el ATC y el sistema de diagnóstico a bordo.
Extintores	Cada coche será equipado con extintores de incendios, dispuesto de manera tal de no obstruir el movimiento de los pasajeros y fácil accesibilidad de acuerdo a las normas UNI CEI 11170.

D.1.5.9 Sistema de puertas

Tipo	Correderas, herméticas
Material de la hoja de puerta	Panel de sándwich con estructura panal de aluminio
Control	Relés + microprocesador
Accionador	110 VCC alimentado eléctricament
Control de las puertas	En principio controladas por CBTC. Los botones pulsadores de apertura y cierre se encuentran en la consola de conducción de emergencia. Habilitar para la apertura de puertas y la apertura de las puertas de emergencia estarán sujetos a la aprobación de la ATC.
Tiempos de apertura y cierre	3,5 s (Consistentes con el tiempo de parada en las estaciones)
Manijas de apertura de emergencia	Una (1) en cada puerta, colocadas en el panel central.

D.1.5.9.1 Generalidades

El sistema de puertas de pasajeros que se describe en esta sección hace referencia a la puerta de acceso de pasajeros, propuesta para los vehículos de la línea de Lima. Concretamente, esta descripción se refiere a un interruptor deslizante que se abre hacia afuera con una unidad de transmisión eléctrica.

El movimiento de apertura comienza con una combinación de movimientos deslizantes y de desencaje que pasa a ser un simple movimiento de deslizamiento hasta que se alcanza la posición de apertura completa de la puerta.

Cada coche del vehículo está equipado con cuatro (4) puertas laterales de acceso, distribuidas uniformemente y colocadas según el layout del vehículo. Todas las puertas poseen la misma altura libre vertical. La ubicación de las puertas será simétrica en ambos

lados, de modo que las puertas opuestas no sean desalineadas con relación a las otras. La hoja de la puerta queda alineada con la pared exterior del coche cuando la puerta está en posición de cierre. 008926

El sistema de puertas está diseñado de forma que el funcionamiento normal de la puerta esté completamente automatizado bajo la supervisión y el control directos del sistema de seguridad ATC. Asimismo, el funcionamiento de las puertas estará sincronizado con las puertas del andén. La apertura y el cierre de todas las puertas (puertas del vehículo y del andén) serán simultáneos y contemporáneos.

Por este motivo, el sistema de puertas de los vehículos y el funcionamiento de las puertas será conforme a la ubicación y forma del sistema de puertas del andén. Por consiguiente, se llevará a cabo una actividad de definición de interfaz válida durante la fase de diseño detallado con el fin de proporcionar una integración de sistema entre puertas del vehículo, puertas de andén y sistemas de señalización.

En caso de emergencia o de un deterioro funcional, se derivará la operación automática, de modo que las puertas se controlen a través del panel manual de maniobra. En esta situación, el conductor será el encargado de generar los comandos de apertura/cierre.

Cuando se abran las puertas, se producirá una señal acústica para pasajeros no videntes. Habrá otra alerta sonora para dar aviso del cierre de puertas. Además, se proporcionaran luces indicadoras o de aviso.

D.1.5.9.2 Características principales

- Las dimensiones interiores de las puertas serán:
 Altura libre: 1.900 mm
 Anchura libre: 1.400 mm
- Alimentación eléctrica: 110Vcc nominal (+/-30%).
- El movimiento completo de apertura o cierre tendrá lugar en una franja de tiempo no superior a 3,5 segundos.
- Fuerza manual de apertura de puertas: de conformidad con EN14752: un máximo de 150N aplicado en la hoja de una puerta.
- Test de nivel para la detección de obstrucciones: de conformidad con EN14752: 30x60 mm (a detectar) y 10x50 mm (a detectar, o bien, retirar por debajo de 150N).
- Aislamiento térmico estimado: ~ 5 W/m²K (sujeto a cálculos subsecuentes en una etapa posterior).
- Reducción de ruido estimada: $R_w \sim 27$ dB (sujeto a ulteriores cálculos en una etapa posterior).

D.1.5.9.3 Descripción del sistema

El sistema completo de puertas es conforme a EN14752 y está formado por los siguientes componentes principales:

- Mecanismo de movimiento de la hoja de las puertas;
- Hojas de puertas;
- Aislamiento de puertas (dispositivo de corte);
- Unidad de control de puertas;
- Dispositivo de salida de emergencia;
- Dispositivo de acceso de emergencia (no en cada sistema de puertas, 4 por vehículo) que permita la apertura de puertas desde fuera del vehículo;
- Timbre y señal luminosa de advertencia;

A continuación se exponen las características de los componentes principales:

La unidad de control electrónico de puertas está destinada a controlar la puerta eléctrica instalada en trenes alimentada por baterías de voltaje de 110Vcc. Cada una de las unidades de puertas está equipada con una DCU exclusiva, interconectada al circuito de diagnóstico y control del tren mediante entrada/salida digital y a través de bus de datos Ethernet.

El diseño de la DCU cumple con las siguientes especificaciones y normativas:

- EN50155

- EN50121-3-2

El mecanismo de salida de emergencia, que funciona con una manivela, hace posible la apertura de puertas en una situación de emergencia. La unidad de frenado (que actúa sobre la puerta) tendrá una desconexión mecánica a través de un cable Bowden y, si la señal "control manual de puerta(s) de emergencia" (EMDO) no se encuentra activada, la puerta podrá abrirse manualmente. En concreto, EMDO es una señal relativa a la seguridad que puede utilizarse para controlar manualmente la manivela de apertura de emergencia de las puertas hasta que el vehículo se encuentre parado. Cuando la señal es alta, se acciona el cierre y las puertas no pueden abrirse. Esta solución evita la posibilidad de que la puerta se suelte cuando el vehículo está en marcha. De esta forma, si se activa la señal "control manual de puerta(s) de emergencia", la puerta se mantendrá en la posición de cierre a través de un mecanismo de bloqueo.

El sistema de puertas enviará una señal en caso de que el dispositivo de emergencia se active. Si el ATC desactiva la señal de "control manual de puerta(s) de emergencia", el freno de bloqueo quedará liberado y las puertas podrán abrirse manualmente.

El dispositivo de emergencia se encuentra cerrado en la posición operada, y este mecanismo puede ser reiniciado por el personal de mantenimiento y operación de forma local.

Si el mecanismo de emergencia se reinicia, la puerta queda activada automáticamente y se cierra. Todas las funciones de las puertas vuelven a estar disponibles.

El mecanismo de salida de emergencia se armará interiormente junto a puerta de entrada.

Fuera del vehículo, se instalará un dispositivo de acceso de emergencia. La función de este dispositivo es permitir a los operadores desbloquear el cierre y abrir una puerta desde el lado exterior, en caso de emergencia. La activación únicamente podrá llevarse a cabo por parte del personal de mantenimiento.

La unidad de freno (que actúa sobre la puerta) se desconectará mecánicamente mediante un cable Bowden, y así la puerta podrá abrirse de forma manual.

Únicamente el personal de mantenimiento podrá reiniciar el dispositivo manualmente.

Si el sistema de puertas no funciona, un mecanismo de corte bloquea el sistema completo de puertas. El mecanismo de corte se pone en marcha a través de una llave desde dentro del vehículo. La puerta está bloqueada mecánicamente, por lo tanto el accionamiento de la manija de emergencia no comporta su apertura. La apertura de la puerta, siempre y cuando el vehículo esté en modalidad automática, estará subordinada al consentimiento del ATC.

D.1.5.9.4 Descripción funcional y control de las puertas

El sistema de puertas es un sistema de seguridad. Por este motivo, el diseño del sistema de puertas y la pertinente integración del ATC se desarrollará detalladamente considerando todas las medidas en contra posibles con el fin de evitar cualquier riesgo para los pasajeros y operadores.

De manera específica, se dispondrá de un conjunto de conexiones. La funcionalidad de la puerta se conectará con el sistema de propulsión y freno. En este sentido, no será posible aplicar ninguna tracción ni suprimir el freno si al menos una puerta quedase sin cierre ni bloqueo.

Esta función se lleva a cabo a través de líneas de tren seguras cableadas. En concreto, se llevarán a cabo dos lazos de puertas (uno para las puertas de la izquierda y otro para las puertas de la derecha). Estos lazo de puertas quedarán cerradas si todas las puertas laterales se cierran y se bloquean. Si al menos una de las puertas no se ha cerrado y bloqueado, el lazo de puertas correspondiente se abrirá. El estado de estos lazo de puertas se proporcionará al sistema ATC y al ordenador del tren con el fin de aplicar la reacción correspondiente. Precisamente, si todas las puertas no quedan cerradas y bloqueadas, la propulsión quedará inhabilitada y el ATC o el ordenador del tren no liberarán el freno.

Existe otra función de conexión de puertas relativa a la imposibilidad de apertura de puertas cuando no ha sido autorizado por el ATC. Si el vehículo no se ha detenido correctamente en el andén, el ATC no proporcionará la señal necesaria de autorización a las puertas. En especial, se dispondrán dos señales (una por cada lado) con el fin de permitir la apertura de

puertas únicamente en el lado correcto. Asimismo, las puertas únicamente se abrirán en caso de que, además de las señales de autorización, el ATC transmita el comando de apertura correspondiente.

Cada una de las puertas, a través de la lógica interna del hardware, no podrá abrirse si la señal de autorización no ha sido proporcionada por el ATC. Por consiguiente, aunque se haya emitido el comando de apertura, las puertas no se abrirán.

Además de las funciones de seguridad descritas, en cuanto a las manijas de emergencia de las puertas, se dispondrá una conexión entre el estado de detención (o equivalente) y la operación de manijas. El ATP a bordo proporcionará una señal de conexión de cableado para permitir el uso de las manijas de emergencia de cada lateral.

El uso de la manivela de emergencia (aunque no se haya autorizado por el ATP) generará en cualquier caso la apertura de un lazo de puertas cableado exclusivo que informará al ATC y al ordenador del tren sobre la activación de emergencia de la manivela.

En caso de que el ATC se encuentre en modo de derivación (ATC no disponible), la funcionalidad mencionada encargada normalmente del ATP será gestionada por el ordenador del tren. Las interfaces funcionales y el hardware se acordarán durante la fase de diseño detallado.

En general, todas las interfaces funcionales pertinentes se determinarán durante la fase de diseño con el fin de garantizar una solución completamente integrada con el sistema ATC.

En lo relativo a la señal óptica y acústica, cada puerta estará equipada con una señal de advertencia acústica y luminosa que informe a los pasajeros sobre la situación actual de las puertas.

Durante la fase de diseño detallado, la determinación del uso de la lámpara y del timbre se completará según acuerdo con el Cliente.

El sistema de puertas se diseñará con el fin de evitar la posibilidad de que los pasajeros o los objetos puedan quedar enganchados entre las hojas de las puertas o que los pasajeros puedan sufrir alguna lesión. El sistema de puertas estará equipado con un sistema de detección de obstáculos de modo que se logre el cumplimiento indicado por EN14752.

D.1.5.9.5 Interfaz diagnóstico

Se informará al sistema de diagnóstico y supervisión sobre los errores del sistema de puertas.

El sistema de diagnóstico, integrado en la unidad de control de puertas y conectado pertinentemente al sistema de diagnósticos del tren, comunicará toda la información relativa al estado del sistema de puertas, así como la causa de cualquier tipo de error y/o deficiencia en el funcionamiento, mediante la medición correspondiente de los parámetros operativos.

Las DCU intercambiarán la información sobre los diagnósticos con el ordenador del tren con el fin de:

- Identificar las puertas defectuosas para permitir que se aisle la puerta deteriorada y no todo el sistema.
- Recoger información exhaustiva sobre los diagnósticos para localizar y resolver problemas, así como llevar a cabo el mantenimiento, del sistema.

Durante la fase de diseño detallado, se completará la definición de las interfaces de diagnóstico.

D.1.5.10 Asientos y confort de los pasajeros

Asientos	Material de aleación ligera
Areas por Pasajeros con movilidad reducida (PMR)	2 por vehículo
Confort de los pasajeros en condiciones de carga de 6 pasajeros/m ²	11,7 % (6 coches)
(requisito mínimo según el Anexo 6: 10%)	11,8 % (7 coches)



 [Signature]
 [Stamp]

Para más detalles y disposición véase la sección D.1.4.

D.1.5.11 Sistema de aire acondicionado

003929

Una unidad de HVAC instalada en el imperial por coche para la climatización del mismo. Cada unidad está formada por dos secciones independientes y está dimensionada cumpliendo la norma EN 14750 y las condiciones de la ASHRAE 1997:

Tipo	Temperatura exterior [°C]	humedad relativa exterior [%]	Norma aplicada	Temperatura interior [°C]	humedad relativa interior [%]
	28	45	EN 14750-1 zona III	26	40
	35	50	EN 14750-1 zona II	31	49
	30	62	ASHRAE 1997 Lima Conditions	28	47

Control De tipo microprocesador

D.1.5.11.1 Acronimos y abreviaturas

AB	AnsaldoBreda
HVAC	Sistema de climatización

D.1.5.11.2 Documentos de referencia

D.1.5.11.2.1 Documentos del cliente

Referencia	Título
[1]	Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao"
[2]	Anexo 6 - - especificaciones técnicas 06.01.2014_mark-up

D.1.5.11.2.2 Normativa de referencia

Referencia	OBJETO	CODIGO
[3]	Aire acondicionado para el material rodante urbano y suburbano Sección 1: parámetros de confort	EN 14750-1
[4]	Aire acondicionado para el material rodante urbano y suburbano Sección 2: pruebas tipo.	EN 14750-2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALVARO ALVARO ALVARO
 PERUANA S.A.S. LOCAL
 CODIGO
 EN 14750-1

D.1.5.11.3 Requisitos

D.1.5.11.3.1 Suministro eléctrico

El CONTRATISTA se compromete a garantizar que los trenes están equipados con un sistema de control de climatización interna integrado (refrigeración, calefacción y ventilación) totalmente automático. El sistema estará dimensionado teniendo en función del entorno y las condiciones de servicio del material rodante, de conformidad con la norma EN 14750.

El CONTRATISTA garantizará de que, en caso de interrupción del suministro eléctrico, el sistema de ventilación será capaz de seguir funcionando de manera segura (alimentado desde una fuente alternativa al suministro eléctrico) para facilitar la activación automática de la ventilación durante al menos 60 minutos.

Los convertidores de potencia deberán ser estáticos y ventilados, y estar diseñados para ofrecer un alto rendimiento y un funcionamiento sin restricciones en caso de fallo de uno de ellos. Los inversores ofrecerán un suministro de seguridad para al menos el 50% del sistema de HVAC, para una estación de compresión y para los ventiladores de los motores de tracción.

Tensiones de funcionamiento

Media tensión

Compresor, ventilador del condensador, ventilador de aire de suministro (comp. de pasajeros)	3 x 380 V + neutro	
fluctuaciones de tensión	±7%	
distorsión armónica	≤	8%
frecuencia nominal	60Hz	
fluctuaciones de frecuencia	±1%	

Baja tensión (tensión de control)

tensión nominal	110 VCC (-30%~+25%)
-----------------	---------------------

D.1.5.11.3.2 Condiciones ambientales

Se han calculado los rendimientos en los siguientes puntos de funcionamiento:

- Temperatura exterior máx./humedad relativa máx.: 28 °C/45% de conformidad con la norma EN 14750-1 cat B zona III
- Temperatura exterior máx./humedad relativa máx.: 35 °C/50% de conformidad con la norma EN 14750-1 cat B zona II
- Temperatura exterior máx./humedad relativa máx.: 30 °C/62% de conformidad con las condiciones establecidas por la Asociación de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado de los EE. UU. (ASHRAE) de 1997 para Lima

D.1.5.11.4 Cálculo de la refrigeración de carga térmica

008931

El cálculo del rendimiento térmico se ha realizado según las condiciones de diseño incluidas en la siguiente tabla.

Temperatura exterior [°C]	Humedad relativa exterior [%]	Norma aplicada	Temperatura interior [°C]	Humedad relativa interior [%]
28	45	EN 14750-1 zona III	26	40
35	50	EN 14750-1 zona II	31	49
30	62	Condiciones de la ASHRAE de 1997 para Lima	28	47

Las siguientes cifras reflejan los datos de los cálculos térmicos.

El número de pasajeros considerados para el cálculo térmico y la prestaciones del sistema HVAC es igual a 6 personas / m²

D.1.5.11.4.1 Cálculo térmico según la norma en 14750-1 zona iii cálculo del sistema de refrigeración de la sala de pasajeros

condiciones internas y externas

lugar	de	funcionamiento/
comentarios	superficie modo	
temp. externa	28 °C	N.º de pasajeros 211
hum. rel. externa	45 %	aire exterior 1.688 m ³ /h
altitud	100 m	radiación solar 800 W/m ²
carga interna (sens.)	1.5 kW	ángulo de radiación solar 30 °
carga interna (lat.)	0.0 kW	radiac. de difus. 0 W/m ²
cond. pérdidas de pres.	100 Pa	velocidad despl. 10 km/h
		CO ₂ conc. exterior 450 ppm

sala de pasajeros

largo	17.01 m	valores en K [W/m ² K]
alto	2.10 m	techo 3.52 W/m ² K
ancho	2.65 m	pared lateral 3.52 W/m ² K
alto ventanilla	0.91 m	frontal 1 3.52 W/m ² K
ancho ventanilla	1.01 m	frontal 2 3.52 W/m ² K
N.º ventanillas con sol	8	piso 3.52 W/m ² K
N.º ventanillas con sombra	8	ventanilla 3.98 W/m ² K
techo de absorción	0.6	
pared lateral de absorción	0.6	
factor de transmisión	0.6	



008932

unidad de refrigeración

rend. de refrigeración	40	kW
refrigerante	R407c	
frec. funcionamiento	120	Hz
vol. aire de condensador	15.000	m ³ /h
aire exterior	1.688	m ³ /h
vol. aire de suministro	4.000	m ³ /h
temp. aire de suministro	6.3	°C

cargas	sensible	latente
aire exterior	0.99 kW	3.03 kW
Pasajeros	14.27 kW	10.56 kW
superficie de transmisión	1.37 kW	
ventanillas de transmisión	0.11 kW	
radiación s+w	7.30 kW	
otra	1.50 kW	0.00 kW
rend. ventilación	0.59 kW	

condiciones internas

CO ₂ conc. interior	2.575 ppm
tasa de aire exterior	8.0 m ³ /h/persona
humedad relativa	40 %
temperatura ambiente	26 °C

D.1.5.11.4.2 Cálculo térmico según la norma en 14750-1 zona ii
cálculo del sistema de refrigeración de la sala de pasajeros

condiciones internas y externas

lugar de funcionamiento/comentarios	de superficie modo			
temp. externa	35 °C	N.º de pasajeros	211	
hum. rel. externa	50 %	aire exterior	1.688	m ³ /h
altitud	100 m	radiación solar	800	W/m ²
carga interna (sens.)	1.5 kW	ángulo de radiación solar	30 °	
carga interna (lat.)	0.0 kW	radiac. de difus.	0	W/m ²
cond. pérdidas de pres.	de 100 Pa	velocidad despl.	10	km/h
		CO ₂ conc. exterior	450	ppm

sala de pasajeros

largo	17.01 m	valores en K [W/m ² K]	
alto	2.10 m	techo	3.52 W/m ² K
ancho	2.65 m	pared lateral	3.52 W/m ² K
alto ventanilla	0.91 m	frontal 1	3.52 W/m ² K
ancho ventanilla	1.01 m	frontal 2	3.52 W/m ² K
N.º ventanillas con sol	8	piso	3.52 W/m ² K
N.º ventanillas con	8	ventanilla	3.98 W/m ² K



008933

sombra
techo de absorción 0.6
pared lateral de absorción de 0.6
factor de transmisión 0.6

unidad de refrigeración

rend. de refrigeración 45 kW
refrigerante R407c
frec. funcionamiento 120 Hz
vol. aire de 15000 m³/h
condensador
aire exterior 1688 m³/h
vol. aire de suministro 4000 m³/h
temp. aire de 13.4 °C
suministro

cargas	sensible	latente
aire exterior	2.22 kW	5.48 kW
pasajeros	8.74 kW	15.86 kW
superficie de transmisión	3.18 kW	
ventanillas de transmisión	0.25 kW	
radiación s+w	7.30 kW	
otra	1.50 kW	0.00 kW
rend. ventilación	0.60 kW	

condiciones internas

CO₂ conc. interior 2.575 ppm
tasa de aire exterior 8.0 m³/h/persona
humedad relativa 49 %
temperatura ambiente 31 °C

D.1.5.11.4.3 Cálculo térmico según las condiciones establecidas por la ashrae 1997 para lima

cálculo del sistema de refrigeración de la sala de pasajeros

condiciones internas y externas

lugar de funcionamiento/comentarios	de superficie modo		
temp. externa	30 °C	N.º de pasajeros	211
hum. rel. externa	62 %	aire exterior	1.688 m ³ /h
altitud	100 m	radiación solar	800 W/m ²
carga interna (sens.)	1.5 kW	ángulo de radiación solar	30°
carga interna (lat.)	0.0 kW	radiac. de difus.	0 W/m ²
cond. pérdidas pres.	de 100 Pa	vel. despl.	10 km/h
		CO ₂ conc. exterior	450 ppm

sala de pasajeros

008934

largo	17.01 m	valores en K [W/m ² K]		
alto	2.10 m	techo	3.52	W/m ² K
ancho	2.65 m	pared lateral	3.52	W/m ² K
alto ventanilla	0.91 m	frontal 1	3.52	W/m ² K
ancho ventanilla	1.01 m	frontal 2	3.52	W/m ² K
N.º ventanillas con sol	8	piso	3.52	W/m ² K
N.º ventanillas con sombra	8	ventanilla	3.98	W/m ² K
techo de absorción	0.6			
pared lateral de absorción	0.6			
factor de transmisión	0.6			

unidad de refrigeración

rend. de refrigeración	44	kW
refrigerante	R407c	
frec. funcionamiento	120	Hz
vol. aire de condensador	15.000	m ³ /h
aire exterior	1.688	m ³ /h
vol. aire de suministro	4.000	m ³ /h
temp. aire de suministro	10.1	°C

cargas	sensible		latente
aire exterior	0.93	kW	7.26 kW
pasajeros	11.94	kW	12.92 kW
superficie de transmisión	1.30	kW	
ventanillas de transmisión	0.10	kW	
radiación s+w	7.30	kW	
otra	1.50	kW	0.00 kW
rend. ventilación	0.60	kW	

condiciones internas

CO ₂ conc. interior	2.575 ppm
tasa de aire exterior	8.0 m ³ /h/persona
humedad relativa	47 %
temperatura ambiente	28 °C

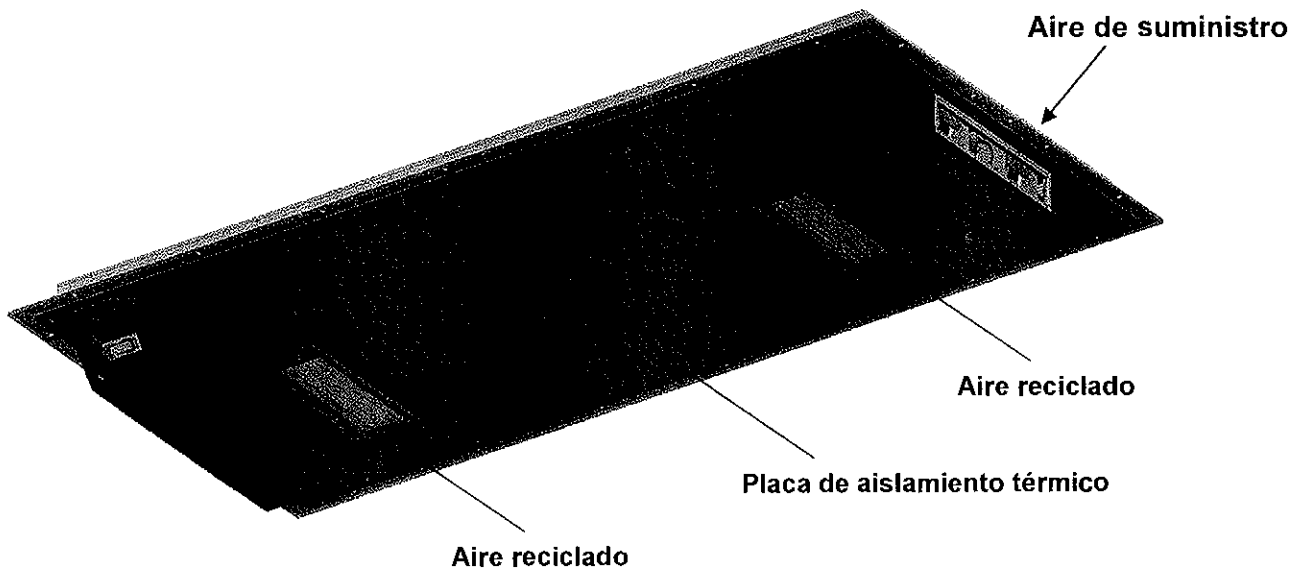
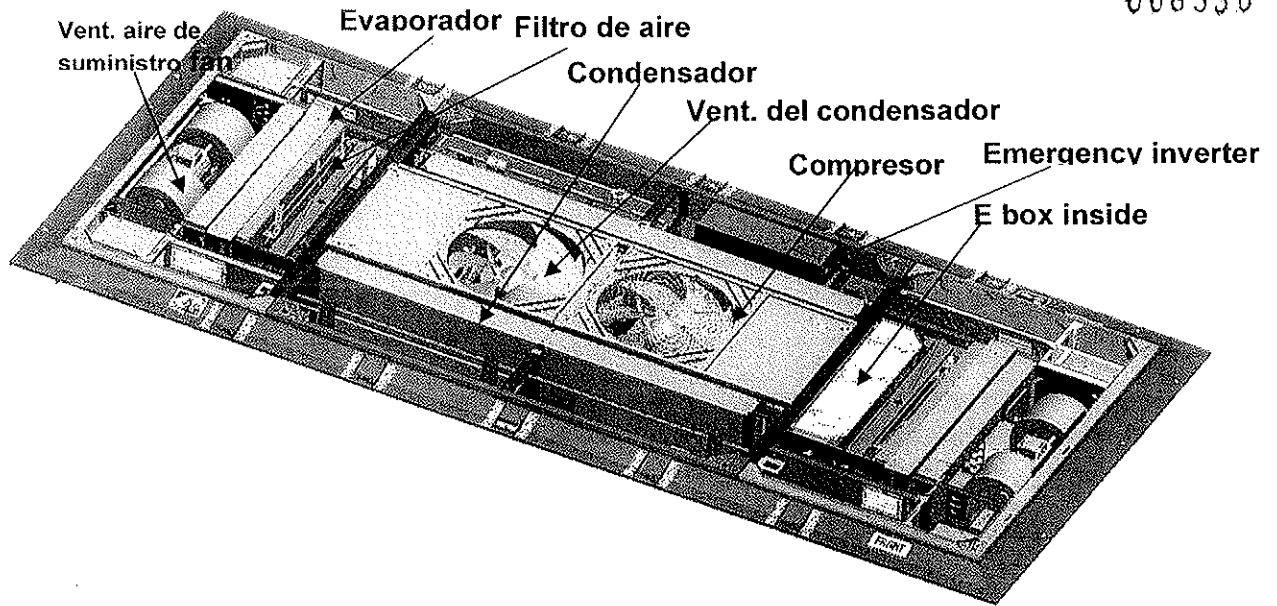
D.1.5.11.5 Componentes del sistema de hvac

La unidad de HVAC está integrada en el vehículo y está formada por una sección de compresión-condensación, una sección de compresión y dos secciones de gestión del aire.

La sección de compresión-condensación incorpora los siguientes componentes:

- dos condensadores
- dos ventiladores de condensador

008938



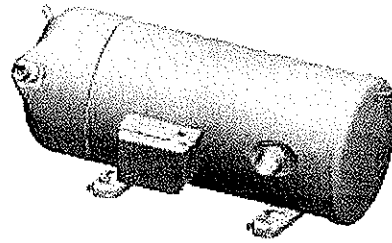
D.1.5.11.5.1 Descripciones de los principales componentes

Compresor

En este proyecto se han utilizado compresores de espiral completamente herméticos de alta eficiencia. El compresor se alimenta directamente desde el suministro de 380 VCA e incorpora montajes antivibración para aislar de la estructura de la unidad la vibración generada por el compresor. En cada una de las líneas de descarga del compresor se ha instalado una válvula antirretorno para evitar que el refrigerante vuelva al compresor cuando la unidad está apagada.

008937

Artículo	Espec.
Tipo	Espiral horizontal
Cant. por unidad	2
Suministro nominal	380V-3-60 Hz
Refrigerante	R407c
Peso	64 kg



Intercambiador de calor

La unidad utiliza intercambiadores de calor con aletas. El tubo está fabricado en cobre y la aleta es de Aluminio.

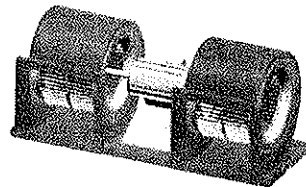
Artículo	Espec.
Tipo	Aleta
Cant. por unidad	2
Material	Cobre (tubo)/Al (aleta)



Ventilador de aire de suministro

Se han instalado dos ventiladores radiales en cada unidad de HVAC. El aire circula por el filtro de aire mixto, el evaporador y el calentador eléctrico y después es expulsado hasta el sistema de conductos de aire. El ventilador de aire de suministro se alimenta directamente desde el suministro de 380 VCA en condiciones normales. En caso de activarse la ventilación de emergencia, el ventilador de aire de suministro se alimenta desde el inversor de emergencia, alimentado a su vez por una batería.

Artículo	Espec.
Tipo	Radial
Cant. por unidad	2
Suministro nominal	0,55 kW
Potencia nominal	380V-3-60 Hz
Grado IP	IP56

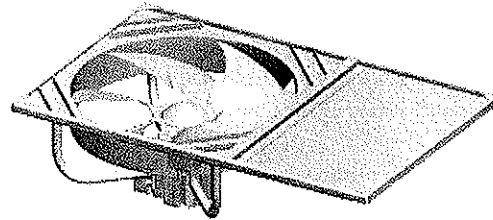


Ventilador del condensador

Cada una de las unidades de HVAC está equipada con dos ventiladores del condensador axiales. El aire de condensación se succiona desde la parte superior del ventilador y se expulsa hasta la bobina del condensador. El ventilador del condensador se alimenta directamente desde el suministro de 380 VCA.

CONSORCIO [9346]
 NUEVO METRO DE LIMA
 S.A. S. (S.A.S.)

Artículo	Espec.
Tipo	Axial
Cant. por unidad	2
Suministro nominal	380 VCA-3-60 Hz
Potencia nominal	1,1 kW
Grado IP	IP56



Calentador eléctrico

Cada una de las cámaras de gestión del aire está equipada con un calentador eléctrico, separado en dos grupos. Este calentador eléctrico está equipado con un termostato y un dispositivo de protección frente a altas temperaturas.

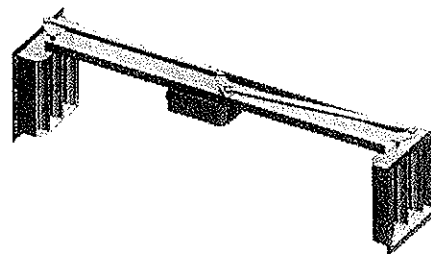
Artículo	Espec.
Cant. por unidad	2
Suministro nominal	380V-3-60 Hz
Capacidad	15 kW (5+10 kW)
Grado IP	IP55



Accionador del regulador de admisión de aire fresco

Cada una de las cámaras de gestión del aire está equipada con dos reguladores de admisión de aire exterior controlados mediante un accionador. Gracias a la función de retroceso por muelle del accionador, el regulador de admisión de aire exterior se cerrará cuando la alimentación de 110 VCC se encuentre desconectada.

Artículo	Espec.
Tipo	Eléctrico con retroceso por muelle
Cant. por unidad	2
Par	Min 4 Nm
Grado IP	IP54



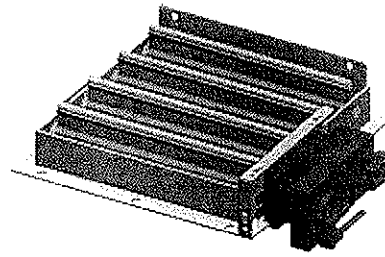
Accionador del regulador de admisión de aire de retorno

Cada unidad está equipada con dos reguladores de admisión de aire de retorno. La siguiente tabla detalla las principales características del accionador del regulador de admisión.

D.1.5 Características de los trenes

008939

Artículo	Espec.
Tipo	Eléctrico con retroceso por muelle
Cant. por unidad	2
Par	Min 4 Nm
Grado IP	IP54



Interruptor de alta/baja presión

Cada compresor está equipado con un conjunto de interruptor de alta y baja presión. La siguiente tabla detalla los puntos de conexión/desconexión del interruptor de alta y baja presión.

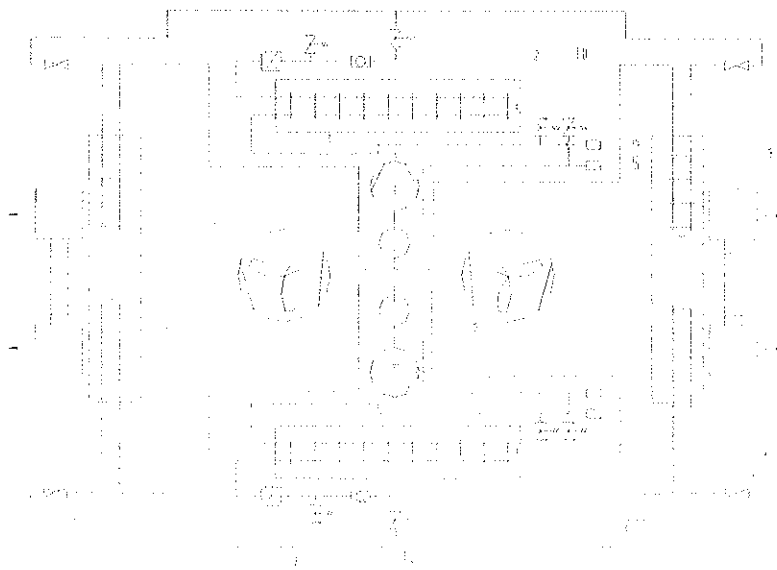
	Desconexión	Conexión
Interruptor de alta presión	29 ±1 bares	24±1 bares
Interruptor de baja presión	1,9±0,5 bares	3,2±0,5 bares



D.1.5.11.5.2 Circuito de refrigerante

El diseño de la unidad de HVAC incorpora dos circuitos de refrigerante independientes con el objetivo de que, en caso de fallo de un componente de uno de estos circuitos, el 50% de la unidad de HVAC continúe funcionando correctamente.

A continuación se ofrece un diagrama esquemático del ciclo del refrigerante.



CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA
S.A.

[Handwritten signature]

N.º Componentes

Cant N.º Componentes

Cant



1	Compresor	2	8	Ventilador de aire de suministro	2
2	Condensador	2	9	Ventilador del condensador	2
3	Evaporador	2	10	Válvula de servicio	6
4	Secador de filtro	2	11	Electroválvula del tubo de líquido	2
5	Interruptor de baja presión	2	12	Mirilla	2
6	Interruptor de alta presión	2	13	Separador de líquido y gas	2
7	Regulador de flujo	4			

D.1.5.11.6 Descripción del control y la regulación del sistema de HVAC

D.1.5.11.6.1 Sistema de control

General

El arranque de las unidades de HVAC será secuencial, con el fin de minimizar la corriente de entrada en la unidad de alimentación auxiliar.

El sistema de control facilita la operación automática del sistema de HVAC en función de la temperatura medida por los sensores de temperatura situados en el interior y exterior de los compartimentos de pasajeros y en la cabina del conductor.

El controlador digital es el componente central del sistema de control de HVAC y sus principales funciones son:

- Comunicación con el TNC mediante el bus de comunicaciones del tren
- Control de la temperatura
- Control de los componentes mediante contactos
- Control de los reguladores de admisión de aire
- Comunicación de fallo a través del bus de comunicaciones del tren y registro de fallos

La primera vez que se conecta el controlador se realiza un autodiagnóstico durante el cual el controlador comprueba todos los sensores de temperatura, verifica la posición de los reguladores de admisión, comprueba el estado del inversor de emergencia, revisa la inicialización del sistema de comunicaciones bus del tren, etc. Tras estas pruebas, el controlador registra los resultados del autodiagnóstico y los envía al ordenador de a bordo mediante el bus de comunicaciones del tren. Tras el proceso de autodiagnóstico, el controlador pasa a "modo de desconexión" y permanece en espera hasta recibir una nueva orden de conexión.

En caso de fallo de uno de los componentes, el controlador tratará de activarlo tres veces. Tras el cuarto intento, el componente no volverá a estar disponible hasta que se realicen tareas de mantenimiento.

En caso de fallo de uno de los ventiladores, el ventilador que permanece activo es capaz de suministrar la cantidad de aire exterior necesaria a través de la solapa de aire exterior/de retorno.

El controlador digital controla la unidad de HVAC y se encuentra en el panel de control eléctrico, junto con el resto de componentes eléctricos, como los contactos, los relés, los disyuntores, etc.

El controlador digital regula el sistema de HVAC de la sala. La selección de los modos de funcionamiento deseados se realiza a través de las entradas del bus de comunicaciones del tren desde el sistema del tren.

Existen disponibles los siguientes submodos:

- Modo de parada
- Modo de ventilación
- Modo parcial
- Modo completo
- Modo de ventilación solo con recirculación
- Modo parcial solo con recirculación
- Modo completo solo con recirculación
- Modo humo

El controlador acciona los modos relevantes en función de la información recibida a través del bus de comunicaciones del tren y de la temperatura (interior y exterior). Además, el controlador recibe información de los componentes y deduce la condición de funcionamiento actual. El controlador clasifica los fallos y almacena los errores en la memoria de eventos. Las condiciones de funcionamiento y los mensajes de error se envían desde el controlador digital hasta el sistema del tren a través del bus de comunicaciones del tren.

D.1.5.11.6.2 Modo de funcionamiento

Modo de parada

Cuando se envía una señal de modo de desconexión desde el ordenador de a bordo hasta el sistema de HVAC a través del bus de comunicaciones del tren, el sistema de HVAC se detiene y solamente se conecta el controlador. No es posible realizar tareas de ventilación, refrigeración o calefacción.

Modo de ventilación

En el modo de ventilación, solamente funciona el ventilador de suministro para expulsar el aire exterior y el aire de recirculación hasta la sala.

Modo parcial

En modo parcial, solamente funciona un compresor por cada unidad de HVAC, y se dispone de una capacidad de refrigeración parcial.

Modo completo

En modo completo, funcionan dos compresores por cada unidad de HVAC, y se dispone de una capacidad de refrigeración total.

Modo de ventilación solo con recirculación

En modo de ventilación solo con recirculación únicamente funciona el ventilador de aire de suministro, y el regulador de admisión de aire exterior permanece cerrado.

Modo parcial solo con recirculación

En modo parcial solo con recirculación, únicamente funciona un compresor por cada unidad de HVAC, que dispone de una capacidad de refrigeración parcial. En este modo, el regulador de admisión de aire exterior permanece cerrado.

Modo completo solo con recirculación



En modo completo solo con recirculación, funcionan dos compresores por cada unidad de HVAC, y se dispone de una capacidad de refrigeración total. En este modo, el regulador de admisión de aire exterior permanece cerrado.

008942

Modo de emergencia

El modo de emergencia se activa mediante el bus de comunicaciones del tren en caso de pérdida de alimentación auxiliar o cuando el controlador detecta que el bus de comunicaciones del tren presenta fallos. En estos casos, la unidad activa la ventilación de emergencia automáticamente. Los reguladores de admisión de aire de retorno permanecen cerrados. Los ventiladores de aire de suministro se conectan y se alimentan desde una batería a través de inversores de CC/CA.

Modo humo

Cada unidad de HVAC de sala está equipada con tres detectores de humo: uno para el aire exterior y dos para el aire de retorno.

Cuando se activa la señal de humo exterior, el regulador de admisión de aire exterior se cierra.

Cuando se activa la señal del circuito de detección de incendios, el regulador de admisión de aire exterior y el ventilador de aire de suministro se desconectan.

D.1.5.11.7 Red de comunicaciones

Todos los controladores de la unidad de HVAC están conectados mediante Ethernet.

La interfaz de servicio de los controladores es RS232.

D.1.5.11.8 Sistema de conductos de aire

Los conductos del sistema de aire de la unidad de HVAC de sala se dividen en dos tipos: el sistema de conductos principal y el sistema de conductos de retorno.

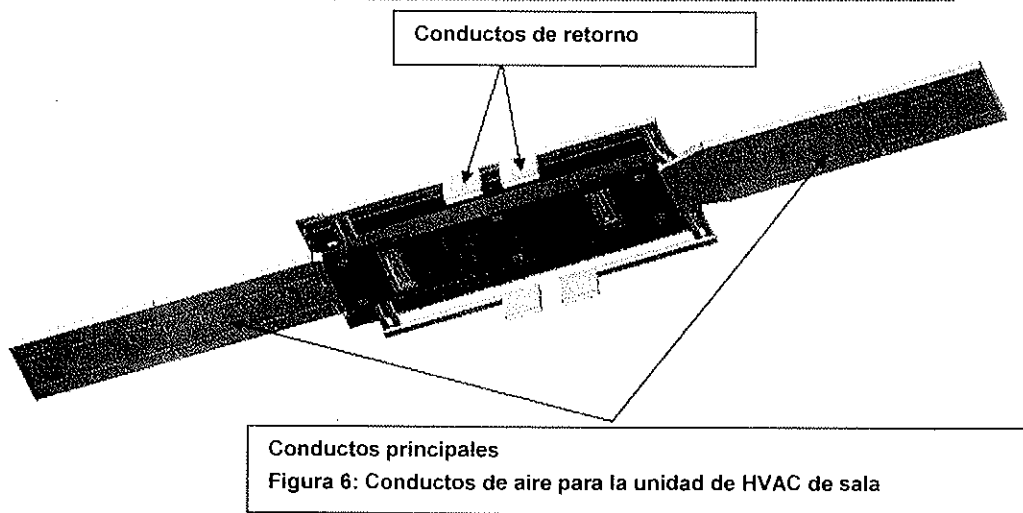
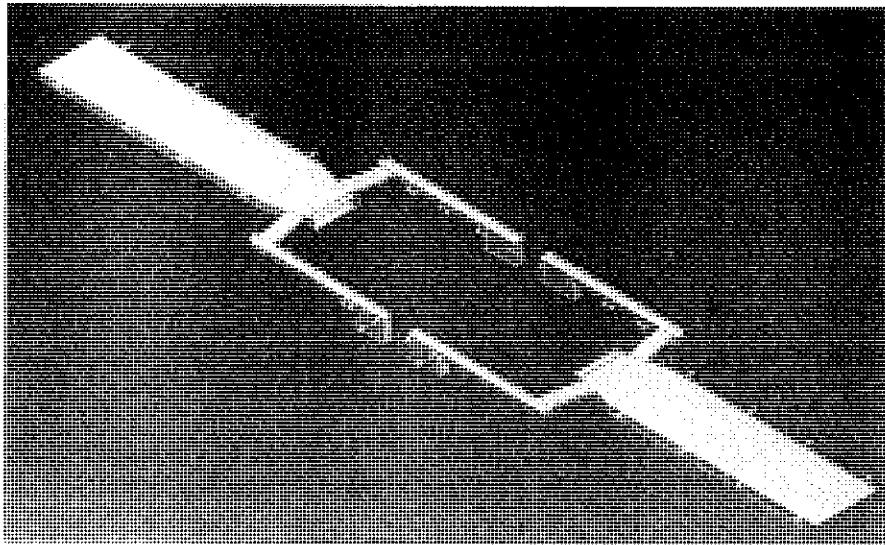
Los conductos principales suministran aire a lo largo de todo el coche, salvo en el volumen situado por debajo de la unidad de HVAC.

Los conductos de retorno suministran aire hasta interior de la sala en el volumen situado por debajo de la unidad de HVAC.

La parte inferior de los conductos principales está equipada con solapas que permiten regular el flujo de aire. El ángulo de apertura de las solapas se modificará y determinará durante la comprobación del volumen de aire en el metro.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA

008943



D.1.5.11.9 Ruido y vibraciones

El compresor incorpora reguladores de vibración. La unidad de HVAC de la sala y la cabina del conductor cumplirá la norma IEC 61373-2010 en materia de vibraciones y golpes.

La siguiente tabla incluye más información sobre el ruido emitido por la unidad de HVAC.

Nivel de presión acústica exterior

Equipo	Nivel de presión acústica (db(A)) A 7,5 m desde el centro del equipo
Unidad de HVAC de sala	68

Nivel de potencia acústica de la unidad de HVAC

Pieza	Nivel de potencia acústica (db(A))

CONSORCIO [9352]
 INSTITUCIÓN
 REGULADORA DE
 SERVICIOS PÚBLICOS
 DE LA REGIÓN LIMA

Unidad de HVAC de sala	Apertura de aire de suministro (total)	82
	Apertura de aire de retorno (total)	66

008944

D.1.5.11.10 RAMS

La Distancia Promedio entre Fallos de cada unida de HVAC es la siguiente, y cumple los requisitos por completo.

	Distancia Promedio entre Fallos (MDB) [km]
Por unidad de HVAC de sala	1.434.352

D.1.5.12 Sistema de conducción y otros aspectos de la cabina de conducción

D.1.5.12.1 Panel de conducción y generalidades

General En los extremos del tren, los coches M1 están equipados con un panel para la conducción de modo manual (ubicación oculta y segura), para la conducción en el Patio de maniobras, el taller de mantenimiento y para condiciones degradadas y de emergencia.

Cada panel para la conducción de emergencia se divide en las siguientes secciones:

A- Comandos, panel de indicadores y TOD diagnóstico (Pantalla del operador del tren): este panel contiene todos los comandos las indicaciones visuales y el monitor de diagnóstico necesarios para el conductor para conducir el tren de acuerdo con los requisitos Anexo 6 :

- el comando para la inversión de la dirección se activa en modo manual y sin sistema de ATP ("bypass" CBTC), el conductor no utiliza este comando para el servicio de pasajeros, pero sólo en el depósito.
 - El comando del freno de emergencia
 - El comando para el desacoplamiento
 - El velocímetro y Cuenta Kilometros (TOD)
 - Los Indicadores de presión del circuito neumático
 - Los Comandos y los controles para la apertura / cierre de las Puertas
 - Los Comandos para las limpiaparabrisas
- Panel para la conducción de modo manual – características principales

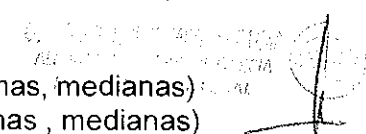
No se instalarán controles para las luces porque el vehículo es dirverless, un control manual se puede proporcionar como una opción sólo para el control de las luces de servicio.

B – Manipolador para los comandos de tracción / frenado. Están previstas las siguientes posiciones:

- Posición de deriva (sin esfuerzo aplicado) ,
- Posiciones de tracción (posiciones máximas y mínimas, medianas)
- Posiciones de frenado (posiciones máximas y mínimas , medianas)
- Posición SCEB (Slide Control Emergency Brake)

En la palanca del manipulador se prevé un control de "hombre muerto" para evitar el movimiento del tren sin accionamiento manual positivo del conductor (en case de guía manual). Si se libera ese control, la propulsión

CONSORCIO [9353]
NUEVO METRO DE LIMA



008945

se desactivará y el frenado de emergencia se aplicará inmediatamente.
 El panel B también está equipado con un selector de modo con el fin de seleccionar los diferentes modos de conducción (consulte la siguiente sección)

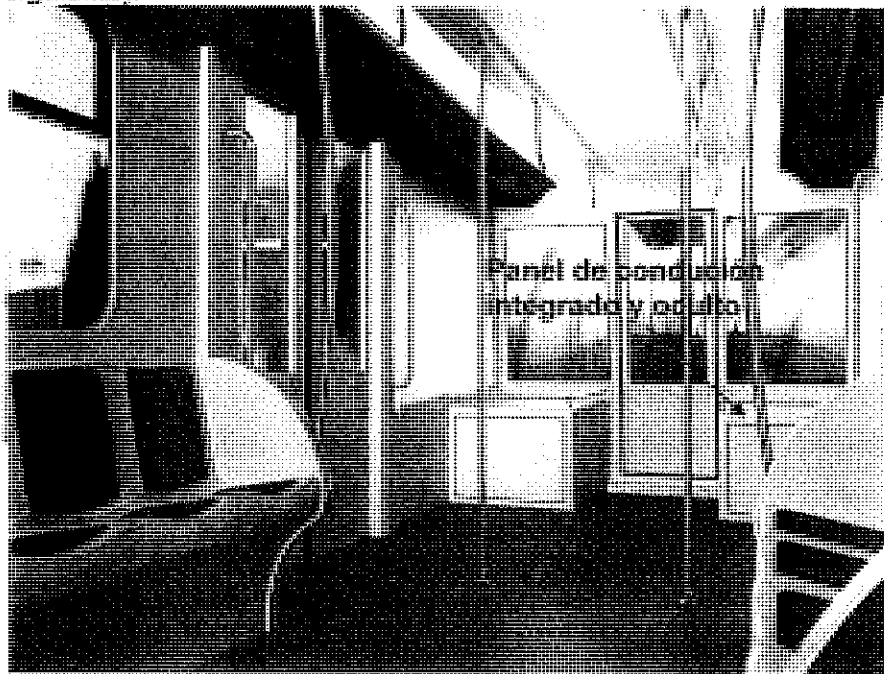
C – El panel CBTC: equipado con una unidad de visualización (gestionado por el CBTC) con, al menos, la siguiente información:

- velocidad del vehículo
- modalidad de conducción del vehículo
- información de fallas de ATC
- indicación de exceso de velocidad

D - El panel para difundir anuncios en el interior del tren y para las comunicaciones con el PCO: equipado con equipos de TLC usadas para obtener todas las funciones necesarias y permitir la comunicación entre el conductor y los demás conductores, pasajeros y PCO .

La cabina de conducción y el asiento del conductor no se han previsto para la configuración básica del tren, ya que los trenes son automatizados sin conductor a bordo y la conducción manual está prevista sólo en condiciones de emergencia, según Anexo 6 ESPECIFICACIONES Técnicas. Por tanto, los paneles de conducción de emergencia están integrados en el compartimento de pasajeros y están ubicados en posición oculta y segura el extremo de cada uno de los coches M1 (figura siguiente).

Cabina de conducción y espejos retrovisores



Una separación de la cabina de conducción respecto a la area de pasajeros puede ser prevista, como opción, si requerida por el operador. Espejos retrovisores puede ser previstos como opción si requeridos; nuestra solución no tienen espejos retrovisores porque las estaciones tiene puertas de andén. Todavía están incluido en el estudio general de la estética del vehículo, "design book" sección D.1.11, y en el estudio de galibo según la norma UNI 7360:2010, pero su instalación depende de las necesidades durante la operación del servicio. Se definirá su aplicación cuando se definan los procedimientos de conducción manual de trenes en los EDI correspondientes.

008946

D.1.5.12.2 Modos de conducción**D.1.5.12.3 Administración de los modos de conducción por el CBTC**

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

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

D.1.5.12.3.1 Modo de conducción UTO, automático y sin conductor

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

D.1.5.12.3.2 Modo de conducción automático, con asistente a bordo (AMA)

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

D.1.5.12.3.3 Modo de conducción Manual bajo supervisión ATP, con conductor a bordo (ATPM)

Existirá un submodo de conducción Manual, bajo supervisión ATP, en el cual el tren será conducido manualmente por un conductor que deberá respetar las indicaciones proporcionadas por el sistema ATP a través de la interfaz de conducción de a bordo. 008947

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

D.1.5.12.3.4 Modo de conducción Manual a la vista, con conductor a bordo y velocidad máxima supervisada por el subsistema ATP (RM)

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

D.1.5.12.3.5 Modo de conducción Manual a la vista, con conductor a bordo y velocidad máxima supervisada por el Material Rodante

Existirá un submodo de conducción Manual a la vista, con velocidad máxima (15 km/h) limitada y supervisada directamente por el Material Rodante.

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

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

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

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

D.1.5.12.4 Supervisión de las transiciones entre modos de conducción

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

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

- UTO
- ATPM
- AMA
- RM

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

- CBTC (de manera que el modo de conducción efectivo será el seleccionado en el conmutador de modos de conducción CBTC);
- Marcha manual a la vista (es decir modo fuera del control del sistema CBTC, con el equipo de a bordo aislado).



008948

D.1.5.13 Alumbrado

Iluminación interior de los compartimentos de pasajeros	Dos (2) tubos de iluminación longitudinales por coche. 110 VCC.
Suministro eléctrico	Se instalarán en dos líneas separadas y alimentacione independiente: un servicio para las luces y uno para las luces de emergencia. La línea de las luces de emergencia será alimentado por las baterías en condiciones de falta de tensión de alimentación primaria durante una hora.
Nivel de iluminación interior	De conformidad con la norma EN 13272.
Lámparas de techo	Dos (2) tubos de iluminación longitudinal con lámparas LED
Blindaje	Fabricado a base de policarbonato estabilizado frente a UV con superficie prismática
Iluminación externa del extremo frontal	2 faros con luz blanca y 2 faros con luz roja, con tecnología LED, conmutables automáticamente con la predisposición del sentido de marcha

D.1.5.14 Caja

Características de construcción	Estructura realizada mediante el uso de la enorme tecnología de extrusión de aluminio combinada con piezas compuestas por canalizaciones estructurales y paneles soldados.
Proteccion anticlimber	Cada extremo del tren está equipado con una protección anticlimber realizada en correspondencia de los marcos, con la doble función de absorber parte de la energía del impacto y al mismo tiempo evitar la superposición de los coches.
Extremo frontal	La cubierta externa del extremo frontal está fabricada en Fiberglass Reinforced Plastic. La estructura está equipada con parachoques, postes de esquina y antitrepadores.
Estructura del piso	Estructura de aleación ligera; soportes resistentes para piso de madera.
Amortiguadores	Instalados en el acoplador y capaces de absorber impactos para garantizar la seguridad pasiva en caso de impacto, de acuerdo a la norma EN 15227 para la categoría C-II.

Para mas detalles consulte la sección D.1.9.

D.1.5.15 Bogies

D.1.5.15.1 Introducción

La finalidad del presente documento es describir las características de los bogies (motor y portante) propuestos para la oferta para el Metro de Lima por parte de AnsaldoBreda

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALUMBRADO Y BLINDAJE
REVISIÓN TÉCNICA



Bogie motor

Número de motores por bogie Dos (2) instalados transversalmente

Bastidor	Rígido formado por estructuras de caja soldada	008949
Sistema frenado	de Un disco interno por cada eje con accionador neumático	
Areneros	Controlados neumáticamente.	
Lubricación de las pestañas de las ruedas	de Previsto. Consulte la sección D.1.5.15.6.11.	
Detector de obstáculos en línea	de Previsto	
Cepas limpiadoras	Opcional. El EDI definirá la necesidad real.	
Bogie remolque	Características simil a las del bogie motor.	
Discos frenado	de Dos (2) discos internos por eje (4 discos por bogie); pinza neumática de tipo flotante.	

D.1.5.15.2 Generalidades

La arquitectura de los bogies es la típica, con un bastidor rígido, una suspensión de caucho primaria y una suspensión neumática secundaria, 2 motores transversales totalmente suspendidos, discos de freno montados en eje y una traviesa superior conectada a la caja del coche a través de la corona de rotación del rodamiento de bolas.

Los bogies portantes son el resultado de una modificación de los bogies motores: Se diferencian únicamente en la ausencia de soportes de motor, reductora y soportes para el dispositivo de orientación de los acopladores y en la presencia de dos discos de freno en cada eje.

En las figuras 1 y 2 se muestran algunas vistas y cortes del bogie.

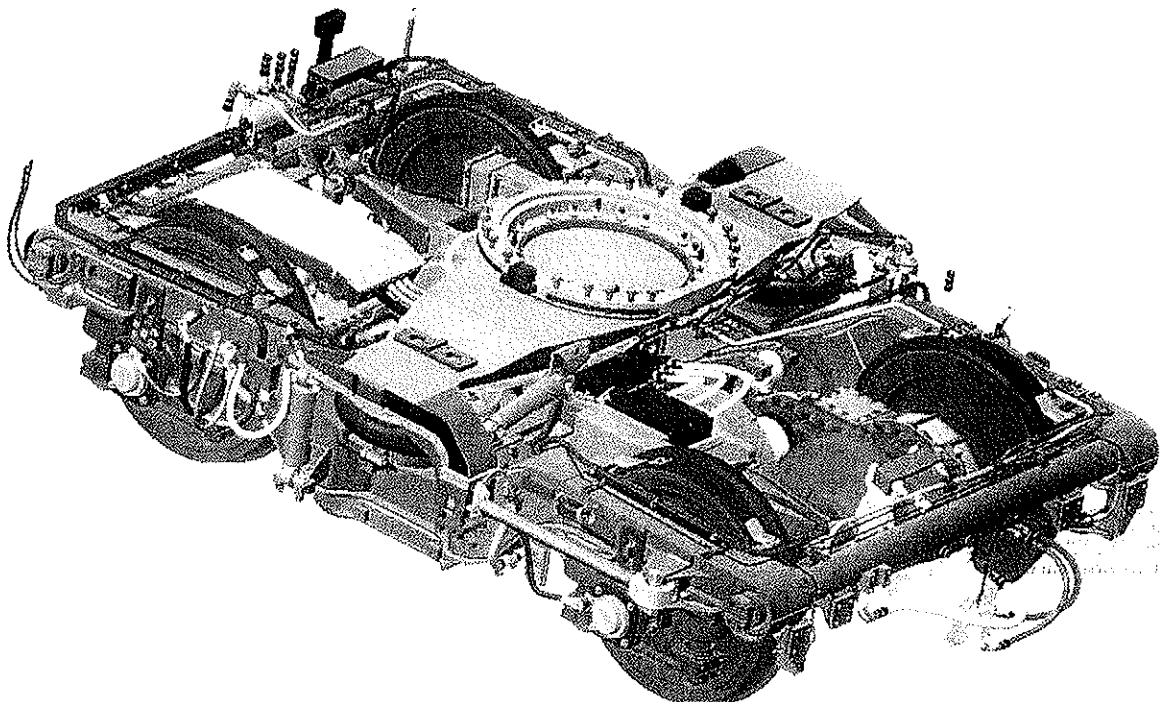


Figura 1 – Vista superior del bogie motor

008950

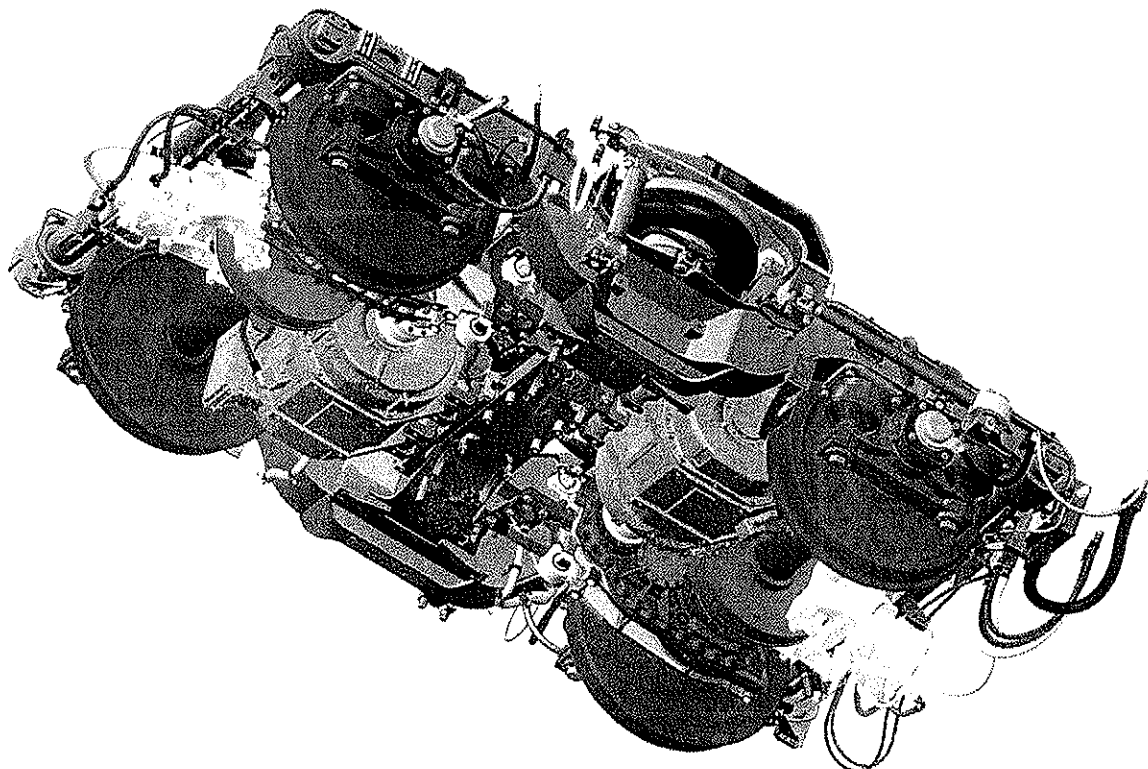


Figura 2 – Vista inferior del bogie motor

CONSORCIO DEL METRO DE LIMA
AUTORIDAD DEL METRO DE LIMA
AV. METRO, 2008, LIMA



D.1.5.15.3 Seguridad y mantenimiento

El bogie está diseñado para garantizar lo siguiente:

008951

- Seguridad y calidad del viaje a través de la optimización de las características de la suspensión.
- Valor mínimo de las masas no suspendidas.
- Viajes lo más silenciosos posibles gracias a la reducción del nivel de ruido de vehículo (minimización del nivel de ruido de vehículo).
- Simplicidad de las operaciones de desmontaje de los componentes de bogie, prestando especial atención a los elementos del eje montado, las unidades de engranaje y el motor de tracción.
- En caso de descarrilamiento, será posible levantar el vehículo para el encarrilamiento del bogie que quede sujeto a la caja del coche mediante topes verticales de las suspensiones primaria y secundaria.
- Minimización de los costes de mantenimiento.
- Facilidad de manipulación con grúa, cuando se desmonten del vehículo.

D.1.5.15.4 Reglas de diseño para los componentes principales

El diseño de la estructura del bastidor del bogie y de la traviesa superior se ha realizado por el método de elementos finitos (MEF) de acuerdo con la norma europea EN 13749. Además, estas estructuras se han ensayado según dicha norma EN 13749. Para el diseño de estructuras soldadas se ha seguido la recomendación 9 del Eurocódigo.

Los ejes montados se han diseñados de acuerdo con normas EN. En particular, los ejes se han diseñado según las normas EN 13103 y 13104 y suministrado en conformidad con las normas EN 13260 y 13261, mientras que las ruedas se han diseñado de acuerdo con la norma EN 13979 y suministrado en conformidad con la norma EN 13262.

Los rodamientos de caja de cojinetes son unidades cónicas cerradas que no precisan mantenimiento entre dos periodos de mantenimiento principales. Se han diseñado y fabricado según las normas EN 12080, EN 12081 y EN 12082.

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA

D.1.5.15.5 Características principales de los bogies

008952

La tabla 1 recoge las características principales de los bogies:

	Bogie motor	Bogie remolque
Eje montado	2.150-2.300 mm	2.150-2.300 mm
Diámetro de rueda nueva/desgastada	820/760 mm	820/760 mm
Perfil de rueda	ORE S1002	ORE S1002
Anchura de llanta de rueda	135 mm	135 mm
Disco de freno	Uno por eje; autoventilado	Dos por eje; autoventilado
Tipo de caja de cojinetes	De hierro, con dos asientos para la suspensión primaria	De hierro, con dos asientos para la suspensión primaria
Suspensión primaria	Con resortes cónicos de caucho vulcanizado; cuatro resortes por eje	Con resortes cónicos de caucho vulcanizado; cuatro resortes por eje
Bastidor	Con forma de H; con montantes de acero soldado; termotratado antes del mecanizado mecánico	Con forma de H; con montantes de acero soldado; termotratado antes del mecanizado mecánico
Conjunto de conexión de tracción	Con dos bielas laterales	Con dos bielas laterales
Suspensión secundaria	Con dos muelles neumáticos, parachoques interno y válvulas de nivelación	Con dos muelles neumáticos, parachoques interno y válvulas de nivelación
Protector en las cuatro ruedas	Sí	Sí
Bloque de limpieza	Sí	Sí
Lubricador de pestañas de rueda	Sí	-
Arenero	Sí	Sí
Altura de la corona de rotación sobre la cara del carril (ToR)	1.040 mm	1.040 mm
Velocidad máxima	90 Km/h	90 Km/h
Trocha	1.435 mm	1.435 mm

Tabla 1 – Características principales de los bogies

D.1.5.15.6 Bogie motor

D.1.5.15.6.1 Bastidor y arquitectura

008953

El bastidor del bogie es de tipo clásico, con forma de H y rodamientos exteriores y con dos soportes de motor. Hay dos armazones laterales conectados por medio de una robusta viga central y dos montantes extremos tubulares.

En la viga central se encuentran todos los soportes para el motor de tracción y para la bieleta de reacción de la reductora, mientras que en los montantes extremos están todos los soportes para la zapata de freno y el cilindro de freno.

El bastidor es de acero S355J2G3 UNI EN 10025 según la norma 15085; las planchas de metal se cortan y sueldan, tras lo cual se someten a un tratamiento térmico de relajación de los esfuerzos interiores resultantes de la soldadura antes de proceder a su mecanizado.

Además de los soportes para el motor de tracción y la reductora, en el bastidor también se encuentran todos los soportes de conexión de tracción, amortiguadores, abrazaderas para sistemas, etc. Por otra parte, existen soportes para levantar los bogies y manipular el bastidor/bogie en el taller.

Es posible levantar el bastidor del bogie desde el lado inferior de la zona central, debajo de las suspensiones secundarias, durante las operaciones de cambio de eje montado desde abajo.

Todas las partes estructurales están diseñadas para 30 años de servicio.

En las figuras 3 y 4 se muestran vistas del bastidor del bogie.

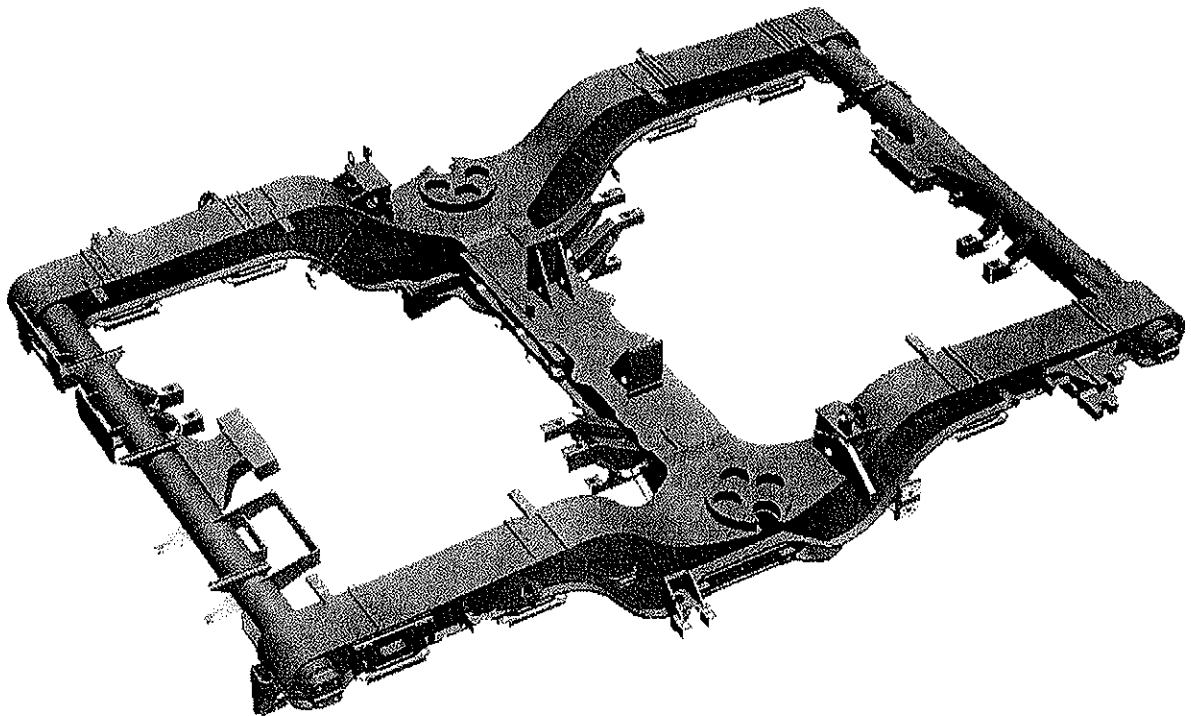


Figura 3 – Vista superior del bastidor del bogie motor

PROYECTO: NUEVO METRO DE LIMA
ACTIVIDAD: ESTUDIO DE PRELIMINAR
FECHA: 10/05/2011
DISEÑADOR: [Firma]

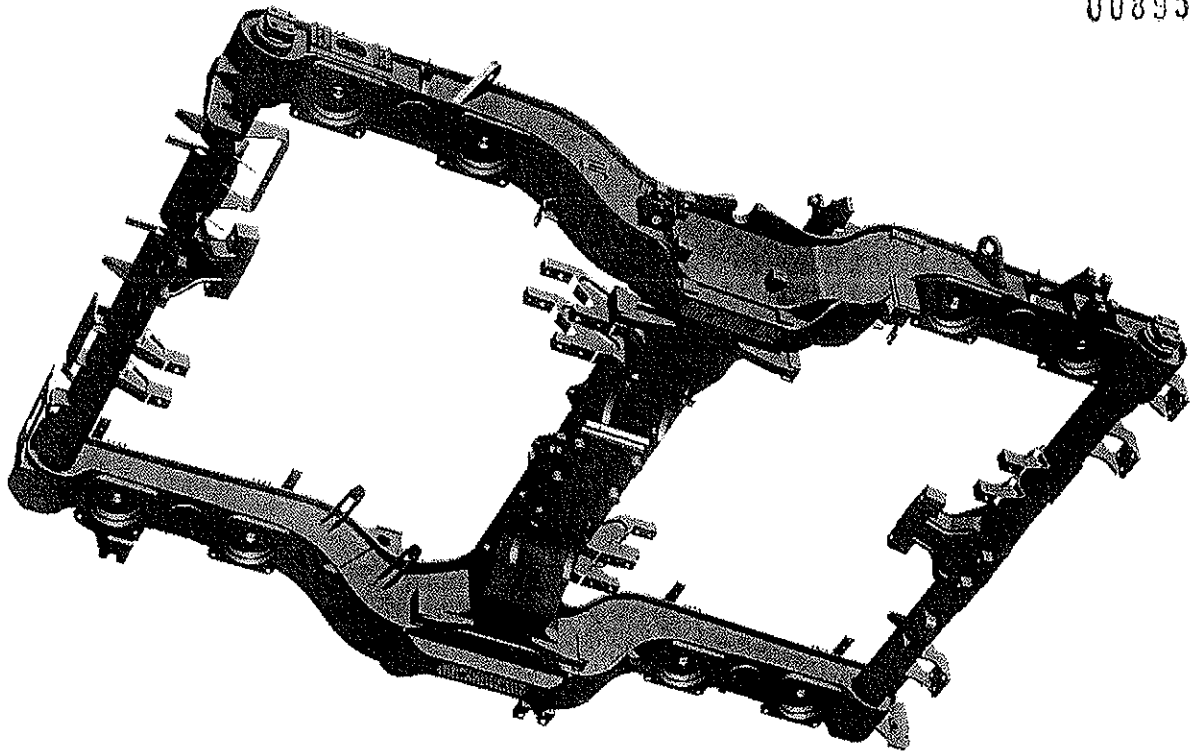


Figura 4 – Vista inferior del bastidor del bogie motor

D.1.5.15.6.2 Traviesa superior

La traviesa superior (figuras 5 y 6) proporciona la conexión entre el bastidor del bogie y la caja del coche.

Es del mismo acero que el bastidor del bogie; las planchas de metal se cortan y sueldan, tras lo cual se someten a un tratamiento térmico de relajación de esfuerzos interiores para eliminar todos los esfuerzos interiores residuales resultantes de la soldadura antes de proceder a su mecanizado.

También sirve de depósito auxiliar para las suspensiones secundarias.

El travesañ superior transmite todas las fuerzas laterales y de tracción a la caja del coche a través de una corona de rotación, la cual permite al mismo tiempo la rotación caja-bogie (figuras 7 y 8). A pesar de no ser estanca al agua, la corona de rotación de rodamientos de bolas está adecuadamente protegida para impedir la entrada de agua.

Las fuerzas horizontales son transmitidas al bastidor del bogie por dos bielas colocadas fuera de los armazones laterales y por la rigidez lateral de los muelles neumáticos y los parachoques laterales, para minimizar los desplazamientos laterales de la caja del coche. Estos parachoques están fijados a la traviesa superior y empiezan a trabajar cuando ésta supera los 10 mm de desplazamiento lateral en relación con el bastidor del bogie.

CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA
 008954

008953

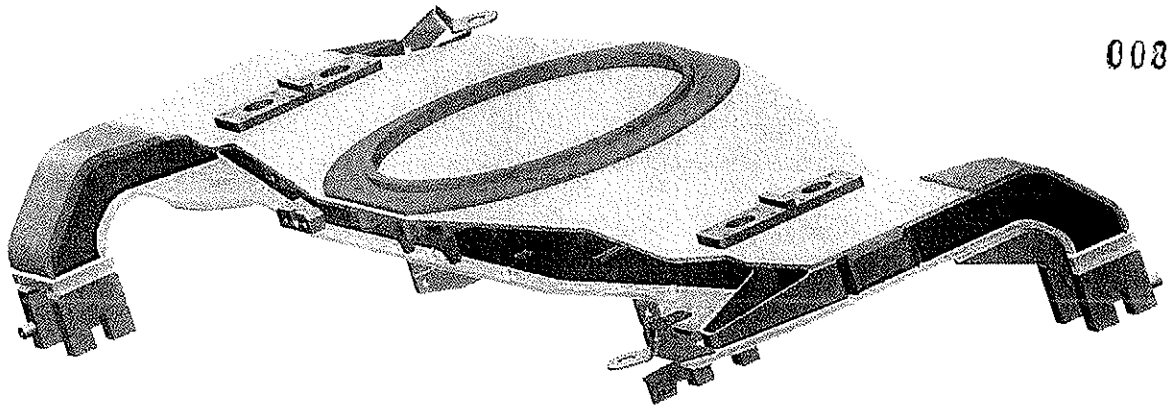


Figura 5 – Vista superior de la traviesa superior

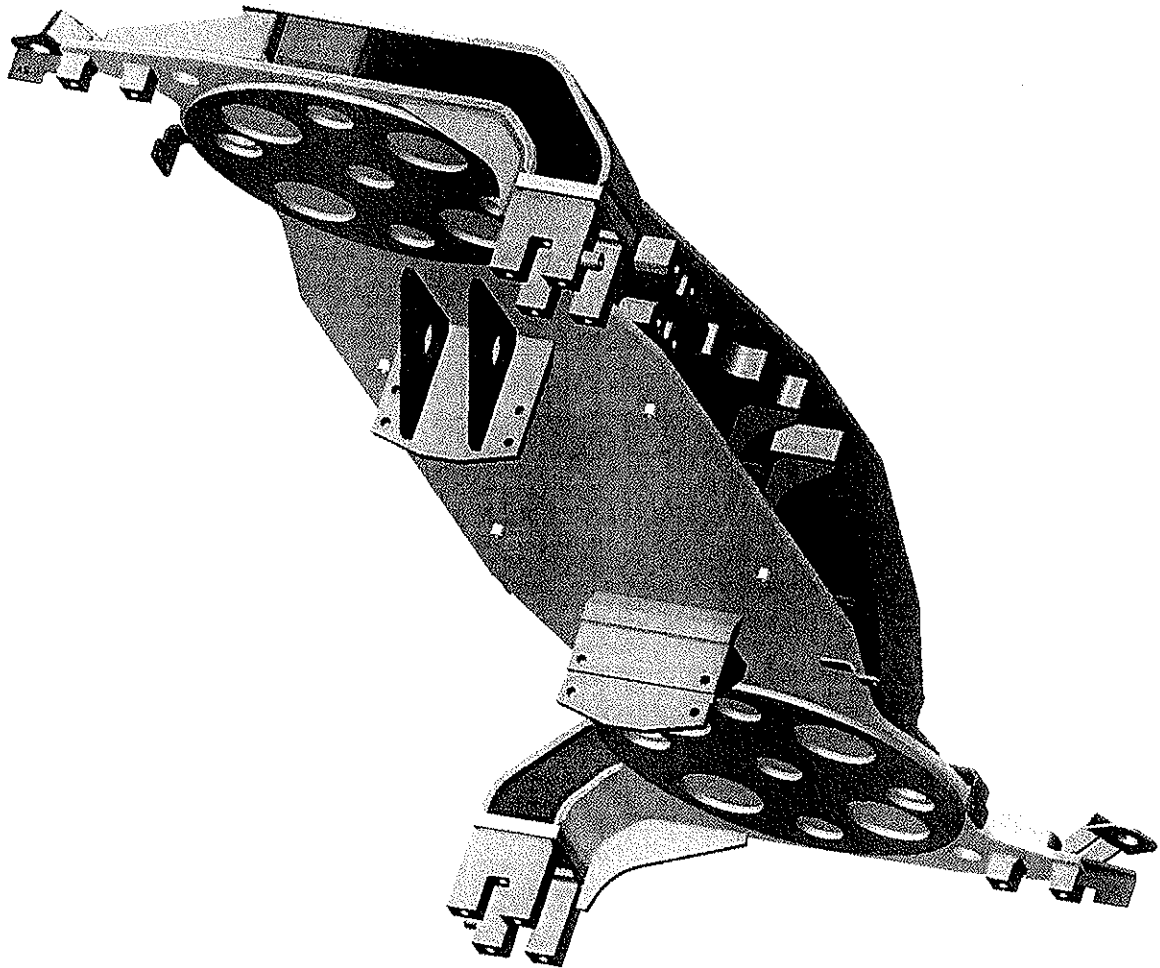


Figura 6 – Vista inferior de la traviesa superior

ING. JUAN CARLOS GARCÍA
ING. JUAN CARLOS GARCÍA
ING. JUAN CARLOS GARCÍA

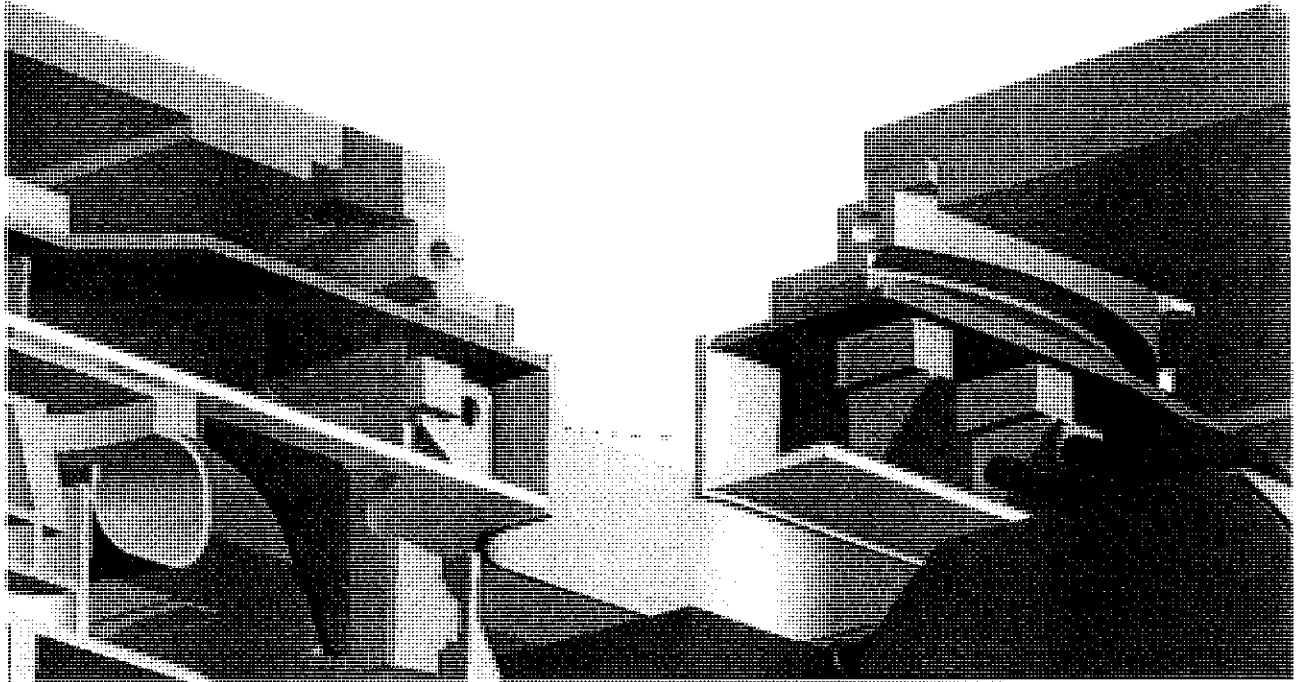


Figura 7 – Vista ampliada dividida: vista inferior de la zona de la corona de rotación

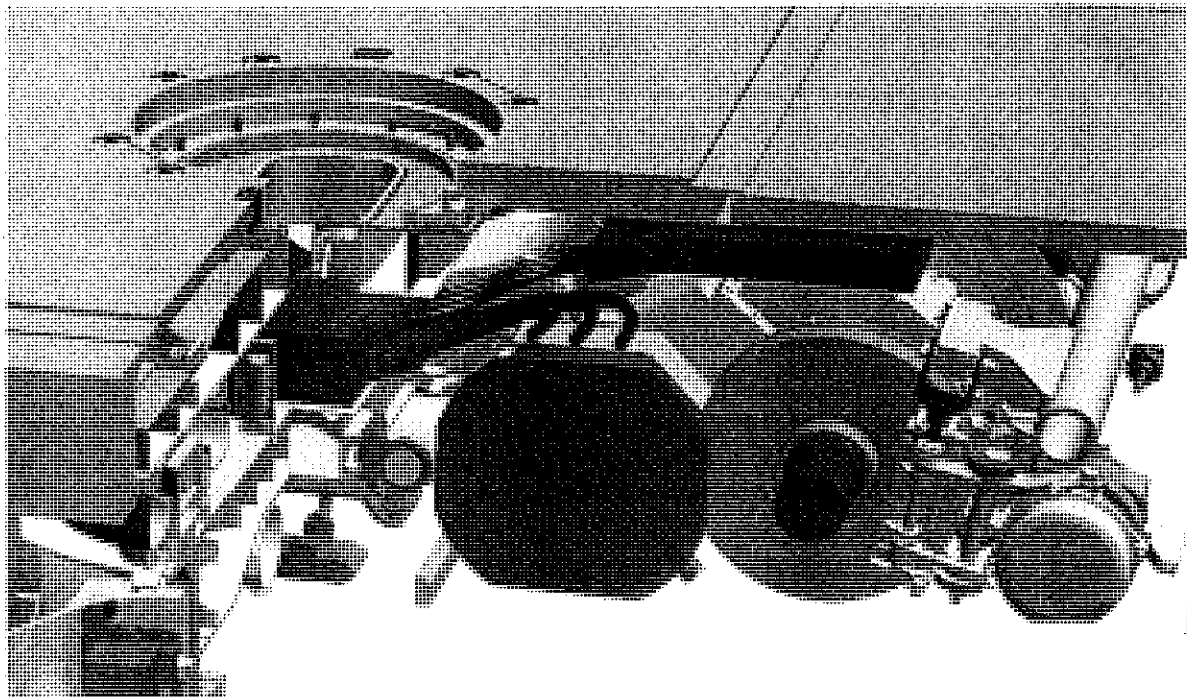


Figura 8 – Vista ampliada dividida: vista superior de la zona de la corona de rotación

MANUEL GARCÍA
INGENIERO EN CIVIL
AUTORIZADO EN
[Signature]

008957

D.1.5.15.6.3 Motor de tracción y reductora

La reductora está directamente montada en el eje mediante un árbol hueco (figura 9); la salida de la rueda dentada está en la misma pieza que el árbol hueco, mientras que los rodamientos de la reductora están montados en él. El conector entre el árbol hueco y el eje es cónico (conicidad: 1:300); este tipo de conexión permite desacoplar fácilmente la reductora del eje sin tener que abrirla.

La reductora cuenta además con un soporte que absorbe la reacción del momento de torsión de frenado/tracción y la disipa a través de un brazo que hay en el soporte de la viga central del bastidor del bogie. Tiene dos etapas de reducción y los engranajes son helicoidales. El alojamiento es de hierro forjado.

Un pasador de seguridad adecuado que está atornillado a la viga central del bastidor del bogie impide la rotación completa de la reductora en caso de rotura del vástago de reacción.

La lubricación de la reductora es natural (sin bomba). El control del aceite se realiza desde el foso, a través de una mirilla. Es posible llenar la reductora de aceite desde el foso.

El motor está totalmente unido al bastidor del bogie por medio de bloques silenciosos de caucho.

Un pasador de seguridad impide que el motor de tracción caiga en caso de rotura de uno de los soportes.

Un acoplamiento de dientes curvos permite la transmisión del par motor entre el motor y la reductora: Este acoplamiento compensa el movimiento entre la reductora (fijada a un eje y unida al bastidor del bogie) y el motor (unido al bastidor del bogie) debido a la deformación de la suspensión primaria.

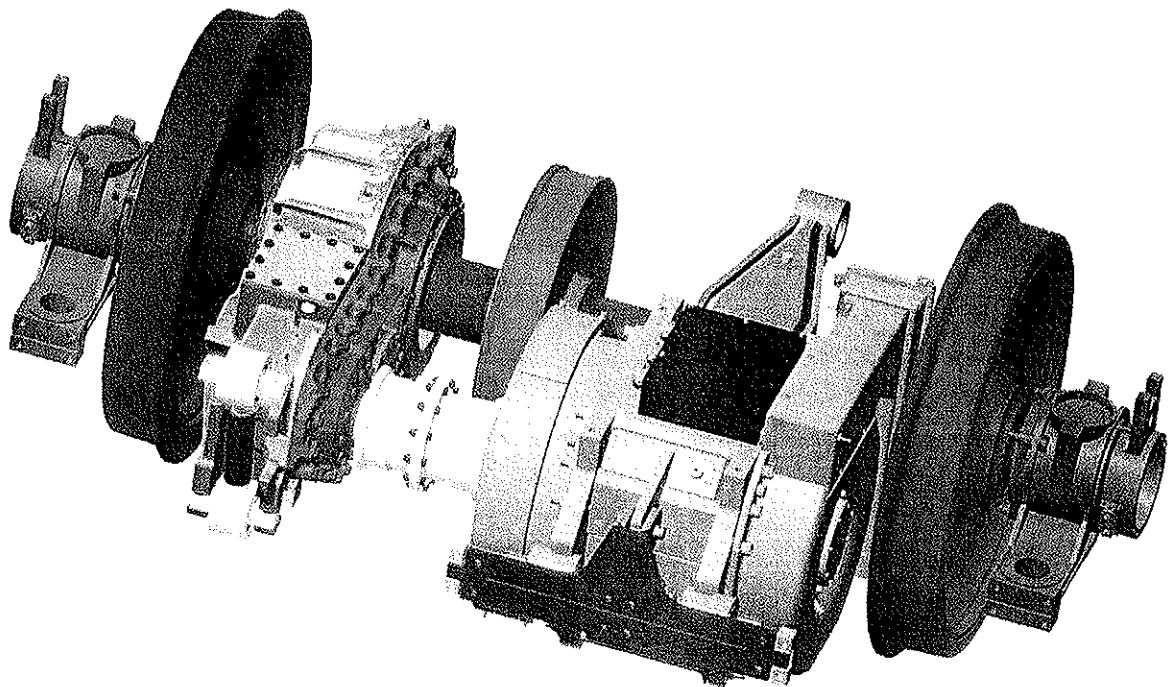


Figura 9 – Montaje de la reductora del motor

D.1.5.15.6.4 Suspensión secundaria

La suspensión secundaria se realiza por medio de dos muelles neumáticos interpuestos entre el bastidor del bogie y la traviesa superior (figura 10). En la traviesa superior se encuentran los depósitos para las suspensiones secundarias que permiten optimizar la rigidez de la suspensión y, por tanto, la comodidad del vehículo.

Dos válvulas de nivelación -una por cada suspensión- permiten mantener el suelo del vehículo a nivel constante cuando la carga cambia. El movimiento vertical se encuentra amortiguado por dos amortiguadores hidráulicos y está limitado hacia abajo por un parachoques de caucho.

Si se detecta un descenso anormal de la presión en uno de los muelles neumáticos, una válvula de retención apropiada reduce la presión en el otro muelle con el fin de mantener la diferencia entre las presiones por debajo de un valor máximo predeterminado.

En caso de falta de aire en los muelles, la traviesa superior está colocada sobre parachoques de caucho que están diseñados con una rigidez tal que permite un servicio temporal, lo que garantiza un viaje seguro a prueba de descarrilamientos.

El movimiento lateral de la caja está limitado por medio de parachoques de caucho elásticos, que están colocados entre la traviesa superior y el bastidor del bogie, y amortiguado por dos amortiguadores hidráulicos de efecto doble.

Si se levanta la caja, el bogie también se elevará gracias a un tope mecánico superior adecuado, sin necesidad de equipos adicionales.

El sistema de suspensión está formado por amortiguadores verticales y transversales adecuados.

La minimización de pequeños desplazamientos transversales se deja en manos de la rigidez transversal de los muelles hidráulicos. No obstante, los desplazamientos están limitados por parachoques laterales de caucho con una rigidez inicialmente baja, que permite minimizar el efecto de un choque durante el contacto; la rigidez aumenta gradualmente a fin de limitar el movimiento en un espacio pequeño.

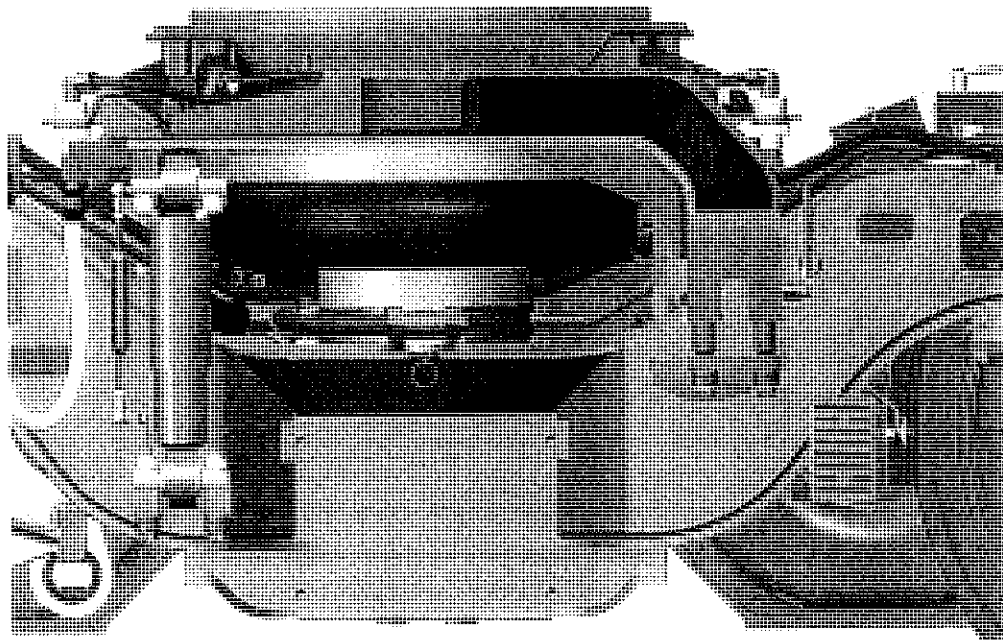


Figura 10 – Suspensión secundaria

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

D.1.5.15.6.5 Suspensión primaria

La suspensión primaria se compone de resortes cónicos que constan de partes metálicas y de caucho vulcanizado (figura 11). El resorte transmite las fuerzas transversales, longitudinales y verticales a través del elemento de caucho, que posee una rigidez variable. Las rigideces longitudinal y transversal de la suspensión primaria están adecuadamente diferenciadas para minimizar los movimientos de guiñada del bogie. No hay amortiguadores gracias a la capacidad amortiguadora del caucho. En cuanto al tope vertical hacia abajo de la suspensión primaria, existen topes metálicos en la caja de cojinetes; en lo que atañe a la carrera hacia arriba, un tope mecánico aporta la limitación a la carrera requerida: más particularmente,

durante el levantamiento del bogie, gracias a estos dispositivos, el eje montado también se eleva sin necesidad de equipos adicionales.

La rigidez de los resortes cónicos está optimizada para restringir la transmisión de vibraciones de la vía al bastidor del bogie, que tiene una influencia positiva en la comodidad y garantiza el nivel requerido de seguridad en marcha.

008559

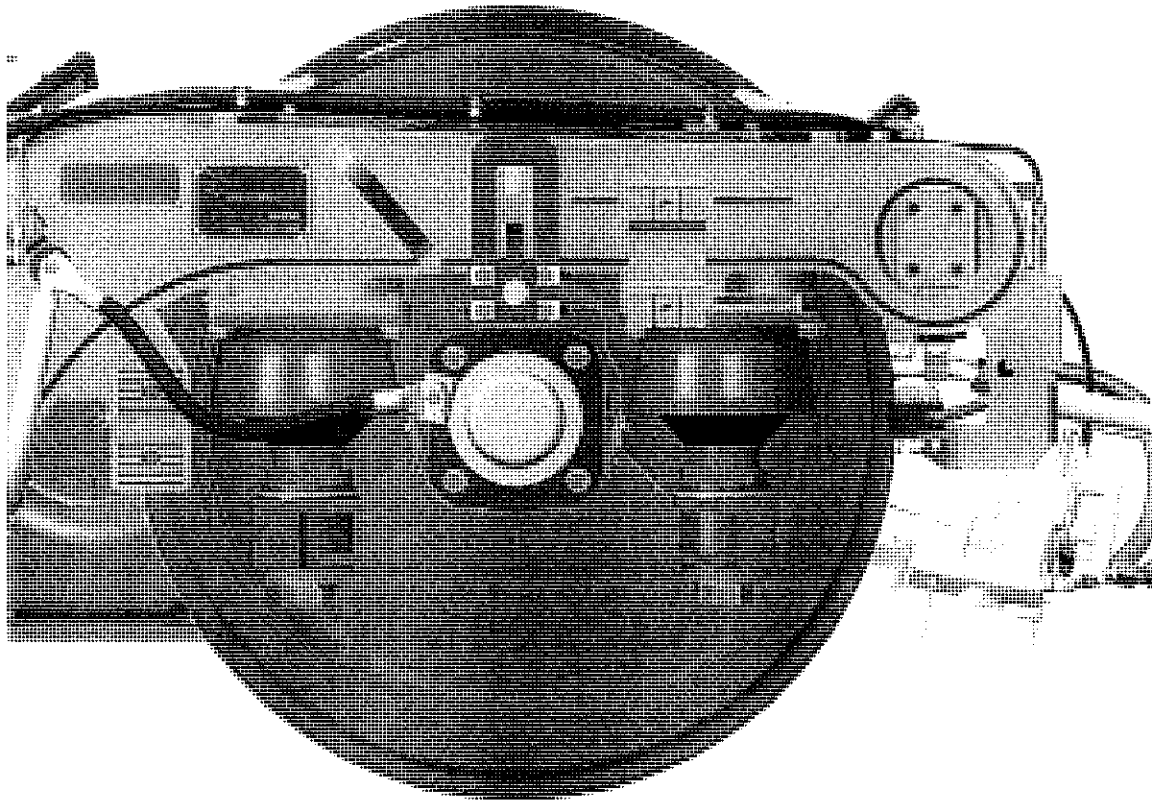


Figura 11 – Suspensión primaria

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

D.1.5.15.6.6 Eje montado

El eje montado motor está compuesto por un eje hueco, 2 ruedas monobloque enterizas, 2 cajas de cojinetes, 1 tren de engranajes y 1 disco de freno (figura 12).

El eje es de acero EA4T según la norma EN 13261 y está diseñado de acuerdo con las normas EN 13103 y EN 13104.

Los asientos de rueda permiten una reducción del diámetro de 2 mm para que cualquier pequeño desperfecto superficial que pueda producirse durante las operaciones de desmontaje pueda ser reparado sin arañar el eje; por otra parte, el asiento del disco de freno permite una reducción de 1 mm.

Los ejes presentan un taladro de 30 mm para la inspección ultrasónica con una sonda de alma hueca.

Las ruedas son de tipo monobloque y han sido diseñadas según la norma EN 13979 y fabricadas con acero ER8 de acuerdo con la norma EN 13262. Pueden equiparse con un sistema de amortiguación capaz de reducir la generación de ruido.

Todos los componentes montados a presión están dotados de un orificio de inyección de aceite apropiado capaz de facilitar el desmontaje durante las operaciones de mantenimiento.

La caja de cojinetes es de hierro forjado esferoide y cuenta con dos asientos para la suspensión primaria; es el asiento para el rodamiento del eje, el soporte para todos los posibles sensores de velocidad instalados en el bogie y, además, el tope mecánico al movimiento hacia arriba de la suspensión primaria que es necesario para levantar el eje montado junto con el bogie.

También proporcionará el punto de enganche para los tornos para ruedas.

Cada caja de cojinetes está dispuesta para el montaje de una escobilla de toma de tierra y del captador para la medición de velocidad necesarios para el ATC y el sistema WSP.

El eje montado motor también dispone del conector a presión del tren de engranajes y de 1 disco de freno.

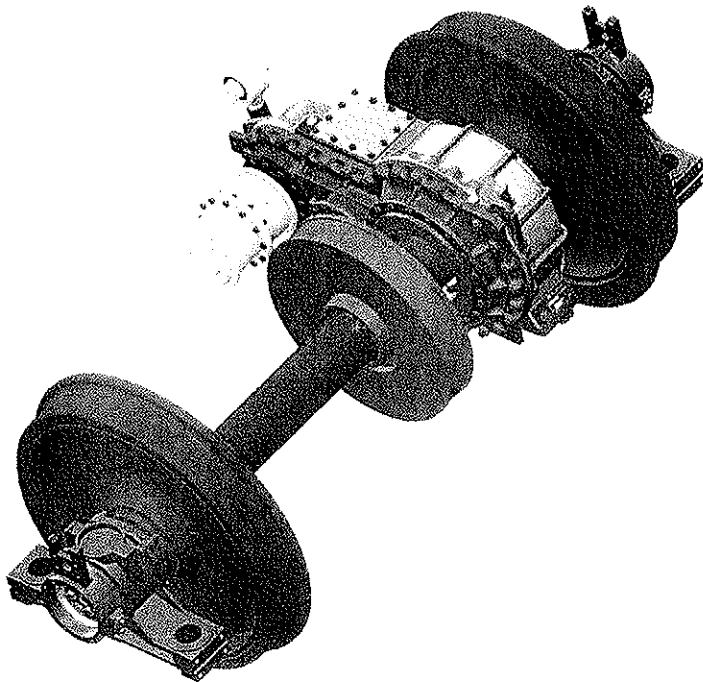


Figura 11 – Eje montado motor

D.1.5.15.6.7 Conexión de tracción

La transmisión de las fuerzas horizontales entre la caja del coche y la traviesa superior es realizada por una corona de rotación (figura 13). La transmisión de las fuerzas longitudinales entre la traviesa superior y el bastidor del bogie es realizada por dos vástagos conectados a dos soportes en la traviesa superior y dos dispositivos de sujeción fijados al bastidor. Los vástagos conectores se mueven longitudinalmente fuera de la viga lateral. Los dispositivos de sujeción de los vástagos a la traviesa superior también soportan un dispositivo para levantar el bogie junto con la caja del coche. De hecho, una nariz atornillada a la traviesa superior se aloja en un asiento apropiado del bastidor y realiza simultáneamente tanto la función de dispositivo de levantamiento como la de tope mecánico al movimiento hacia arriba de la suspensión secundaria.

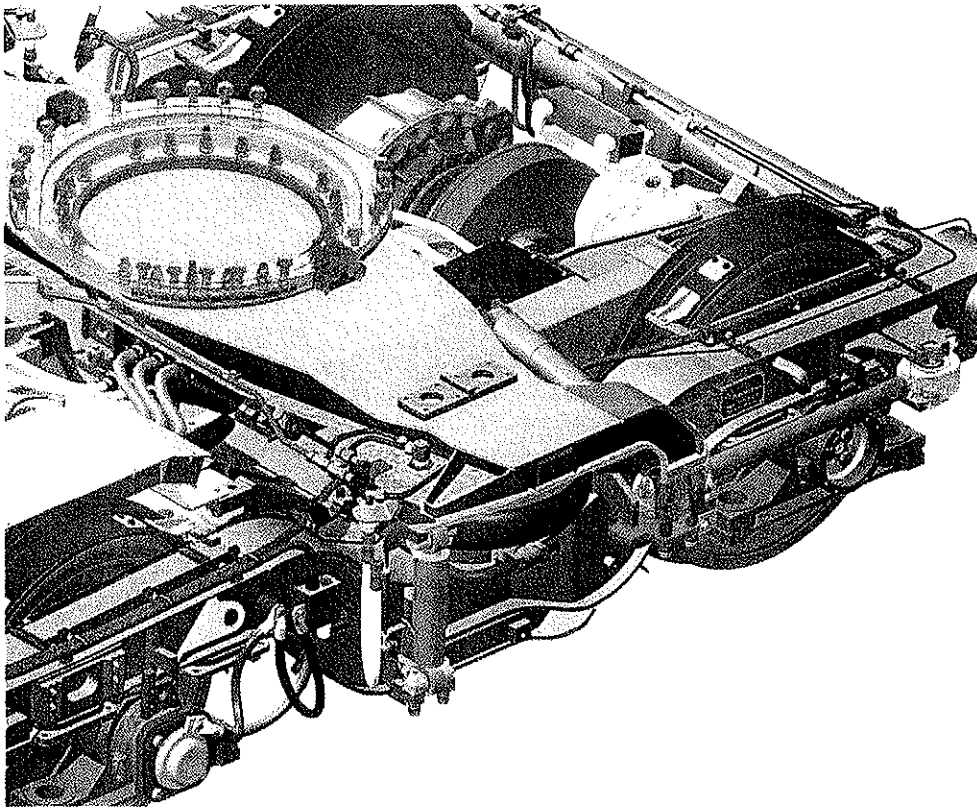


Figura 12 – Conexión de tracción

D.1.5.15.6.8 Equipos de frenado por fricción

El sistema incluye un disco de freno autoventilado por eje, estando la zapata de freno asociada montada en el bastidor del bogie. Las fuerzas de frenado son transmitidas a los montantes de extremo de viga del bastidor por soportes adecuados. Las zapatas y los cilindros son accesibles desde el foso.

D.1.5.15.6.9 Equipo neumático

Todos los accesorios y válvulas para el sistema neumático están conectados entre sí por tubos de acero inoxidable fijados a las estructuras del bogie por medio de abrazaderas y manguitos de tipo Norma Schellen. El sistema neumático está conectado tanto al suministro de aire de la suspensión secundaria como al suministro de aire para los frenos.

D.1.5.15.6.10 Equipos eléctricos

Los cables de alta tensión están protegidos, cuando es necesario, con una vaina de caucho y sujetos mediante manguitos de tipo Norma Schellen. Los cables de baja tensión (sensores de



velocidad y antenas) están protegidos mediante una vaina de caucho ondulado y sujetos mediante manguitos de tipo Norma Schellen.

008962

D.1.5.15.6.11 Lubricador de pestañas

Se prevé tener lubricadores de pestañas en los bogies motores. El número de ejes y la posición de los ejes a lo largo del tren serán evaluados durante la fase de proyecto. Las 4 ruedas del bogie estarán lubricadas.

D.1.5.15.6.12 Arenero

Cada eje podrá ser enarenado. El número y la posición de estos equipos a lo largo del tren serán definidos durante la fase de proyecto.

D.1.5.15.6.13 Kits

El conjunto de bogie básico es común para todos los tipos de bogie. El bogie básico se remata con kits apropiados (incluyendo antenas y sensores) dependiendo de su posición en el tren. Los kits incluyen sensores, antenas, lubricadores de pestañas y, en general, cualquier equipo que pueda cambiar de un tipo de bogie a otro.

D.1.5.15.7 Bogie remolque

En las figuras 14 y 15 se muestra el bogie remolque. Cabe indicarse que el bogie remolque es una modificación del bogie motor, del que se diferencia por la ausencia del motor y del tren de engranajes y la presencia de 2 discos de freno por eje en vez de 1.

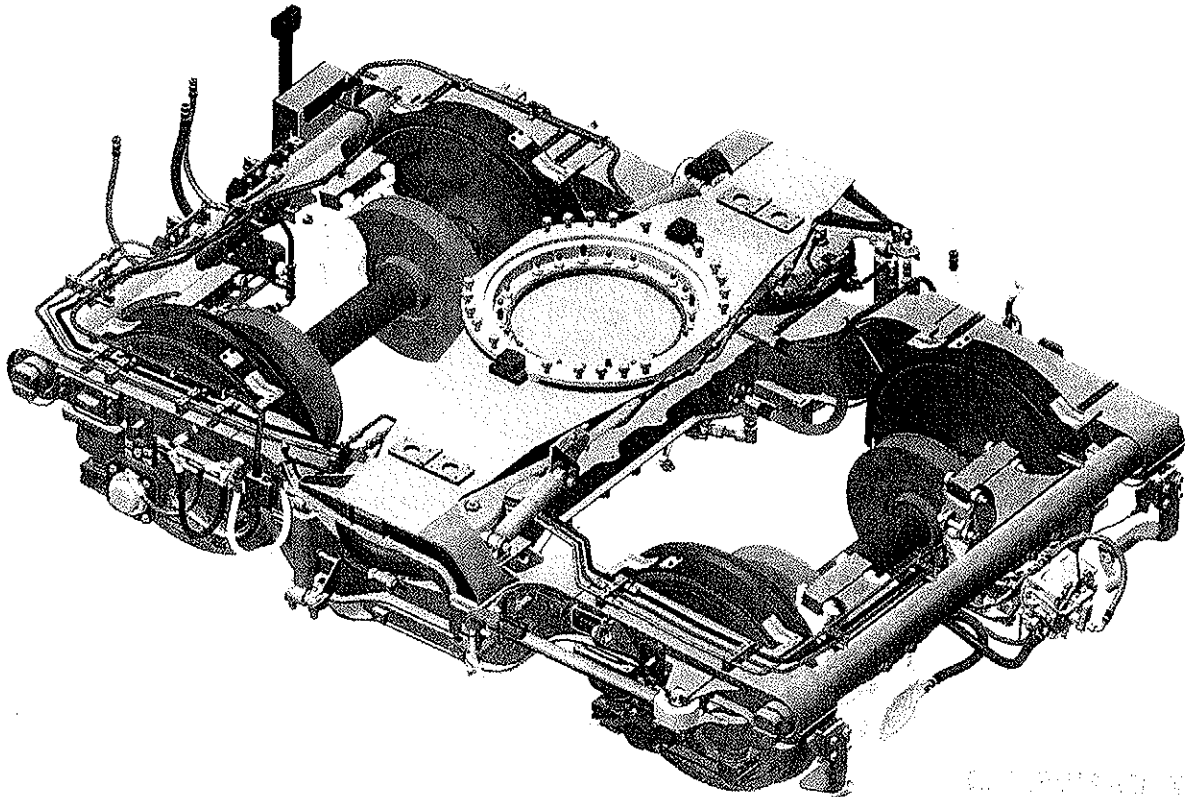


Figura 13 – Vista isométrica de la parte superior del bogie remolque

008963

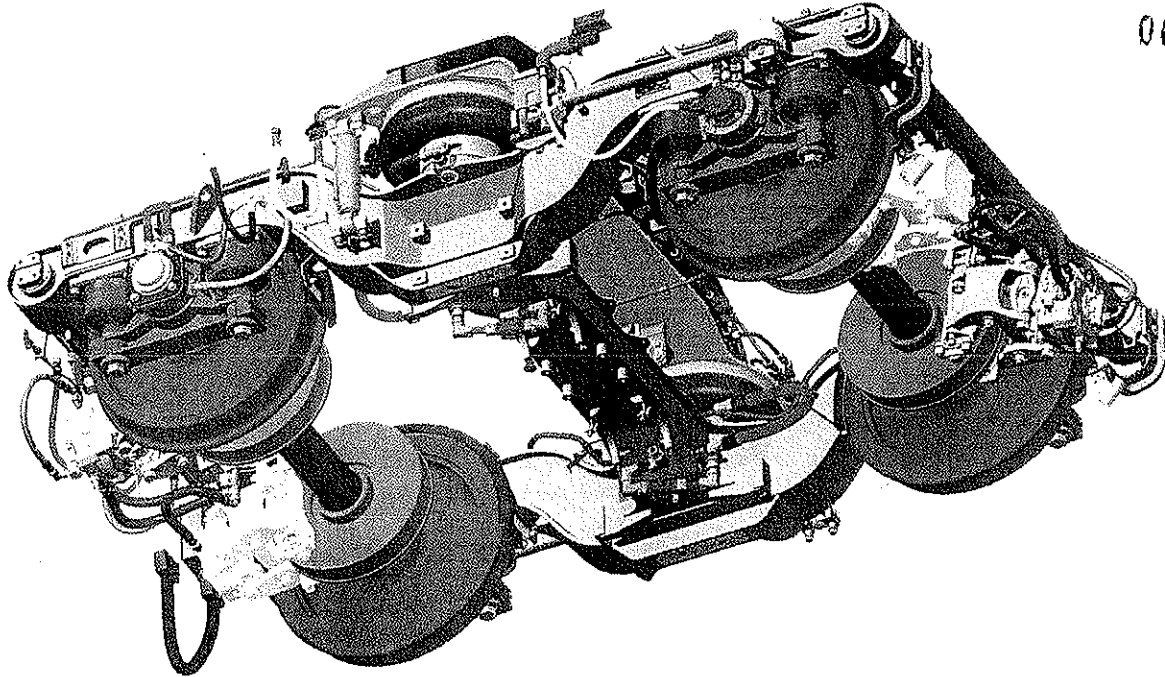


Figura 14 – Vista isométrica de la parte inferior del bogie remolque

D.1.5.15.7.1 Bastidor y arquitectura

El bastidor del bogie remolque es una modificación del bastidor del bogie motor; en particular, la estructura y parte de los soportes son comunes a ambos tipos de bastidor. Incluso los materiales y los métodos de construcción son iguales. Difiere del bastidor del bogie motor en la ausencia de soportes para el motor y el tren de engranajes y en la presencia de un soporte de freno; a diferencia del bastidor del bogie motor, hay dos por eje.

D.1.5.15.7.2 Travesía superior

Igual que la del bogie motor.

D.1.5.15.7.3 Suspensión secundaria

Igual que la del bogie motor.

D.1.5.15.7.4 Suspensión primaria

Igual que la del bogie motor.

D.1.5.15.7.5 Eje montado

Igual que el del bogie motor salvo por el hecho de que hay dos discos montados en cada eje de remolque, por lo que este eje es distinto. Los demás componentes son idénticos a los del bastidor del bogie motor.

D.1.5.15.7.6 Conexión de tracción

Igual que la del bogie motor.

D.1.5.15.7.7 Equipos de frenado por fricción

Igual que los del bogie motor salvo por el hecho de que hay dos discos montados en cada eje de remolque.

008964

D.1.5.15.7.8 Equipo neumático

Igual que el del bogie motor.

D.1.5.15.7.9 Equipos eléctricos

Iguales que los del bogie motor.

D.1.5.15.7.10 Arenero

Igual que el del bogie motor.

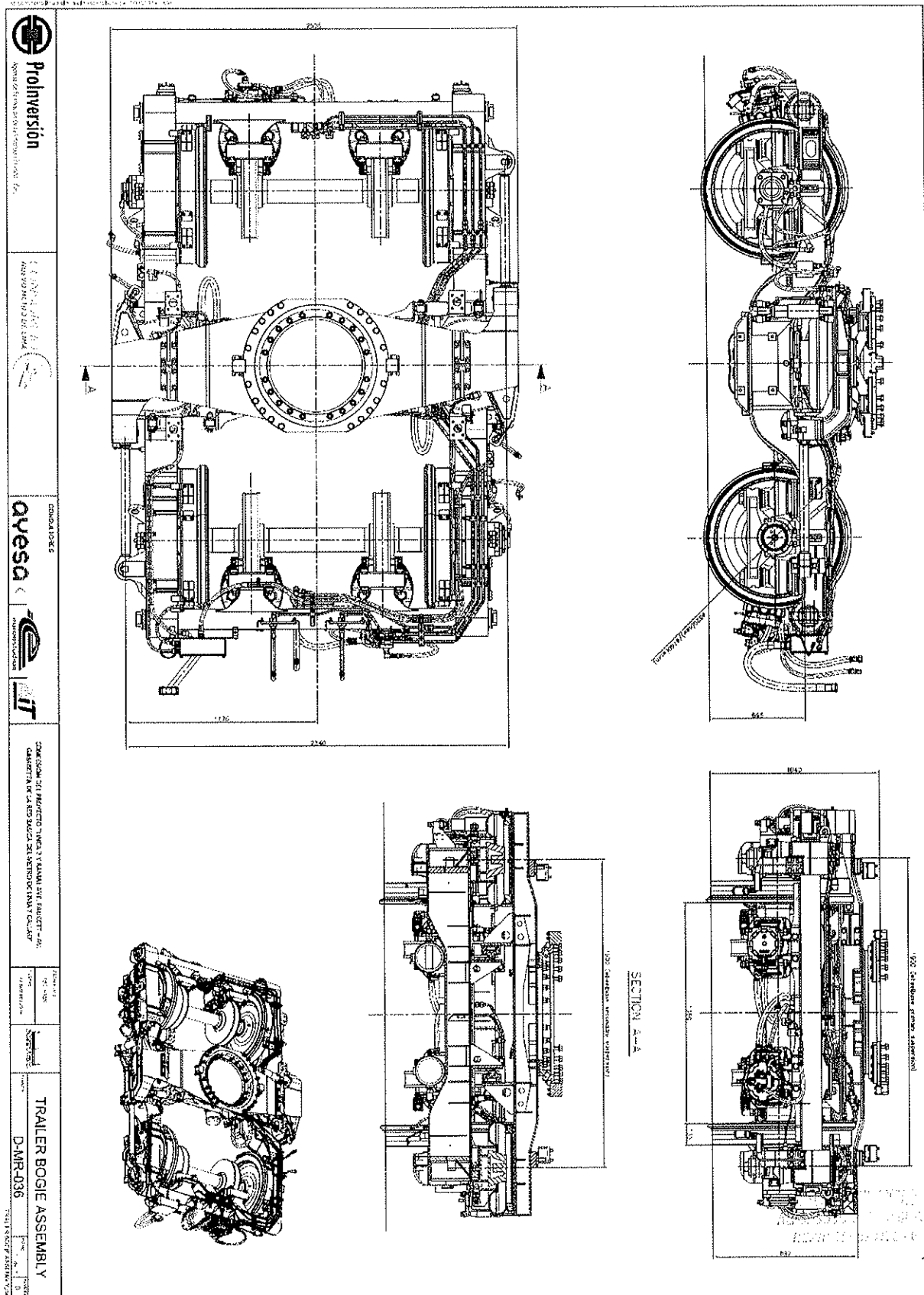
D.1.5.15.7.11 Kists

Existen las mismas predisposiciones que las del bogie motor. El conjunto del bogie remolque básico para fabricar los bogies que hay que montar en distintas posiciones del vehículo se consigue mediante kits especialmente diseñados. Los kits incluyen sensores, antenas y, en general, cualquier equipo que pueda diferir de un tipo de bogie a otro.

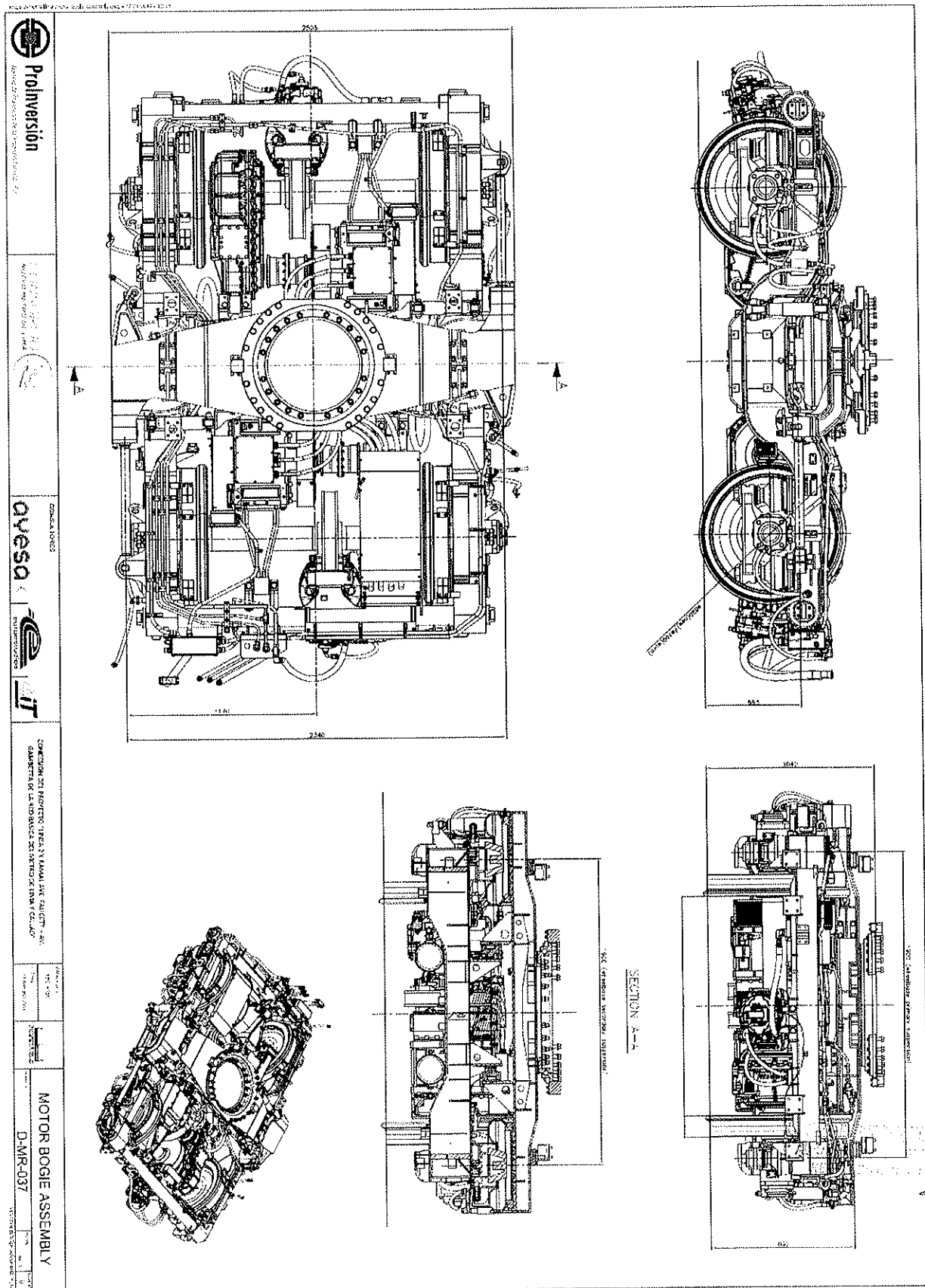
COMITÉ EJECUTIVO DEL SISTEMA
ALIMENTACIÓN Y ENERGÍA
REPARTICIÓN LEGAL

D.1.5.15.7.12 Dibujo de conjunto de bogie remolque

008965



D.1.5.15.7.13 Dibujo de conjunto de bogie motor



D.1.5.16 Pasadizos de intercomunicación

El pasillo de intercomunicaciones es una parte flexible del tren que permite un cierto movimiento entre vagones y ofrece a los pasajeros una pasarela segura y cómoda.

La Ilustración 1 muestra los principales grupos/componentes instalados del conjunto del pasillo de intercomunicaciones.

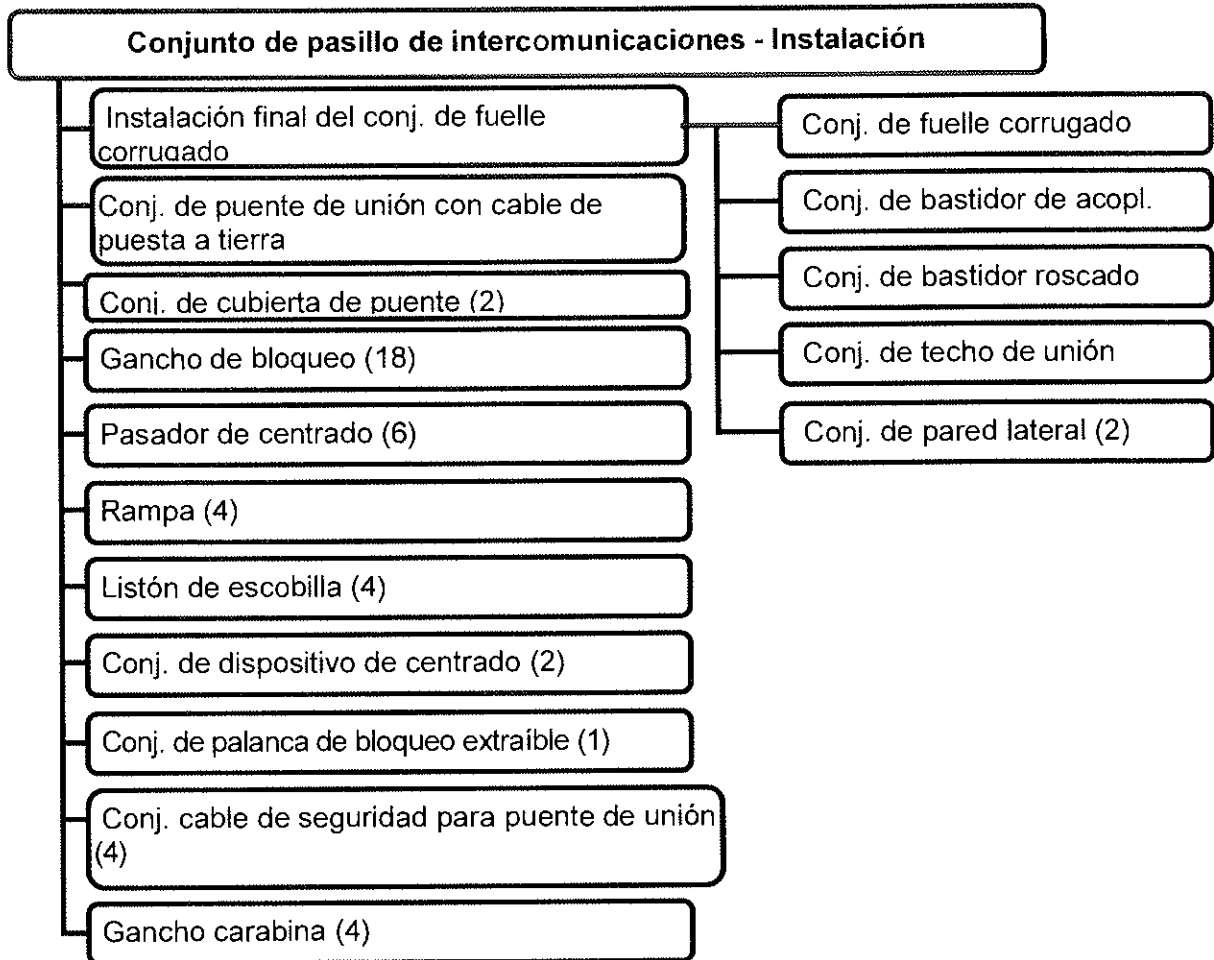


Ilustración 1: Resumen: principales componentes/grupos del conjunto

El conjunto de pasillo de intercomunicaciones comprende un fuelle de una pieza acoplado y corrugado, dos cubiertas de puente, un puente de unión y varios componentes individuales.

Los grupos de subconjunto del conjunto de fuelle corrugado consisten en un fuelle corrugado completamente cerrado, con un bastidor de acoplamiento equipado con un sistema de centrado y bloqueo integrado, un bastidor roscado, dos paredes laterales y un techo de unión.

CONSORCIO [9376]
NUEVO METRO DE LIMA



008968

Las siguientes ilustraciones muestran los principales grupos de conjunto.

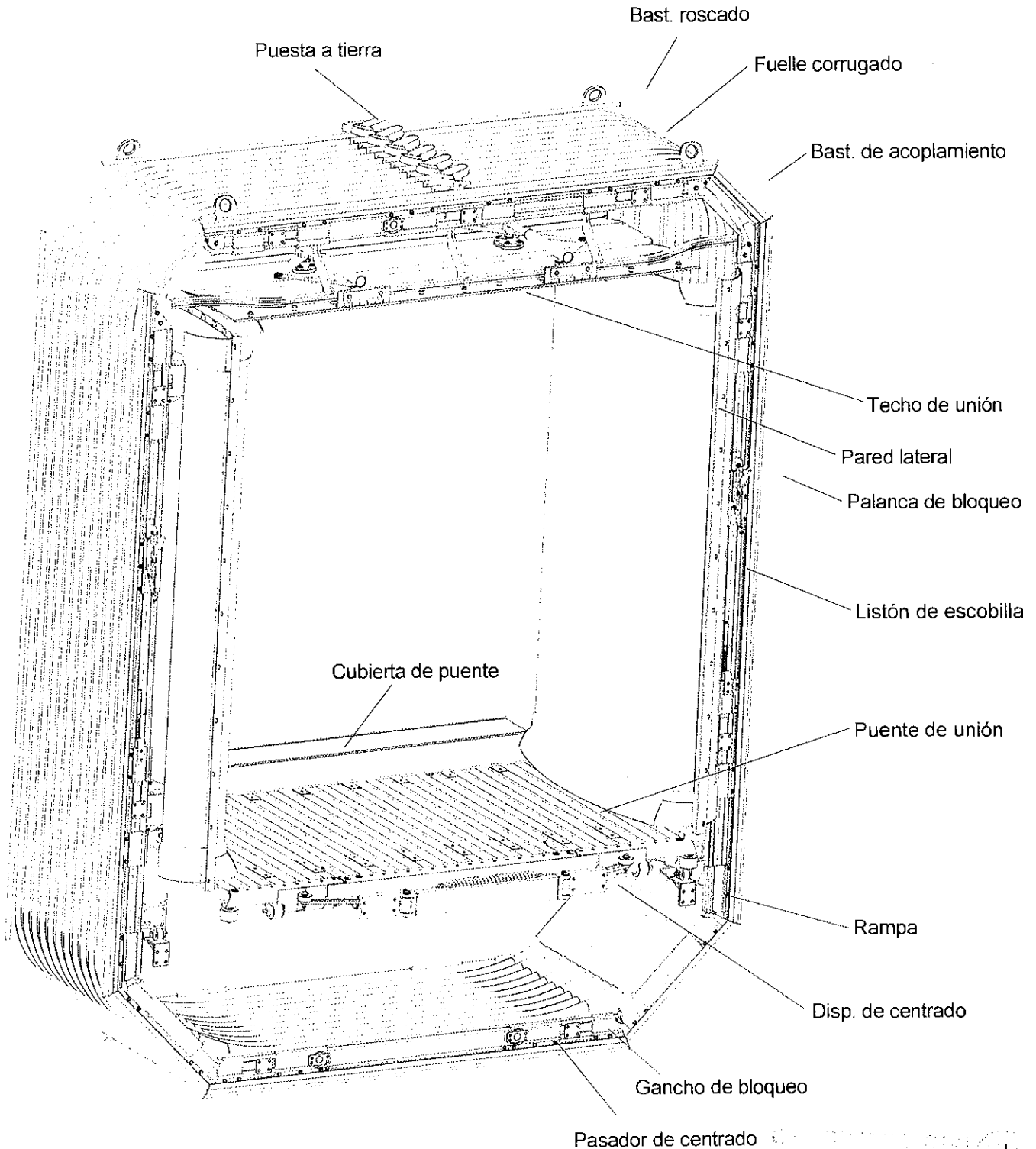


Ilustración 2: Conjunto de pasillo de intercomunicaciones - Vista de la ilustración del lado del bastidor de acoplamiento sin la segunda cubierta de puente

D.1.5.16.1 Descripción detallada

Conjunto de fuelle corrugado

El montaje final del fuelle corrugado está formado por un fuelle corrugado, un bastidor de acoplamiento con sistema de centrado y bloqueo integrado, un bastidor roscado, un puente de unión, un techo de unión y dos paredes laterales (Ilustración 2).

Fuelle corrugado

El fuelle corrugado está formado por ondulaciones de tejido flexibles abiertas hacia el exterior. Las ondulaciones de tejido, fabricadas a partir de un material especial, están cosidas y conectadas entre sí por el lado exterior mediante marcos de aluminio remachados. Ambos extremos del fuelle corrugado se conectan mediante tejidos de conexión al bastidor de acoplamiento y al bastidor roscado.

Bastidor roscado

El bastidor roscado está formado por perfiles de aluminio soldados. En las zonas verticales cuenta con soportes soldados diseñados para sujetar las paredes laterales. En la zona superior del bastidor roscado se encuentra una viga transversal diseñada para soportar el techo de unión (Ilustración 4).

Su función es unir firmemente el fuelle corrugado a la superficie del vagón.

Bastidor de acoplamiento

El bastidor de acoplamiento está formado por perfiles de aluminio soldados, al igual que el bastidor roscado. En las zonas verticales cuenta con soportes soldados diseñados para sujetar las paredes laterales. En la zona superior del bastidor de acoplamiento se encuentra una viga transversal diseñada para sujetar el techo de unión (Ilustración 4).

El bastidor de acoplamiento incluye un sistema de bloqueo y centrado.

Unidad de bloqueo

El bloqueo se produce en ambos extremos mediante un dispositivo de bloqueo y una unidad de bloqueo situada en el interior del bastidor de acoplamiento. Cada uno de los dispositivos de bloqueo se encuentra en la parte vertical del bastidor de acoplamiento (Ilustración 4).

Los ganchos de bloqueo, necesarios para realizar el procedimiento de bloqueo, se empernan a la superficie del vagón correspondiente (a ambos lados del bastidor de acoplamiento).

El bloqueo se produce mediante una palanca de bloqueo extraíble.

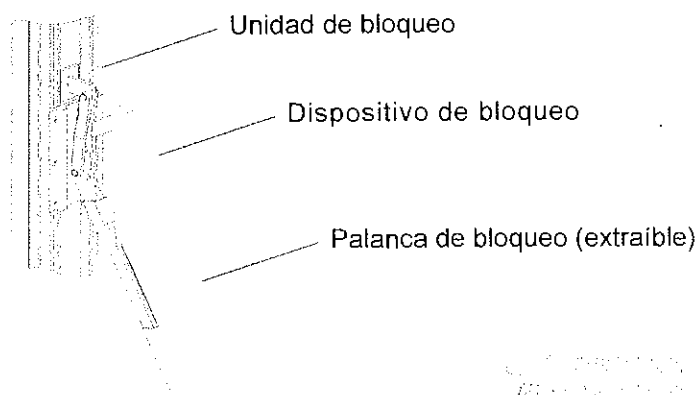


Ilustración 3: Unidad de bloqueo



Centrado

003370

En total hay tres receptores de centrado en la parte superior e inferior del bastidor de acoplamiento (Ilustración 4). Los pernos de centrado, que fijan a la superficie del vagón situada hacia el bastidor de acoplamiento, y los receptores de centrado, que forman parte del bastidor de acoplamiento, garantizan un centrado adecuado durante el proceso de acoplamiento.

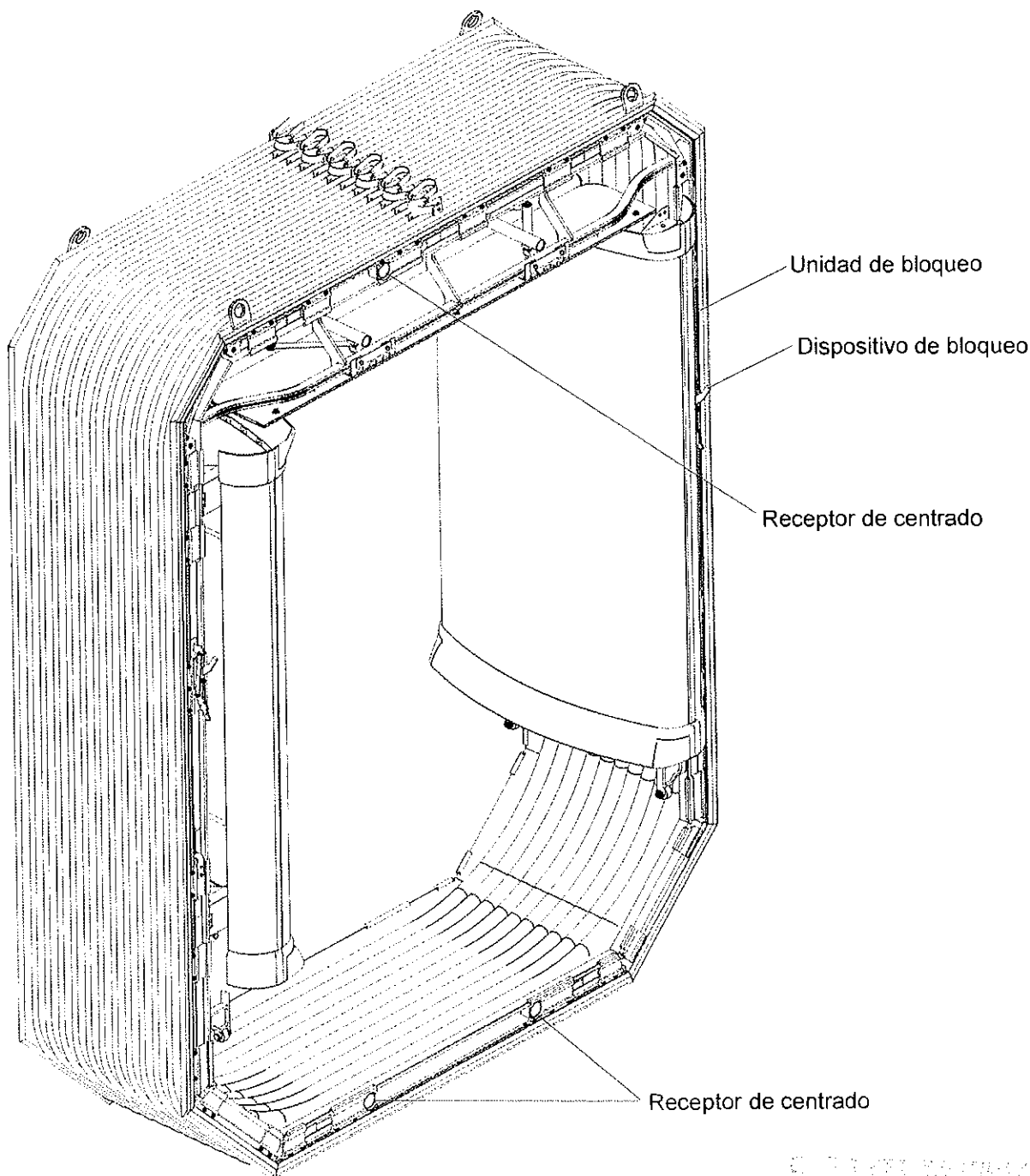


Ilustración 4: Instalación final del conjunto de fuelle corrugado - vista desde el lado del bastidor de acoplamiento

CONSORCIO [9379]
NUEVO METRO DE LIMA
REVISIÓN

Pared lateral

La pared lateral está formada por dos rodillos que giran alrededor de ejes verticales, la parte lateral y las cubiertas de huecos. Los rodillos están conectados entre sí mediante una pieza lateral flexible abovedada. Los rodillos de la pared lateral se empernan o fijan a las guías del bastidor de acoplamiento y del bastidor roscado. Las guías están firmemente sujetas al bastidor de acoplamiento y al bastidor roscado.

Los rodillos incorporan dos expansores premontados, que colocan la pared lateral en posición de desbloqueo.

El diseño de las dos paredes laterales instalados es idéntico y se adapta a los movimientos relativos de los vagones.

Las partes laterales están abovedadas hacia el pasillo mediante una pre-tensión especial.

Ninguna de las piezas de montaje, rotación y rodamiento de las paredes laterales es visible para los pasajeros.

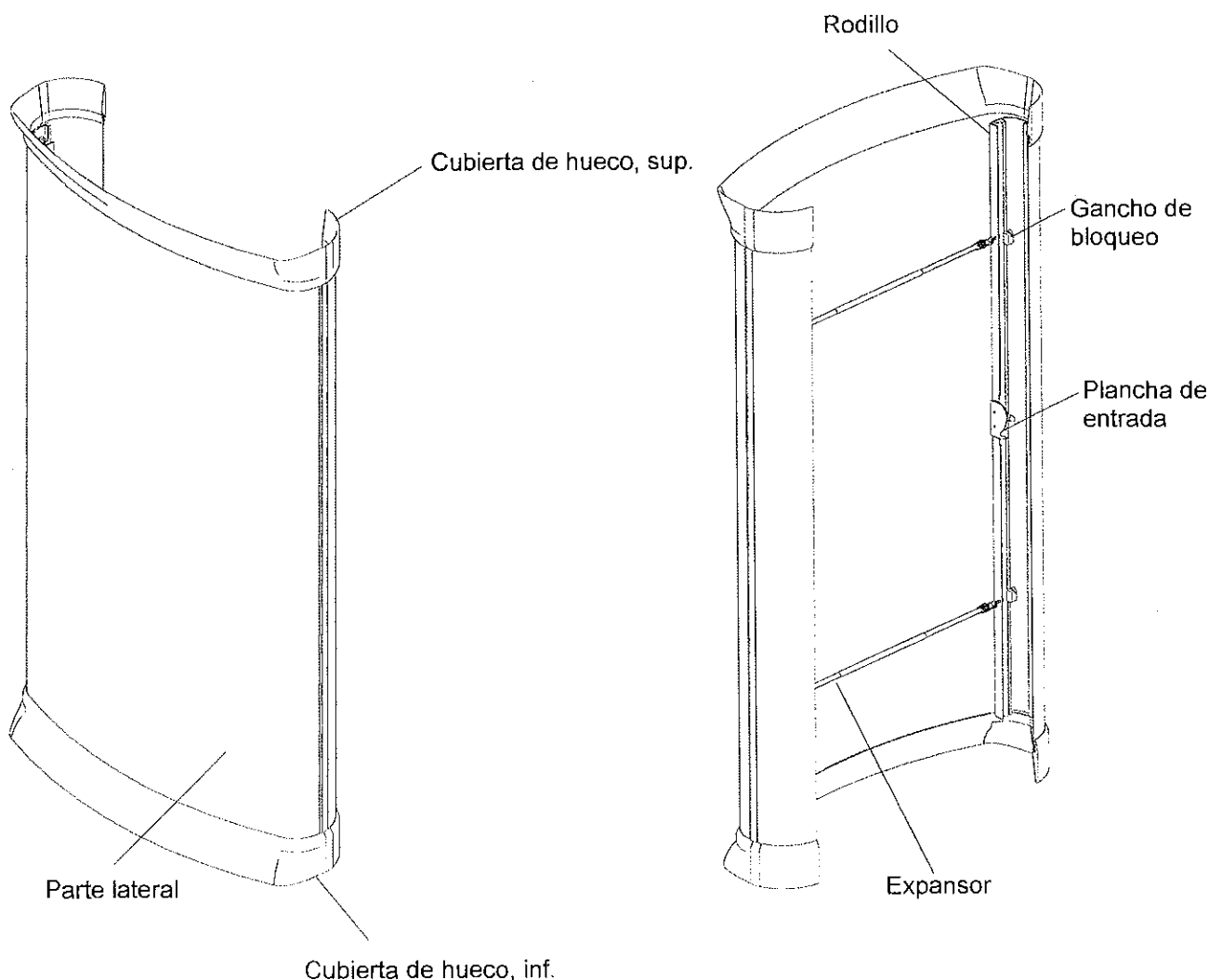


Ilustración 5: Pared lateral (vista frontal y trasera)

Protección frente a estrangulamientos

Las cubiertas de huecos se utilizan para cubrir los huecos existentes entre las paredes laterales y el puente de unión, y los huecos entre las paredes laterales y el techo de unión (Ilustración 5).

Las escobillas verticales se acoplan a las superficies del vagón en el lado del bastidor de acoplamiento y el bastidor roscado.

Techo de unión

El techo de unión (Ilustración 6) está formado por planchas de techo sencillas y ranuradas. La forma de las planchas de techo se adapta a los movimientos relativos de los vagones. Dos suspensiones en tijera telescópicas, instaladas mediante bisagras en las vigas transversales del bastidor de acoplamiento y el bastidor roscado, garantizan el correcto posicionamiento de la plancha de techo sencilla y aseguran que dicha plancha encaja en el interior de las planchas de techo ranuradas.

La ventaja de acoplar las paredes laterales y el techo de unión al bastidor de acoplamiento y al bastidor roscado es que estos elementos no se separan durante el acoplamiento y desacoplamiento.

Ninguna de las piezas de montaje, rotación y rodamiento del techo de unión es visible para los pasajeros.

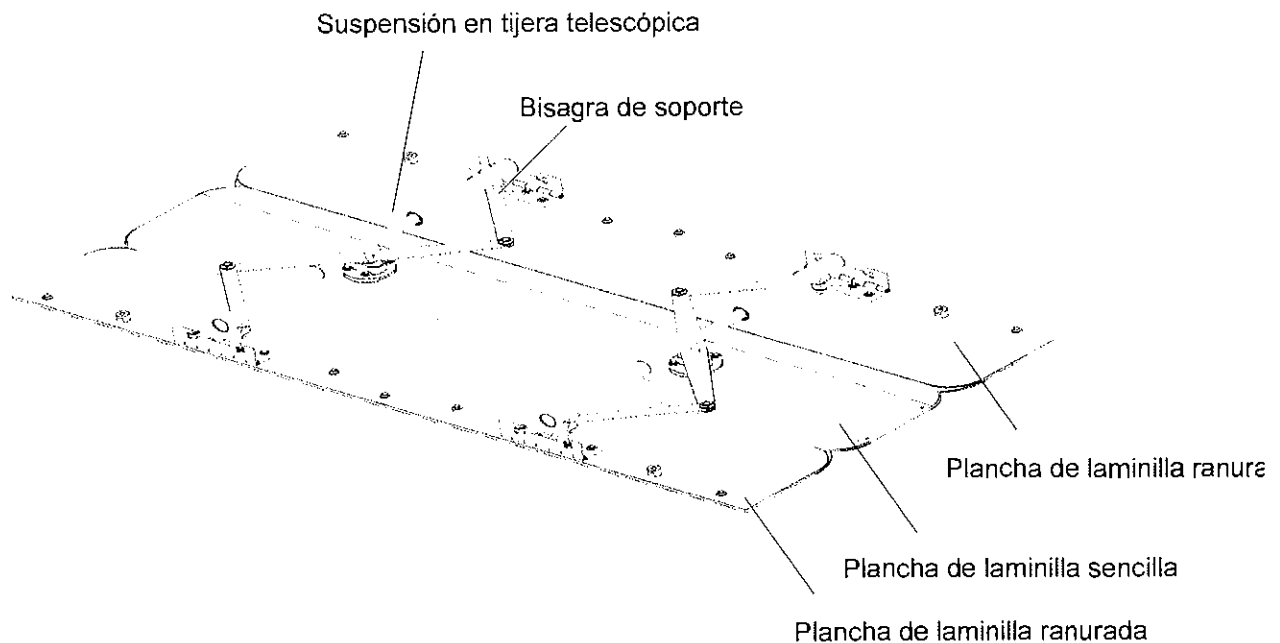


Ilustración 6: Techo de unión

Puente de unión

El puente de unión está formado por un bastidor flexible, formado por un conjunto de dos listones de marco flexibles en los que se posicionan elementos de rodadura y deslizamiento (Ilustración 8). Alguno de los miembros de rodadura de la parte inferior están equipados con una placa especial resistente al fuego. El conjunto de listones de marco se sitúa transversalmente al eje del vagón, mientras que los elementos de rodadura y deslizamiento se colocan en paralelo a dicho eje. El diseño especial de los elementos de rodadura y deslizamiento, así como su conexión con los listones de marco mediante pernos, permite que el puente de unión absorba las desviaciones laterales de aproximadamente $\pm 45^\circ$ de ambos lados. El puente de unión cuenta con una parte central extraíble que permite acceder al acoplamiento del

del vagón.



008973

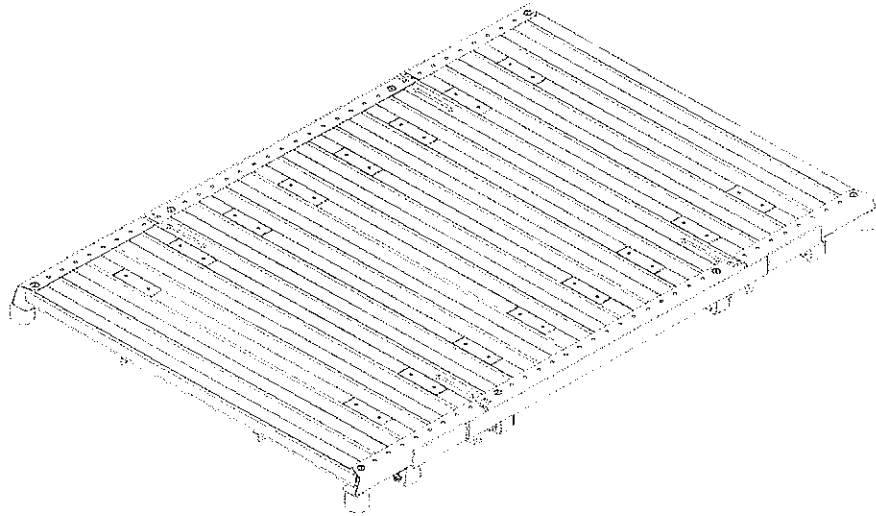


Ilustración 7: Puente de unión - incluida la parte central

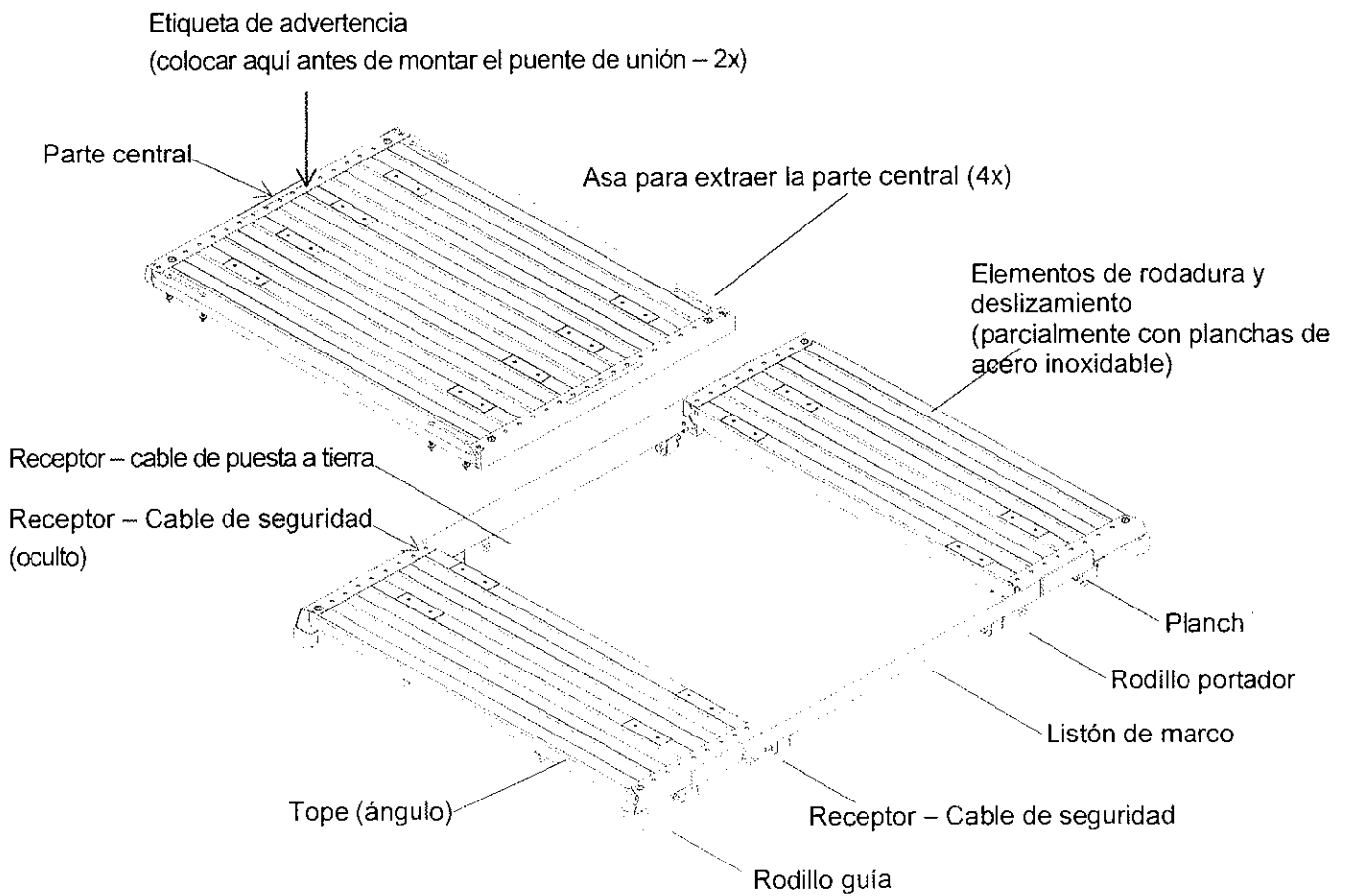


Ilustración 8: Puente de unión - con la parte central extraída

CONSORCIO [9382]
NUEVO METRO DE LIMA

Cada uno de los listones de marco del puente de unión incorpora dos rodillos de guía lateral y cuatro rodillos portadores unidos a los listones de marco, que descansan sobre las superficies de los rodillos de la superficie del vagón. El eje de articulación se encuentra en el eje rotatorio de los rodillos portadores cuando la altura relativa de los vagones se alinea incorrectamente.

El puente de unión se sujeta mediante cables de acero (cables de seguridad), que conectan los listones de marco del puente de unión con el bastidor de acoplamiento y el bastidor roscado. Los cables de acero evitan que el puente de unión se salga de su camino de rodadura. No es necesario acoplar y desacoplar el puente de unión, ya que no está firmemente unido al vehículo.

Cubierta de puente

Cada cubierta de puente está formada por una plancha de piso anodizada, una solapa de piso anodizada, una bisagra, un listón deslizante y una pasarela de seguridad (Ilustración 9).

El listón deslizante se acopla por debajo de la solapa de piso y suaviza los movimientos deslizantes de los componentes.

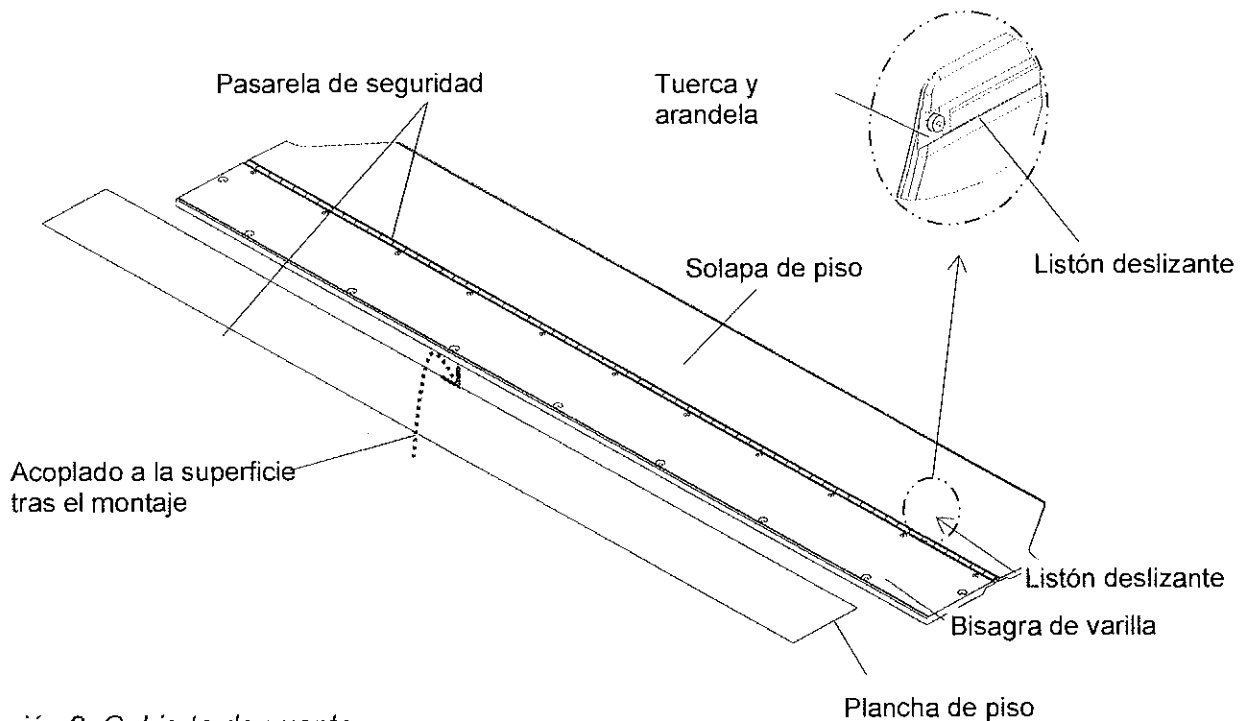
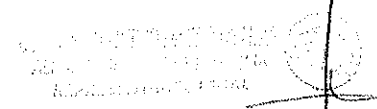


Ilustración 9: Cubierta de puente

La solapa de piso se une a la plancha de piso mediante una bisagra.

La bisagra permite levantar la solapa para acceder al/a los listón/listones de marco del puente de unión. Este mecanismo es importante para acoplar el pasillo de intercomunicaciones a la superficie del vagón.

Las superficies de ambas planchas (solapa de piso y plancha de piso) cuentan con una pasarela de seguridad. La pasarela de seguridad de la plancha de piso se acopla a la superficie tras instalar la cubierta de puente en la superficie del vagón.


 AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
 MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS
 CALLE DE LA UNIÓN 1100, LIMA



Dispositivo de centrado

El dispositivo de centrado está formado por una plancha de acoplamiento, dos resortes tensores, dos muelles de presión y dos cilindros superiores.

El puente de unión se centra mediante un dispositivo de centrado instalado en la galería de ambas superficies del vagón. Los cilindros superiores se apoyan firmemente contra las planchas deslizantes acopladas a los listones de marco del puente de unión.

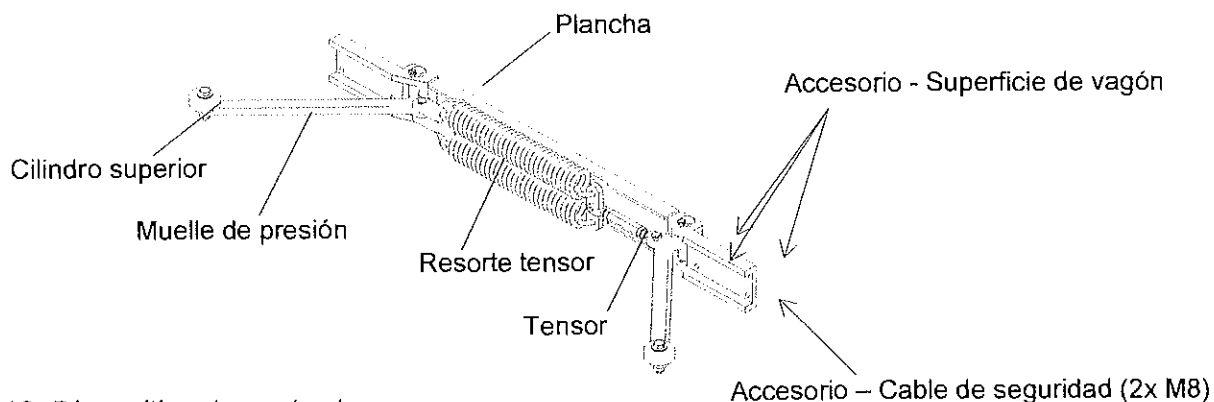


Ilustración 10: Dispositivo de centrado

D.1.5.16.2 Datos técnicos

Principales datos

Altura total	3.148 mm
Ancho total	2.450 mm
Altura de paso libre	1.963 mm ± 5 mm (de conformidad con la norma prEN 16286-1)
Ancho de paso libre	1.527 mm +25 mm/-50 mm
Distancia entre superficies de vagón	720 mm

Peso

Conjunto de pasillo de intercomunicaciones - instalado- aprox. 590 kg ±10%

Materiales

a) Conjunto de fuelle corrugado

- Fuelle corrugado: Tejido de fuelle HÜBNER, perfiles de aluminio (sin tratar)
- Bastidor de acoplamiento/bastidor roscado: Perfiles de aluminio (con revestimiento de polvo)
- Piezas de montaje: Acero inoxidable, poliamida
- Pared lateral: GRP, perfiles de aluminio, perfiles de caucho, acero inoxidable
- Techo de unión: Planchas de aluminio (con revestimiento de polvo), acero inoxidable

b) Puente de unión	
• Listón de marco:	Acero inoxidable 008976
• Elemento de rodadura:	Aluminio (anodizado), pasarela de seguridad; Tiras Palusol de tipo T 104
• Elemento deslizante:	Polystone MK-FL-AST (negro)
c) Cubierta de puente:	Planchas de aluminio, pasarela de seguridad PA 12-G (listón deslizante)
d) Dispositivo de centrado:	Acero inoxidable, PA 12 (rodillos), perfiles de aluminio
e) Piezas de montaje:	Acero inoxidable, poliamida, aluminio

Reacción en caso de incendio

El tejido utilizado en el fuelle corrugado cumple los requisitos relativos al fuego establecidos por la siguiente norma: UNI CEI 11170 o NFF 16-101.

Aislamiento acústico

Como consecuencia de los experimentos en laboratorio realizados en pasillos de intercomunicaciones similares, se prevé un aislamiento acústico de los elementos de $R_w = 27$ dB.

Temperatura de funcionamiento

La temperatura de funcionamiento es de aproximadamente -30 °C a +80 °C con condiciones ambientales normales. A temperaturas inferiores a -10 °C, se prevé un acoplamiento más lento.

Vida útil

La experiencia ha demostrado que el equipo es capaz de ofrecer una vida en servicio prolongada. Cabe esperar una vida en servicio de 10 a 15 años.

D.1.5.17 Sistema TCS

Esta sección del documento describe el Sistema de Control del Tren (TCS) que es parte del Sistema de Control y Monitorización del Tren (TCMS) para el proyecto del metro de Lima.

El TCS ha sido diseñado para instalarse a bordo del tren. Gestiona las funciones lógicas, los contactores y las electroválvulas durante los estados de tensión, frenado y marcha por inercia. También está a cargo de los automatismos y el diagnóstico del tren.

El TCS se compone de soportes físicos y lógicos estándar que hemos empleado anteriormente para el diseño de aplicaciones ferroviarias a bordo tanto para clientes nacionales como internacionales.

Definiciones y acrónimos

Siglas	Descripción
AB	AnsaldoBreda
BCU	Unidad de Control del Freno (Brake Control Unit)
CBTC	Control Automático del Tren (CarBone ConTroller)
CCU32	Unidad de Control Central (Central Control Unit)

CONSORCIO [9385]
NUEVO METRO DE LIMA

CC		
DBU	Unidad de Diagnóstico (Diagnostic Unit)	008977
DCU	Unidad de Control de la Puerta (Door Control Unit)	
HVAC	Acondicionador de aire	
LCU	Unidad de Control Local (Local Control Unit)	
MVB	Bus Multifunción del Vehículo (Multifunction Vehicle Bus)	
PA	Sistema de megafonía (Public Address System)	
PIS	Sistema de Información a los Pasajeros (Passenger Information System)	
Suministro de energía	Unidad de Control de Tracción; Cargador de baterías; Fuente de alimentación auxiliar	
PTU	Unidad de Prueba Portátil (Portable Test Unit)	
REP	Repetidor del bus MVB (MVB Repeater)	
RIO	Entrada/salida remota (Remote Input/Output)	
RSE	Registrador Estático de Sucesos/Unidad de Vigilancia de Hombre Muerto (Static Event Recorder/Dead Man Surveillance Unit)	
SW	Conmutador de Ethernet (Ethernet Switch)	
TAR	Registrador de Eventos (Train Accident Recorder)	
TCS	Sistema de Control del Tren (Train Control System)	
TCN	Red de Comunicación del Tren (Train Communication Network)	
TOD	Interfaz Hombre-Máquina (Train Operator Display - Human-Machine Interface)	

Tabla 1 - Definiciones y acrónimos

Normas

La siguiente tabla enumera las principales normas EN e IEC para los equipos del TCS de AB.

Tema	Norma EN/IEC	Título
Medio ambiente	EN 50155 y su equivalente IEC 60571	Railway applications - Electronic equipment used on rolling stock (Electronic equipment for railway applications).
Medio ambiente	EN/IEC 61373	Railway applications - Rolling stock equipment - Shock and vibration tests
TCN	IEC 61375	Train communication Network
Medio ambiente	EN 50121-3	Railway applications - EMC Electromagnetic compatibility
Desarrollo informático	EN 50128	Railway Applications: Software for Railway Control and Protection Systems
RAMS	EN 50126	Railway applications - The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)

Tabla 3 - Normas

Información general

El sistema TCSM ha sido desarrollado en su totalidad por AnsaldoBreda. AnsaldoBreda especifica, diseña y desarrolla la mayor parte de los circuitos físicos y las aplicaciones informáticas. Esto hace que la empresa sea menos dependiente de los fabricantes y los proveedores secundarios de hardware y de software. También impide que el hardware se quede obsoleto. En caso de una placa madre deje de fabricarse porque un componente se haya quedado obsoleto, AnsaldoBreda puede sustituir, o bien el componente, o bien la placa madre por una nueva diseñada para ser compatible clavija a clavija. El uso de interfaces estándar (tales como los de Ethernet y el bus MVB) y la utilización de herramientas gráficas estándar hacen que sea fácil mudar el software a la nueva placa.

El sistema TCS ha sido empleado en al menos los siguientes proyectos:

- ✓ Metro Copenhagen City Ring
- ✓ Metro Taipei
- ✓ Metro Miami
- ✓ Metro Honolulu
- ✓ Metro Roma C
- ✓ Metro Brescia
- ✓ Metro Milán L5
- ✓ Metro Riyad

Arquitectura general del sistema de comunicaciones de bordo

La figura 1 muestra la arquitectura del sistema TCMS para el proyecto del metro de Lima.

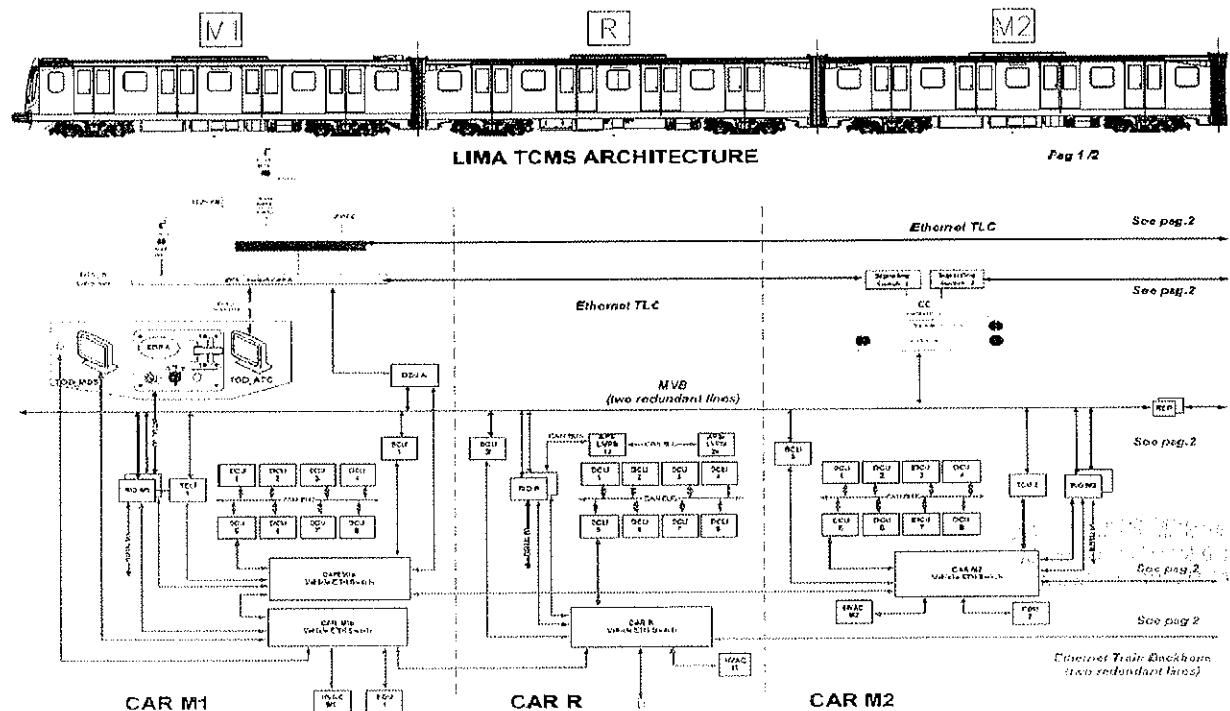


Figura 1 - Arquitectura general (página 1/2)

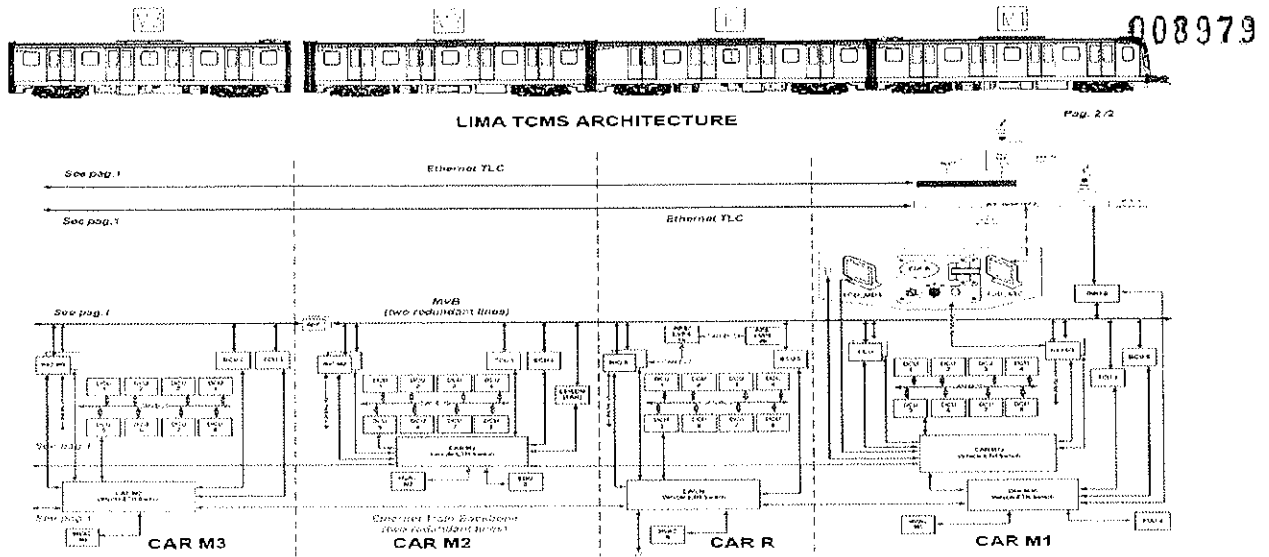


Figura 2 - Arquitectura general (página 2/2)

Lima TCS Architecture	Arquitectura del sistema TCS del metro de Lima
Ethernet TLC	TLC Ethernet
See pag.	Véase la página
Car	Coche
Ethernet train backbone	Red central Ethernet del tren
Two redundant lines	Dos líneas redundantes

El sistema TCS se compone de los siguientes dispositivos:

- Unidad de Control Central (CCU)
- Unidad de Control Local (LCU)
- Repetidor del bus MVB (REP)

Las unidades del sistema TCMS están conectadas entre sí mediante el enlace de comunicación de la red TCN y la interfaz de Ethernet. El bus de la red TCN fue desarrollado de acuerdo con la norma IEC 61375. La mayor y más importante ventaja de este tipo de sistema es que se reduce drásticamente la cantidad de cableado entre cajas. Esto también significa que, en el futuro, será más fácil ampliar el sistema mediante la incorporación de más unidades a la red de comunicación. Para expandir el bus, basta con añadir un nuevo cable que conecte la nueva unidad a aquél. La configuración del bus y el software de aplicación deben actualizarse con el fin de ubicar y poder comunicarse con la unidad recién instalada.

Los dispositivos de la unidad LCU instalados en cada cabina de conductor leen la información del controlador maestro (tracción, frenos, solicitud de potencia, dirección, estado clave, etc.) y la ponen a disposición de los demás dispositivos por la red del vehículo. Además, los cables de tracción y de frenado son leídos directamente por los dispositivos de control de la tracción (unidad de alimentación) y de los frenos (unidad BCU) tanto en el tren local como en un tren acoplado posteriormente. De ese modo, el estado de tracción y de los frenos del vehículo es validado tanto por las órdenes de la red de área local como por el estado de los cables del tren. En caso de conflicto entre las órdenes de la red LAN y el estado de los cables del tren, el tren reaccionará alcanzando un estado seguro y enviando un mensaje de fallo a la unidad de diagnóstico.

Interfaces del sistema TCS

El sistema TCS está conectado a los siguientes dispositivos tanto en el tren local como en un tren acoplado posteriormente:

- Sistema de frenado (BCU)
- Sistema de propulsión (TCU)
- Fuente de alimentación baja tensión/auxiliar (APS/LVPS)
- Unidad de Diagnóstico y monitores (DBU y TOD)
- Control Automático del Tren (CBTC)
- Sistema de Control de Puertas (DCU)
- Sistema de Información a los Pasajeros a bordo (PIS)
- Registrador Estático de Eventos (TAR)
- Unidad de Detección de Incendios (FDU)
- Acondicionador de aire (HVAC)

Se utilizan dos buses principales:

- Red TCN (bus MVB) El bus de la red TCN se emplea para:
 - Controlar la tracción del vehículo
 - Controlar los frenos del vehículo
- Bus Ethernet El bus Ethernet se usa para:
 - Enviar mensajes de diagnóstico
 - Enviar información de mantenimiento
 - Controlar el sistema de información a los pasajeros
 - Controlar el sistema de megafonía

Tabla 4 - Buses principales

La red LAN abarca la totalidad de la longitud del vehículo.

La red de área local permite a todos los equipos del tren local comunicarse con el conductor mediante la pantalla de la unidad de diagnóstico (TOD). En cada cabina de conductor hay una unidad de diagnóstico que presentará la siguiente información:

- Ayudas al conductor para la conducción
- El estado del vehículo
- Información de diagnóstico para el conductor
- Información de diagnóstico para el mantenimiento

Además del bus MVB, también se proporcionan canales de comunicación CAN, RS-485 y Ethernet para ciertas comunicaciones especiales, tal y como se describe en la siguiente tabla:

Tipo de bus	Uso	Protocolo
CAN	Infrecuente	J1939
RS-485	Infrecuente	Protocolo de línea RS-485 EIA patentado por AnsaldoBreda

Ethernet Véase la figura 1 Ethernet estándar
 MVB Véase la figura 1 IEC 61375

Tabla 5 - Protocolos de bus

Disponibilidad del vehículo

El diseño está orientado a garantizar la disponibilidad del tren tras un primer fallo. La estructura adoptada para el sistema de control garantiza que el fallo de uno de los componentes relevantes del sistema (CCU/LCU/REP/SW) no dejará al tren incapacitado.

En particular, esto se consigue mediante el uso de equipos redundantes, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Dispositivo	Redundancia	Función de la redundancia	Rendimiento del tren en caso de un primer fallo
CCU	El equipo CCU está formado por 2 partes idénticas (CCU y CCUR)	Durante el arranque, sólo un equipo CCU será el bastidor activo y realizará las funciones lógicas del tren. Durante el arranque, la otra CCU será la unidad de reserva y estará lista para pasar a ser la unidad activa en caso de que falle la parte CCU activa.	PLENO
LCU	El equipo LCU se compone de 2 partes idénticas (LCU y LCUR)	Durante el arranque, sólo un equipo LCU será el bastidor activo y realizará las funciones lógicas del tren. Durante el arranque, la otra LCU será la unidad de reserva y estará lista para pasar a ser la unidad activa en caso de que falle la parte LCU activa.	PLENO
REP	El equipo REP consta de 2 unidades independientes	Cada unidad REP amplifica una de las dos líneas MVB A y B. El fallo de una unidad REP sólo afectará únicamente a una línea MVB. La otra línea garantiza totalmente la comunicación.	PLENO
Bus MVB	El soporte físico se compone de dos líneas de doble hilo independientes: La Línea MVB A y la Línea MVB B	Cada dispositivo MVB transmite sus propios datos por ambas líneas MVB, mientras que la recepción tiene lugar por sólo una línea, llamada "línea activa"; la otra línea simplemente se monitoriza para comprobar que funciona bien y se denomina "línea monitorizada".	PLENO
Ethernet Consist	Los conmutadores Ethernet de la composición de tren están conectados en una topología de anillo	En caso de que falle cualquiera de los dispositivos SW o se rompa una línea Ethernet, los datos podrán llegar a su destino por un camino alternativo.	PLENO

CONSORCIO [9390] NUEVO METRO DE LIMA
 PLENO
 [Handwritten signature]

Unidad de alimentación Se Cada unidad de alimentación consta de REDUCIDO 008982
 proporcionan 7 1 equipo TCU.
 unidades de
 alimentación
 (la pérdida de una unidad TCU supone la pérdida de la potencia de propulsión asociada)

Tabla 6 - Disponibilidad del vehículo

Red de Comunicación del Tren (TCN)
Control del bus de comunicación MVB

El Bus Multifunción del Vehículo (MVB) interconecta dispositivos en el coche motorizado M; está optimizado para dar una respuesta rápida a 1,5 Mbit/s por hilos trenzados para media distancia con un par trenzado de cobre blindado y un transformador de aislamiento.

Se ha desarrollado según la especificación IEC 61375, la norma sobre comunicaciones por redes TCN. Hemos utilizado el tipo EMD (Electrical Medium Distance). Es un bus serie síncrono que se emplea para intercambiar datos dentro de la misma unidad de tren.

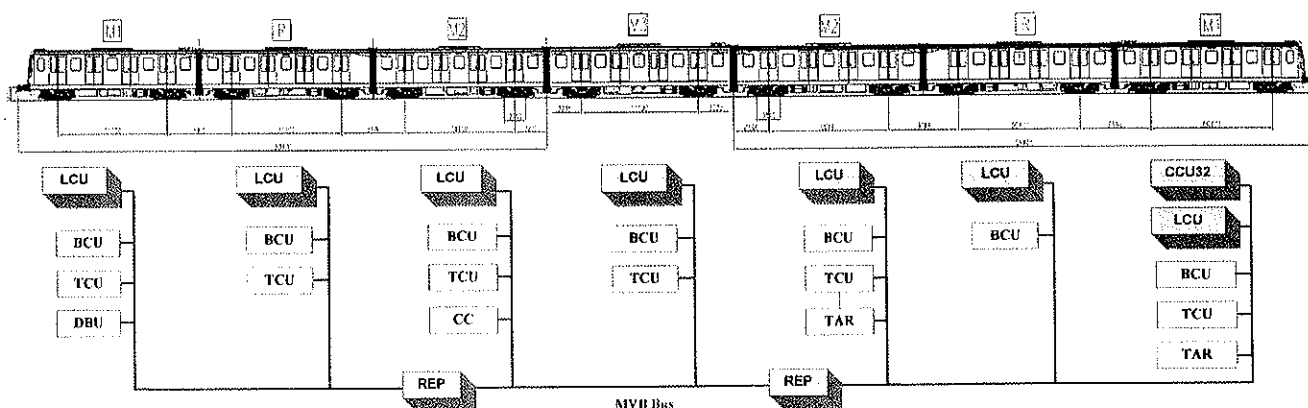


Figura 3 - Bus MVB (página 1/2)

Desde un punto de vista físico, el bus MVB está formado por dos líneas de hilo doble (denominadas línea MVB A y línea MVB B) con las que se logra la redundancia en el bus.

El bus de vehículo tiene una configuración fija y, como resultado, no requiere una fase de implementación cuando empieza a funcionar.

Tiene unas características que garantizan una capacidad de ampliación máxima, permitiendo por tanto la conexión posterior de nuevas unidades -no proporcionadas originalmente- o la sustitución de otras unidades ya presentes. En estos casos, resulta necesario modificar algunos parámetros de la red. Esta operación tiene que ser realizada por técnicos cualificados.

El bus es redundante porque la comunicación tiene lugar por las dos líneas MVB (A y B).

El principio de redundancia de línea está garantizada por las siguientes funciones:



- El dispositivo MVB transmite simultáneamente los mismos datos tanto por la Línea A como por la Línea B.
- El dispositivo MVB acepta datos de una línea, la llamada Línea de confianza, al tiempo que monitoriza la otra línea, la denominada Línea observada.

Cada dispositivo escoge su Línea de confianza y su Línea observada en función de las señales generadas por su capa física o por petición de su capa de enlace, de manera independiente a otros dispositivos.

La comunicación MVB se basa en una arquitectura maestro-esclavo. Un dispositivo especial (conocido como Administrador de bus) está a cargo de interrogar secuencialmente a cada dispositivo individual por trama de maestro; el dispositivo interrogado responderá por un bastidor esclavo que contenga los datos que hay que poner a disposición de todos los demás dispositivos MVB.

Para asegurarse de que las funciones de aplicación que dan salida al conjunto de datos del bus MVB está activo, en cada intervalo de tiempo se actualiza un contador de refresco (señal de actividad). Si esta señal de refresco no ha sido actualizada, los datos son forzados por una configuración por defecto y se genera un mensaje de fallo que indica que esta unidad en concreto ha dejado de comunicarse con el bus MVB y se envía al sistema de diagnóstico. El suceso se presentará al conductor y al personal de mantenimiento a través de las herramientas de diagnóstico IDU.

Comunicación Ethernet

La red Ethernet consiste en una red Ethernet Consist (ECN) que abarca toda la composición de tren y enlaza los dispositivos finales Ethernet mediante una topología de anillo.

Puede conectarse una unidad PTU (ordenador personal de unidad de prueba portátil) a la red Ethernet para realizar operaciones de mantenimiento.

La unidad PTU se utiliza para proporcionar los siguientes servicios:

- Visualización del estado del tren
- Visualización de instrumentos virtuales
- Acceso a la base de datos de mensajes de fallo
- Descarga de mensajes de fallo
- Carga de parámetros de tren
- Actualización de la versión del software de aplicación

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
NUEVO METRO DE LIMA
[9392]

Descripción de los dispositivos**Equipo CCU32**

La unidad CCU32 se comunica de manera estándar con los dispositivos de entrada/salida remota a través de los buses proporcionados. Para facilitar el desarrollo del software de aplicación, se facilitan el sistema operativo y las bibliotecas de software básicas.

En cada rama de tren hay instalados dos equipos CCU32.

El sistema de control y monitorización del tren (TCMS) es un sistema de control basado en microprocesadores que utiliza las últimas tecnologías probadas de semiconductores, software y comunicación de datos para controlar y monitorizar los equipos principales del vehículo a través de la red de área local del vehículo (V-LAN).

A continuación se indican las principales funciones lógicas del vehículo que son realizadas por la unidad CCU32 (Unidad de Control Central):

- Adquisición y accionamiento del controlador maestro y del pupitre del conductor.
- Gestión y control del bus MVB.
- Diagnóstico de fallos del tren para identificar la unidad menos reemplazable (lowest replaceable unit, o LRU por sus siglas en inglés).
- Control del disyuntor de alta velocidad.
- Configuración y control de la fuente de alimentación de alta tensión.
- Configuración y control de la fuente de alimentación de media tensión (en modo normal y de emergencia).
- Cálculo de la velocidad del vehículo.
- Control de la tracción por medio de la unidad TCU.
- Control de los frenos por medio de las unidades BCU y TCU.
- Control de la sacudida de la tracción y de los frenos.
- Control de la aplicación y suelta del freno de contención para evitar que el tren ruede hacia atrás.
- Control y limitación de la velocidad del vehículo.
- Participación en el control de la protección contra el funcionamiento en vacío/deslizamiento.
- Interfaz con la unidad PTU.
- Interfaz RS-485 o RS-422.
- Arranque secuencial del control de las unidades de acondicionamiento de aire.
- Función de protección del bloque de tracción (implementación de software) para al menos las siguientes condiciones:
 - El bloque de tracción está en su sitio cuando no se cierra una puerta.
 - El bloque de tracción está en su sitio cuando no se ha soltado el freno de estacionamiento.
 - El bloque de tracción está en su sitio cuando no se ha soltado el freno.
 - El bloque de tracción está en su sitio cuando la presión en el tubo principal es demasiado baja.
- Se proporcionan conmutadores de derivación suave para todos los bloques de inicio de tracción (salvo para las puertas de coche). En caso de emergencia, un conductor, cuando se encuentra en la situación de confirmar que no hay peligro para la conducción, puede



008985

derivar el bloque de tracción correspondiente mediante el conmutador de derivación a través de la pantalla de visualización.

- ✓ Control y gestión de los acondicionadores de aire.
- ✓ Control y monitorización de los frenos.
- ✓ Control del sistema de suministro de energía auxiliar del coche.
- ✓ Función de monitorización y gestión de las puertas del coche.
- ✓ Monitorización y diagnóstico de las líneas de tren.
- ✓ Cuenta del espacio (función contarrevoluciones)
- ✓ Interfaz con la unidad PTU.
- ✓ Autoverificación de diagnóstico
- ✓ Reinicio automático tras gestionar un fallo.
- ✓ Protección de vigilancia y TRAP SW.

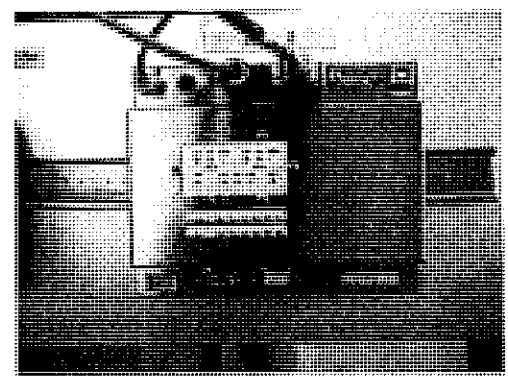
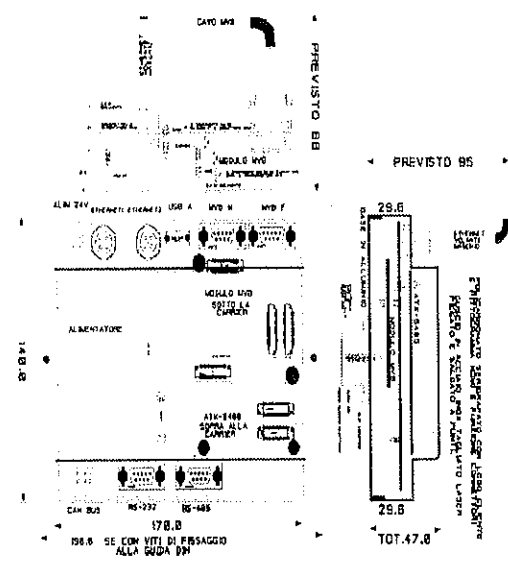
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
NUEVO METRO DE LIMA
R.S.A. CONSORCIO S.A.



Equipo CCU32 - Ficha técnica

Características principales

<u>Tensión continua de batería</u>	Conforme a EN 50155
<u>Tensión máxima de batería</u>	Conforme a EN 50155
<u>Norma de referencia</u>	EN 50155
<u>Rango de temperatura</u>	-40°C ... +85°C Según EN 50155, Clase TX
<u>Compatibilidad electromagnética</u>	Según EN 50155
<u>Vibración</u>	Según EN 50155
<u>Impacto</u>	Según EN 50155
<u>Microcontrolador</u>	CPU Coldfire de 32 bits de alto rendimiento, familia MCF5485
<u>Frecuencia de reloj</u>	Núcleo de 200 MHz
<u>RAM</u>	16 MB
<u>RAM no volátil</u>	NVRAM de 16 KB para la configuración de datos no volátiles
<u>Memoria flash de arranque</u>	16 MB
<u>Memoria flash de aplicaciones</u>	16 MB
<u>Reloj en tiempo real</u>	Sí
<u>Control de temperatura</u>	1 sensor de temperatura local (tarjeta CPU) más un sensor de temperatura remoto (tarjeta portadora)
<u>MVB</u>	1 interfaz de bus MVB de tipo EMD aislada por transformadores según la norma TCN IEC 61375
<u>Ethernet</u>	1 controlador Fast Ethernet 10/100 Base TX (conectores M12 para aplicaciones ferroviarias)
<u>Bus CAN</u>	1 interfaz bus CAN-transceptor; interfaz eléctrica 2.0B; optoaislado
<u>Aislamiento galvánico</u>	Entrada de 1.500 Vcc al aislamiento galvánico del chasis; entrada de 1.500 Vcc al aislamiento galvánico de salida
<u>H x D x W (mm)</u>	140 x 47 x 170; véase el archivo "ccu_32bitD.pdf"



[Handwritten signature and stamp]

para obtener información detallada

Proceso de desarrollo informático Conforme a EN 50128

Sistema operativo MQX RTOS

Aislamiento galvánico Entrada de 1.500 Vcc al aislamiento galvánico del chasis; entrada de 1.500 Vcc al aislamiento galvánico de salida

Tabla 7 - Hardware de la unidad CCU32

A continuación se muestra el nombre y la posición de los conectores del equipo CCU32:



Figura 4 - Parte delantera de la unidad CCU32

Entorno de software

➤ **Sistema operativo:** MQX RTOS

El sistema operativo en tiempo real MQX (MQX RTOS) proporciona una operación en tiempo real y está estrechamente integrado con los procesadores ColdFire y PowerPC de última generación de Freescale y dotado de controladores de dispositivo comúnmente usados. El sistema operativo MQX RTOS ha sido diseñado específicamente para sistemas embebidos.

➤ **Herramientas de desarrollo:** Code Warrior para ColdFire; Development Studio Architecture 7.1

➤ **Software, bibliotecas y herramientas básicas:**



Todas las funciones básicas son parte de una biblioteca estándar que es utilizada por todo el proyecto de aplicación.

Se emplean herramientas informáticas especiales para generar el software con el fin de configurar los controladores estándar (MVB, CAN, RS-485, I/O).

➤ **Funciones de aplicación:** Lenguaje gráfico

Las funciones de aplicación se han desarrollado con un editor gráfico. Las funciones se han desarrollado según diagramas esquemáticos, así como diagramas de flujo de estado, y se han probado a nivel gráfico. Los programas en lenguaje C se han generado con la herramienta Real Time Workshop.

A continuación se muestra un ejemplo de una función desarrollada con la interfaz de lenguaje gráfico:

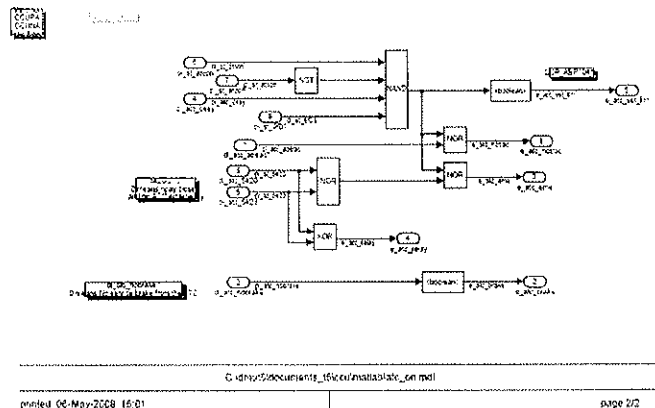


Figura 5 - Ejemplo de modelo Simulink

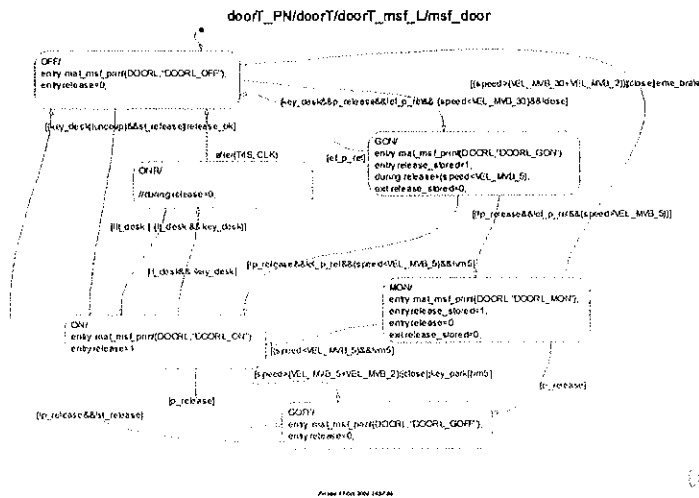


Figura 6 - Ejemplo de modelo Stateflow

Algunas funciones de aplicación se han desarrollado empleando el lenguaje C cuando este enfoque haya facilitado la comprensión.

Entorno de pruebas: LabVIEW

Este enfoque es típico del software embebido: Las pruebas siempre se realizan utilizando un prototipo del hardware y un enfoque incremental. Por lo tanto, las pruebas de integración SW/SW y HW/SW ya se han llevado a cabo durante la prueba del módulo (en laboratorio).

Las pruebas en fábrica se realizan en el entorno LabVIEW (ABTest).

El equipo sometido a prueba se conecta a un PC por el puerto serie de servicio. El requisito de la prueba está escrito en un archivo que el PC lee automáticamente. El PC estimula el bastidor que se está probando de acuerdo con el requisito de prueba y lee el resultado de la prueba procedente del bastidor bajo prueba. Los resultados de la prueba se comparan con los resultados esperados y se genera automáticamente un informe de prueba. El documento del informe contiene la lista de los casos de prueba y una indicación del resultado de la prueba (OK y NOK).

Las pruebas en fábrica se realizan para validar una nueva revisión del software.

En la siguiente figura se muestra la interfaz hombre-máquina de la herramienta ABTest.

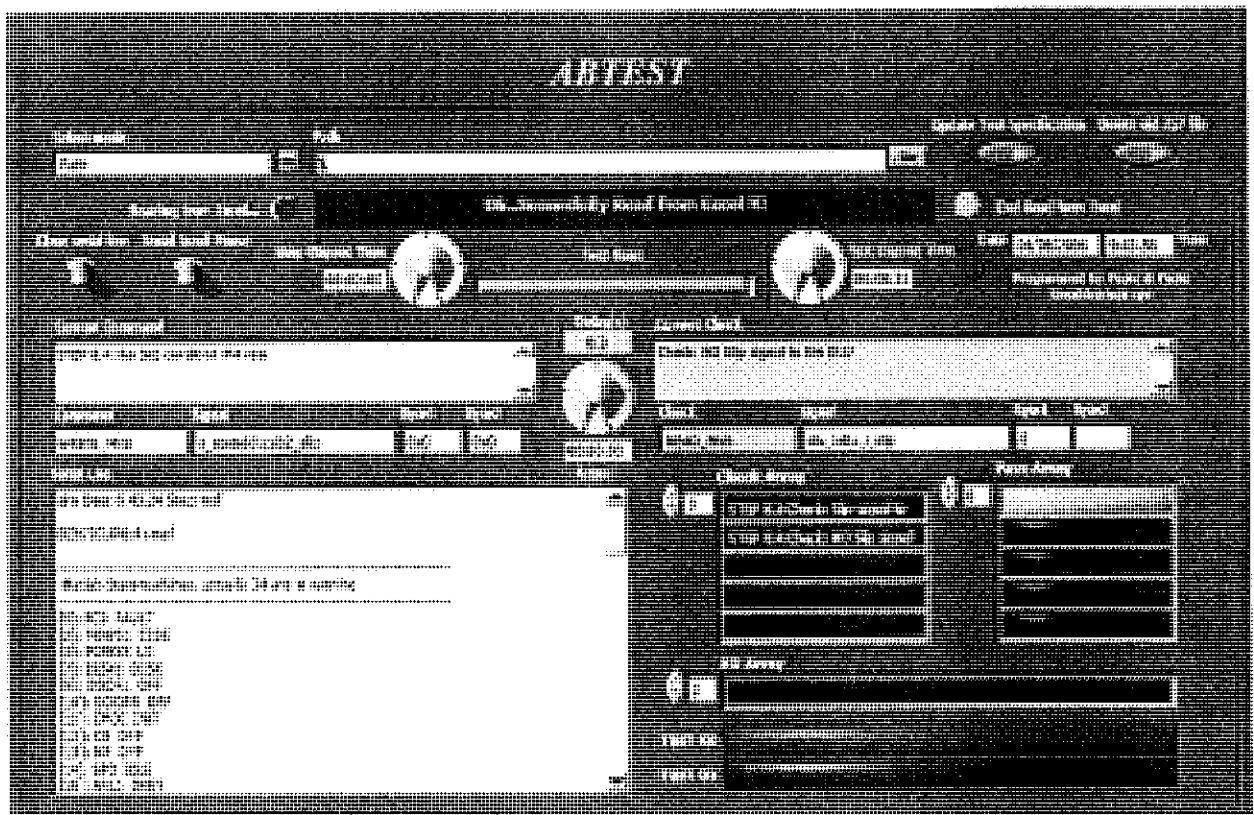


Figura 7 - Interfaz principal de ABTest

Redundancia de la unidad CCU32

Durante el arranque, sólo se activará uno de los dos dispositivos situados en el coche Tc1 (la CCU32 o la CCU32R), mientras que el otro será la unidad de reserva.

La gestión de la redundancia se ha desarrollado según las siguientes reglas:

- Tanto la CCU32 activa como la CCU32 de reserva leerán la misma entrada de datos procedente del bus MVB.
- Tanto la CCU32 activa como la CCU32 de reserva ejecutarán los mismos programas informáticos.
- Tanto la CCU32 activa como la CCU32 de reserva leerán la misma entrada de datos procedente del bus MVB.

Tanto la CCU32 activa como la CCU32 de reserva prepararán la misma salida de datos según la entrada de datos y la configuración del software.

008990

Sólo la unidad CCU32 activa escribirá la salida de datos para el bus MVB.

La unidad CCU32 de reserva leerá el estado de la unidad CCU32 activa tanto por la conexión Ethernet como por el bus MVB; en cuanto se detecte que la CCU32 activa es defectuosa, la CCU32 de reserva pasará a ser la unidad activa y escribirá la salida de datos para el bus MVB.

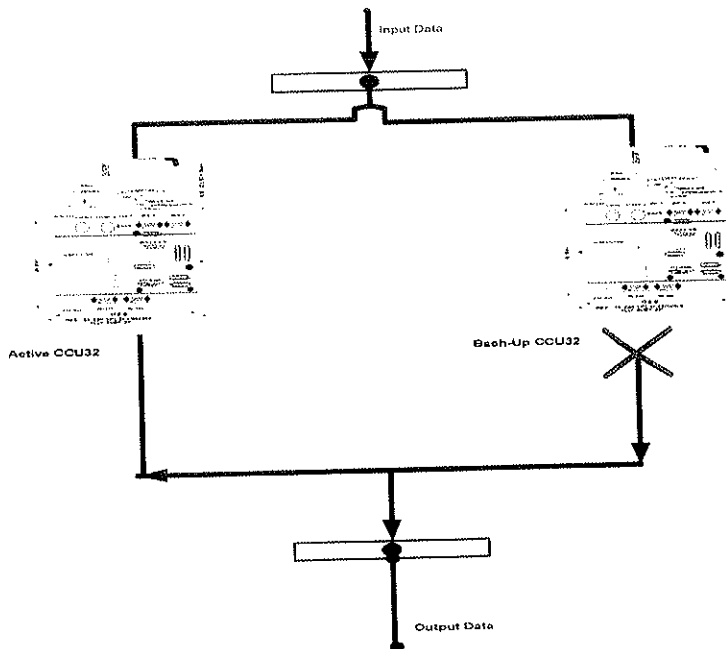


Figura 8 - Redundancia de la unidad CCU32

Durante la transición de reserva a activa no tendrá lugar ninguna pérdida de datos de los datos de salida para el bus MVB.

Equipos LCU

Los equipos LCU están a cargo de la gestión de la entrada/salida de la interfaz. Los equipos LCU (I/O remota) se emplean para impulsar las señales de entrada/salida en cada composición de tren. Esencialmente, son dispositivos MVB que hacen que todas las señales de la composición de tren estén disponibles en la red MVB para ser procesadas por la lógica CCU32 y las funciones de diagnóstico.

La unidad LCU se comunica de manera estándar con los dispositivos CCU32 a través del bus MVB. Se facilitan el sistema operativo y las bibliotecas de software básicas. No es necesario desarrollar ningún software de aplicación; los dispositivos LCU son unidades plug-and-play. Los bastidores LCU se colocan cerca de los equipos a controlar a fin de reducir el número y la longitud de los cables.

La unidad LCU está en contacto con los demás dispositivos del tren tanto por medio de señales directas como por la red comunicación (bus MVB, bus RS-485, bus CAN, bus Ethernet).

Los equipos LCU están a cargo de las siguientes funciones estándar:

- Gestión de las entradas digitales.
- Gestión de las salidas digitales.
- Gestión de las entradas analógicas

008991

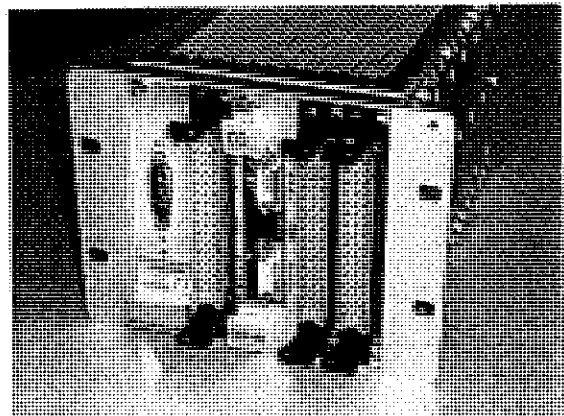
- > Gestión de las salidas analógicas.
- > Gestión del bus MVB.
- > Gestión del bus CAN.
- > Gestión del bus RS-485.
- > Interfaz con la unidad PTU.
- > Autoverificación de diagnóstico.
- > Reinicio automático tras gestionar un fallo.
- > Protección de vigilancia y TRAP.

Los equipos LCU se utilizan para gestionar datos en coches remotos y ponerlos a disposición del equipo CCU32, en el que se están ejecutando las funciones lógicas.

Equipo LCU - Ficha técnica

Características principales

<u>Tensión continua de batería</u>	Conforme a EN 50155
<u>Tensión máxima de batería</u>	Conforme a EN 50155
<u>Norma de referencia</u>	EN 50155
<u>Rango de temperatura</u>	-40°C ... +85°C Según EN 50155, Clase TX
<u>Compatibilidad electromagnética</u>	Según EN 50155
<u>Vibración</u>	Según EN 50155
<u>Impacto</u>	Según EN 50155
<u>Microcontrolador</u>	CPU Infineon C167 de alto rendimiento
<u>Frecuencia de reloj</u>	32MHz
<u>RAM</u>	2 MB
<u>Memoria flash</u>	8 MB
<u>MVB</u>	Tipo EMD (Electrical Medium Distance) Clase 3-4 1 interfaz de bus MVB de tipo EMD aislada por transformadores según la norma TCN IEC 61375
<u>Ethernet</u>	1 controlador Fast Ethernet 10/100 Base TX (conectores M12 para aplicaciones ferroviarias)
<u>RS-232</u>	1 interfaz RS-232; full

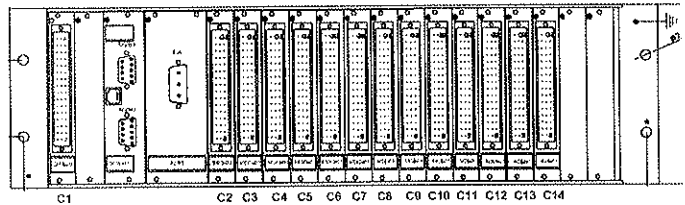


Handwritten signature and stamp in the bottom right corner.

<u>RS-485</u>	duplex; TX/RX 2 interfaces bus RS-485-transceptor; half duplex; optoaislado
<u>Bus CAN</u>	1 interfaz bus CAN-transceptor; interfaz eléctrica 2.0B; optoaislado
<u>Pulsadores</u>	Reposición de tarjeta manual Activación de la rutina de arranque
<u>Aislamiento galvánico</u>	Entrada de 1.500 Vcc al aislamiento galvánico del chasis; entrada de 1.500 Vcc al aislamiento galvánico de salida
<u>Sistema operativo</u>	RTX OS
<u>Software</u>	Conforme a EN 50128

Tabla 8 - Hardware de la unidad LCU

Hay bastidores LCU disponibles en distintos tamaños para ajustarse tanto al espacio disponible como al número de señales a gestionar en cada coche.



Entorno de software

Sistema operativo: RTX - OS

El sistema operativo en tiempo real RTX (RTX-OS) proporciona una operación en tiempo real y está estrechamente integrado en el microcontrolador Infineon C167 de última generación. El sistema operativo RTX-OS ha sido diseñado específicamente para sistemas embebidos.

Herramientas de desarrollo: Keil - uVision2 V2.20 a

Los programas informáticos se han desarrollado con los siguientes productos:

- Keil uVision2 V2.20a
- C Compiler C166.exe V4.20c
- Assembler A166.exe V4.20
- Linker/Locator L166.exe V4.20
- Librarian LIB166.exe V4.20
- Hex Converter OH166.exe V4.20b

CONSORCIO [9401]
 NUEVO METRO DE LIMA
 ASISTENTE TÉCNICO

- Simulation DLL S166.exe V2.14c
- Dialog DLL D167.exe V220

008993

➤ **Software, librerías y herramientas básicas**

Todas las funciones básicas son parte de una biblioteca estándar que es utilizada por todo el proyecto de aplicación.

Se emplean herramientas informáticas especiales para generar el software con el fin de configurar los controladores estándar (MVB, CAN, RS-485, I/O).

Redundancia de la unidad LCU

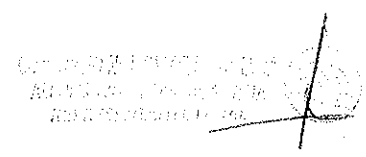
Cada equipo LCU ubicado en un coche consta de 2 bastidores (LCUx y LCUxR, x = 1, 2, 3, 4): Durante el arranque, sólo una unidad de entre la LCUx y la LCUxR será el bastidor activo, mientras que la otra pasará a ser la unidad de reserva y estará lista para ser el bastidor activo si falla el bastidor activo.

Los bastidores LCUx y LCUxR intercambian información sobre el estado de salud por la conexión del bus CAN.

La gestión de la redundancia se ha desarrollado según las siguientes reglas:

- Tanto la LCU activa como la LCU de reserva leerán la misma entrada de datos procedente del bus MVB.
- Tanto la LCU activa como la LCU de reserva ejecutarán los mismos programas informáticos.
- Tanto la LCU activa como la LCU de reserva leerán la misma entrada de datos procedente del bus MVB.
- Tanto la LCU activa como la LCU de reserva prepararán la misma salida de datos según la entrada de datos y la configuración del software.
- Sólo la unidad LCU activa escribirá la salida de datos para el bus MVB.

CONSORCIO [9402]
 NUEVO METRO DE LIMA
 2015/05/14



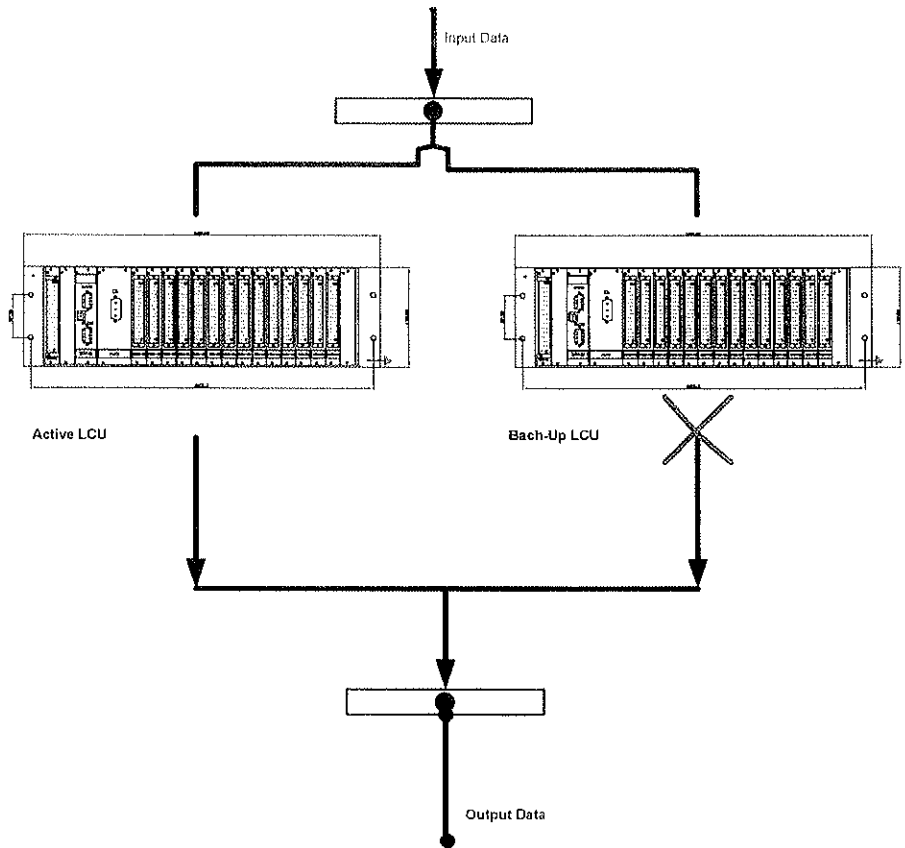


Figura 9 - Redundancia de la unidad LCU

Input data	Datos de entrada
Active LCU	Unidad LCU activa
Back-up LCU	Unidad LCU de reserva
Output data	Datos de salida

Equipo REP

La tarjeta REP realiza las funciones de repetidor entre dos secciones del bus EMD (Electrical Middle Distance) MVB con el fin de permitir la construcción de líneas más largas que las obtenidas sin la regeneración de la señal del bus MVB. El equipo ha sido diseñado según la norma IEC 61375-1 "Train Communication Network (TCN)".

El conjunto está formado por dos unidades completamente independientes, cuya tarea es repetir una línea en el bus MVB (línea A o línea B). Estas dos unidades son totalmente independientes para garantizar que el fallo de una línea no afecte al funcionamiento de la otra: de esta manera, se garantiza que la función es absolutamente redundante. Las líneas del bus MVB (línea A o línea B) también son terminadas correctamente de manera interna por el equipo REP. Así pues, el equipo REP ha de colocarse al final del segmento MVB.

Equipo REP - Ficha técnica

Características principales

<u>Tensión continua de batería</u>	Conforme a EN 50155
<u>Tensión máxima de batería</u>	Conforme a EN 50155
<u>Norma de referencia</u>	EN 50155
<u>Rango de temperatura</u>	-40°C ... +85°C Según EN 50155, Clase TX
<u>Compatibilidad electromagnética</u>	Según EN 50155
<u>Vibración</u>	Según EN 50155
<u>Impacto</u>	Según EN 50155
<u>MVB</u>	EMD (Electrical Medium Distance)
<u>Aislamiento galvánico</u>	Entrada de 1.500 Vcc al aislamiento galvánico del chasis; entrada de 1.500 Vcc al aislamiento galvánico de salida

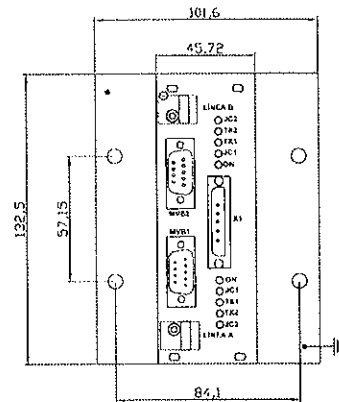


Tabla 9 - Hardware del REP

CONSORCIO [9404]
NUEVO METRO DE LIMA
REVISADO

008996

Descripción de las interfaces del hardware

En este capítulo se describen las interfaces de entrada y de salida.

Interfaz de entrada digital

El sistema TCS proporciona las entradas digitales de 110 V para las tarjetas UDI-01. Cada tarjeta UDI-01 gestiona 24 canales de carga de lado alto.

Diagrama esquemático:

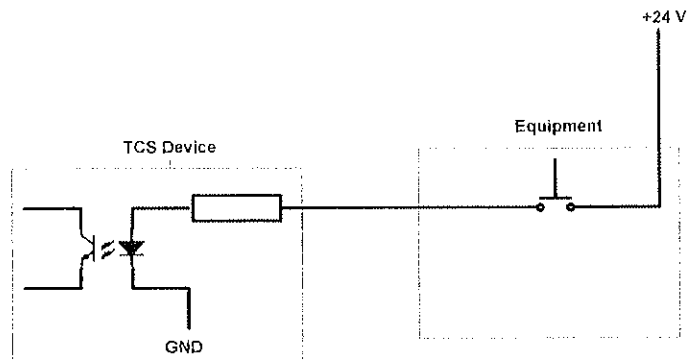


Figura 10 - Entrada digital

TCS device	Dispositivo TCS
Equipment	Equipos
GND	Tierra

Interfaz de salida digital

El sistema TCS proporciona las salidas digitales de 110 V para las tarjetas LDO-01. Cada tarjeta LDO-24 gestiona 18 canales.

Diagrama esquemático:

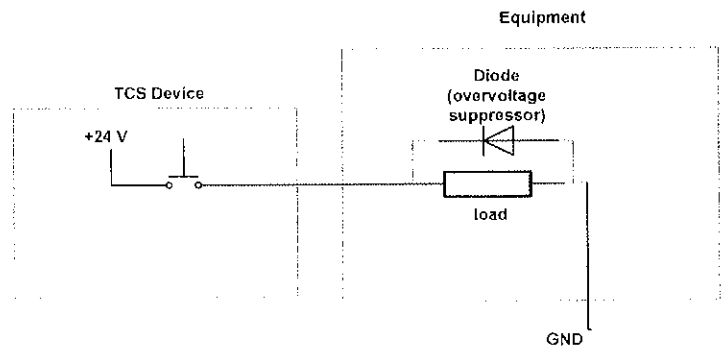


Figura 11 - Salida digital

TCS device	Dispositivo TCS
Equipment	Equipos
Diode (overvoltage suppressor)	Diodo (supresor sobretensiones)
Load	Carga
GND	Tierra

de
 (Seal and signature)

Señales de entrada analógica

La caja lee las entradas analógicas procedentes de las tarjetas GP-xx.



La tarjeta GP-xx es una familia de tarjetas diseñada para hacer que la interfaz de entrada analógica esté disponible.

Diagrama esquemático de una tarjeta GP típica:

008997

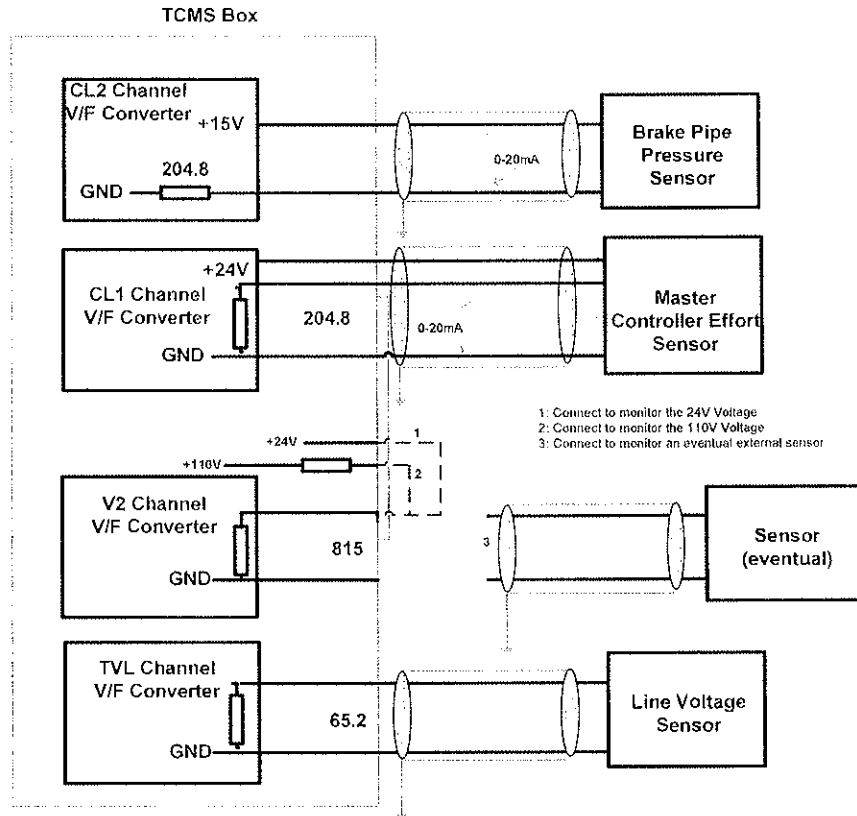
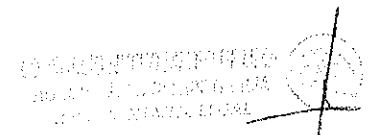


Figura 12 - Entrada analógica

TCMS Box	Caja TCMS
Xx channel	Canal xx
V/F converter	Convertidor V/F
GND	Tierra
Brake pipe pressure sensor	Sensor de presión del tubo de frenos
Master controller effort sensor	Sensor de esfuerzo del controlador principal
Line voltage sensor	Sensor de tensión de línea

Señales de salida analógica

La caja proporciona las salidas analógicas procedentes de las tarjetas GP-xx. Diagrama esquemático:



008998

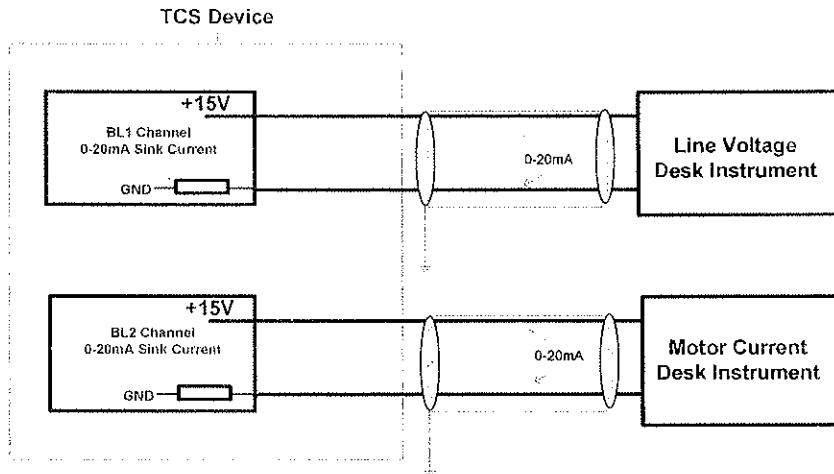


Figura 13 - Salida analógica

TCS device		Dispositivo TCS
Xx channel		Canal xx
Xxx sink current		Corriente absorbida
Motor current instrument	desk	Instrumento de pupitre de intensidad del motor
Line voltage Instrument	Desk	Instrumento de mesa de tensión de línea

Bus de comunicación MVB

Diagrama esquemático:

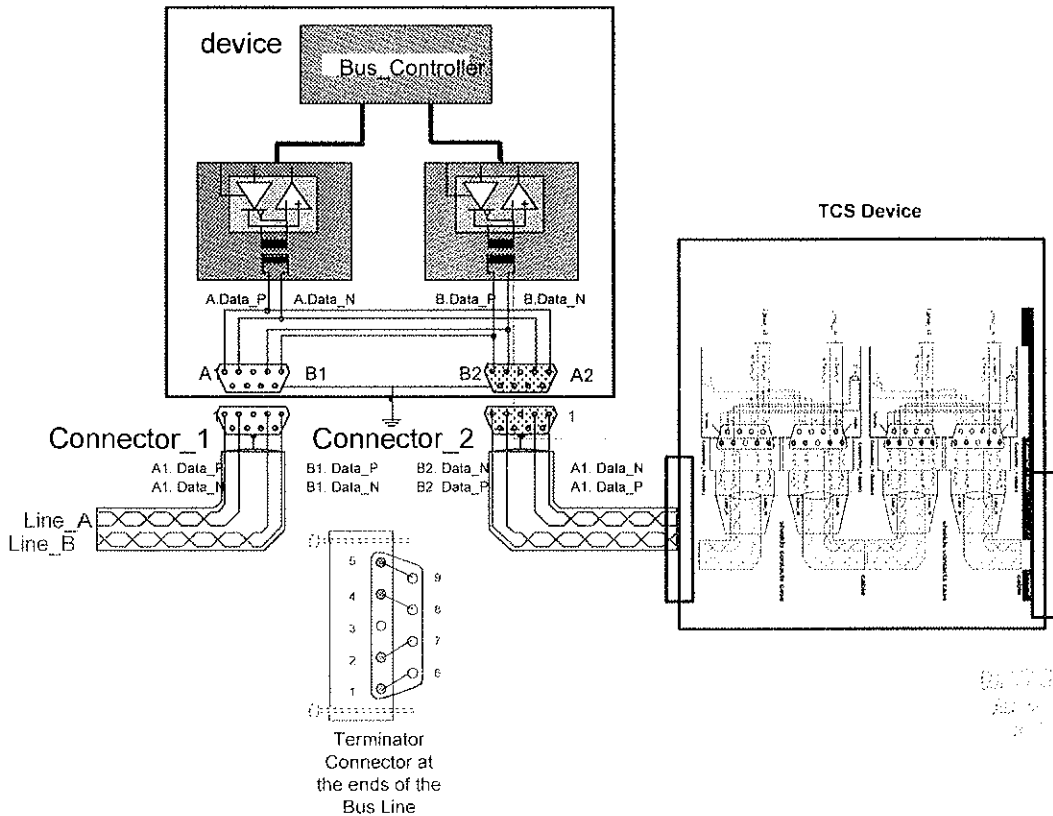


Figura 14 - Bus de comunicación MVB

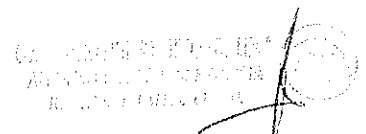
10/10/2011

Device	Dispositivo	
Bus controller	Controlador de bus	
Connector	Conector	008999
Data	Datos	
Line	Línea	
TCS device	Dispositivo TCS	
Terminator connector at the ends of the bus line	Conector de terminación en los extremos de la línea de bus	

Características del canal:

Característica	Valor	Observaciones
<u>Norma</u>	IEC 61375-3	
<u>Capa física del bus MVB</u>	EMD (acoplamiento con transformador)	
<u>Medio</u>	Cobre: par de hilos trenzados	
<u>Distancia cubierta</u>	200 m (para un solo segmento MVB)	Se utilizan dispositivos REP (repetidores de bus MVB) para que la longitud de los segmentos MVB sea menor que 150 m.
<u>Velocidad en baudios</u>	1,5 Mbit/s	
<u>Redundancia</u>	Línea A del bus MVB Línea B del bus MVB	Un dispositivo MVB transmite simultáneamente los mismos datos tanto por la Línea A como por la Línea B; un dispositivo MVB acepta los datos de una línea, llamada la Línea de confianza, mientras monitoriza la otra línea, denominada Línea observada.

Tabla 10 - Características del bus MVB



009500

Bus de comunicación Ethernet

Diagrama esquemático:

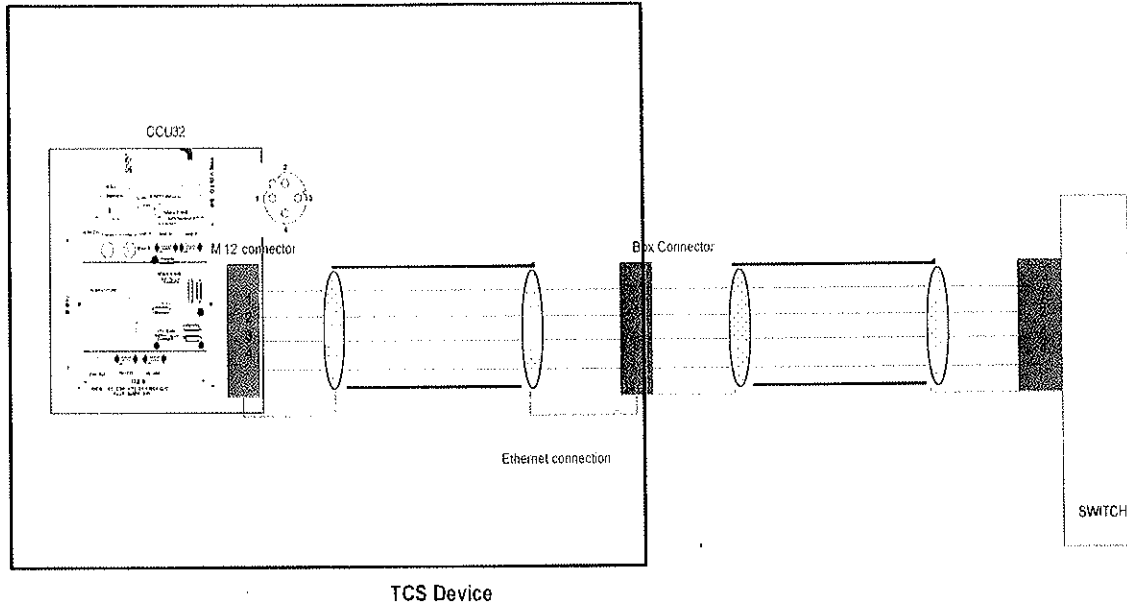


Figura 15 - Bus de comunicación Ethernet

Ethernet connection	Conexión Ethernet
M12 Connector	Conector M12
Box connector	Conector de caja
Switch	Conmutador
TCS device	Dispositivo TCS

Características del canal:

Característica	Valor	Observaciones
Tipo de Ethernet	10/100 Base TX	
Conectores	M12	Para aplicaciones ferroviarias

Tabla 11 - Características del bus Ethernet

CONSORCIO [9409]
NUEVO METRO DE LIMA

Bus de comunicación RS-485

Diagrama esquemático:

009001

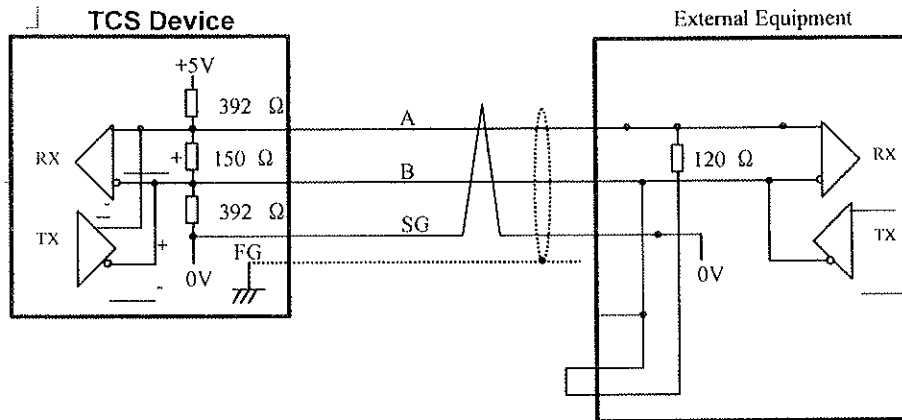


Figura 16 - Bus de comunicación RS-485

External equipment

Equipos externos

TCS device

Dispositivo TCS

Características del canal:

Característica	Valor	Observaciones
Protocolo de software	Tipo interrogación selectiva al maestro (master polling)	
Protocolo de transmisión	Basado en UART	
Velocidad en baudios	19.200 bps	
Tiempo de respuesta	< 100 ms	
Duración del ciclo de interrogación selectiva	200 ms	
Muestreo en el tiempo	200 x 10 veces	
Codificación de señal	Código NRZ	
Formato de trama	10 bit	
Bit de inicio	1	
Bit de datos	8	
Bit de parada	1	
Paridad	Ninguna	

CONSORCIO [94101]
NUEVO METRO DE LIMA
E.S. INGENIERO EN ELECTRICIDAD

Bus de comunicación CAN

Diagrama esquemático:

009002

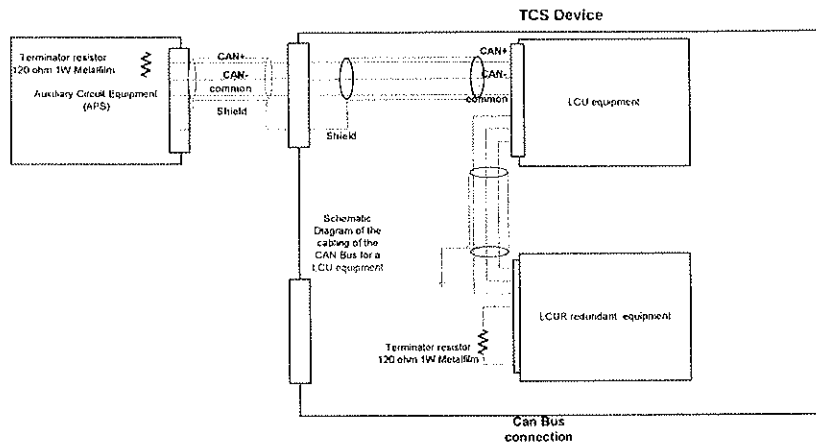


Figura 17 - Bus de comunicación CAN

Terminator resistor	Resistencia de terminación
Auxiliar circuit equipment	Equipos auxiliares de circuito
TCS device	Dispositivo TCS
Common	Común
Shield	Blindaje
Schematic diagram of the cabling of the CAN bus for a LCU equipment	Diagrama esquemático del cableado del bus CAN para un equipo LCU
LCUR redundant equipment	Equipo redundante LCUR
CAN bus connection	Conexión del bus CAN

Características del canal:

Característica	Valor	Observaciones
Norma	SAE J1939	
Velocidad en baudios	125 Kb/s	

Tabla 12 - Características del bus CAN

CONSORCIO [94111]
NUEVO METRO DE LIMA

Conexión serie del puerto de servicio RS-232

Diagrama esquemático:

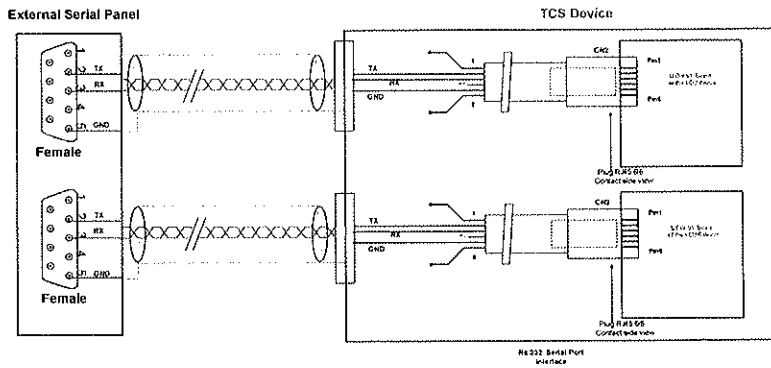


Figura 18 - Puerto de servicio RS-232

External serial panel	Resistencia de terminación
TCS device	Dispositivo TCS
Rs232 serial port interface	Interfaz puerto serie RS-232
Female	Femenino

Características del canal:

Característica	Valor	Observaciones
Interfaz física	RS-232	
Velocidad en baudios	34.800 b/s	
Carácter	8 bit	
Bit de inicio	1	
Bit de parada	1	
Paridad	Ninguna	

Tabla 13 - Características del puerto de servicio RS-232

CONSORCIO [9412]
NUEVO METRO DE LIMA
ES. ALICAPAZ 1000

Arquitectura del software

En este capítulo se describe la arquitectura del software de los equipos del sistema TCS.009004

El software del sistema TCS está organizado en distintos niveles de abstracción: la interfaz física está bien definida y separada de las funciones de software de aplicación. Por consiguiente, el software de aplicación puede migrarse fácilmente a una plataforma física diferente, bien como consecuencia de una obsolescencia del hardware, bien en caso de que sea necesario mejorar el rendimiento.

La siguiente figura muestra la arquitectura del software.

La parte principal del software es la parte de la biblioteca estándar utilizada para todos los productos. La parte en líneas discontinuas tiene que ser adaptada de acuerdo con los requisitos del proyecto específico.

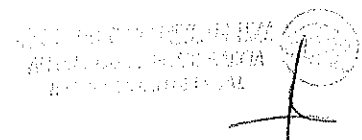


Driver e Services

**Operating System
Card library
(KERNEL)**

Library applications	Aplicaciones de biblioteca
Project applications	Aplicaciones de proyecto
Driver and services	Controlador y servicios
Operating system card library	Biblioteca de tarjeta de sistema operativo

El siguiente diagrama muestra los detalles de la arquitectura del software para los dispositivos CCU y LCU:



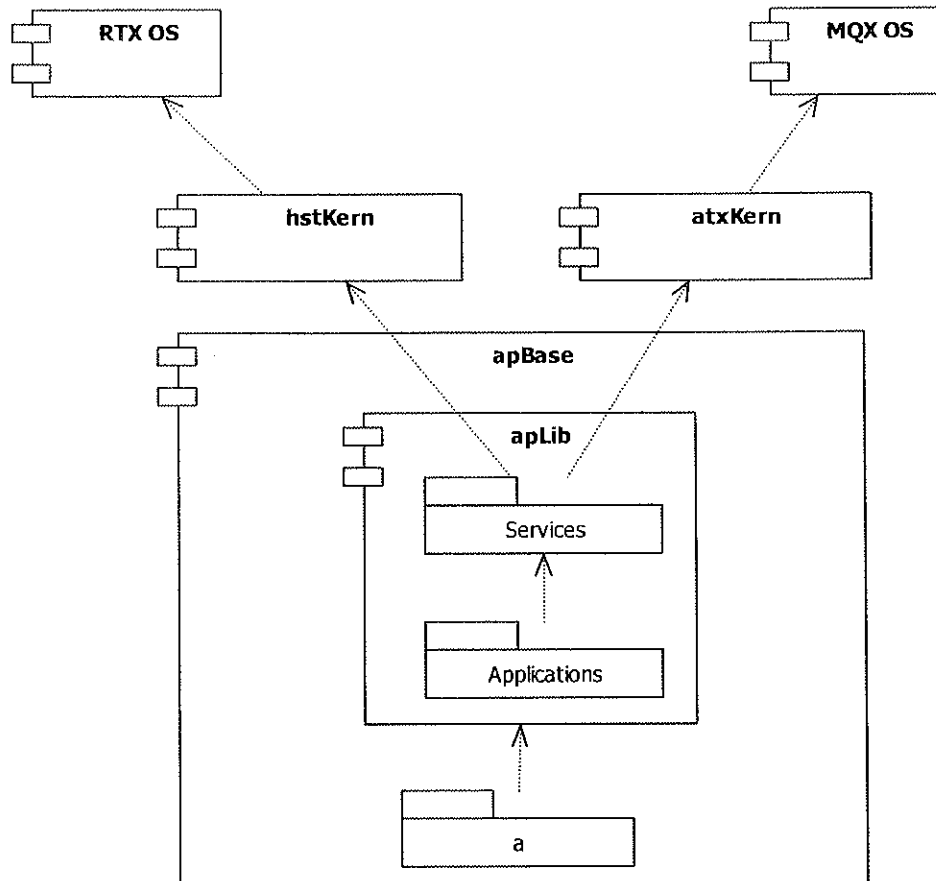


Figura 19 - Arquitectura del software

La arquitectura del software consta de los siguientes componentes:

- **RTX OS:** Sistema operativo en tiempo real (Real Time Operating System).
- **hstKern:** Controladores e interfaz con los componentes físicos.
- **apBase:** Programas de aplicación.

Los programas de aplicación apBase constan de los siguientes componentes secundarios:

- **apLib:** Aplicaciones informáticas de biblioteca (aplicaciones informáticas utilizadas en todos los proyectos).
- **la:** Aplicaciones informáticas específicas de un proyecto.

Las aplicaciones informáticas de biblioteca apLib se componen de los siguientes componentes secundarios:

- **Aplicaciones:** Aplicaciones informáticas de biblioteca. Son programas de aplicación generales que ejecutan funciones que son comunes a más proyectos.
- **Servicios:** Servicios de biblioteca. Son servicios de aplicación generales que pueden ser utilizados por todos los programas de aplicación.

Dispositivo PTU***Vista general***

009006

La unidad de prueba portátil (PTU) de AnsaldoBreda se denomina ATRterm. Esta herramienta se utiliza principalmente:

- durante el periodo de puesta en servicio para la realización de pruebas, y
- durante el periodo de mantenimiento para la búsqueda y reparación de averías.

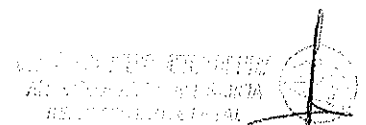
Está diseñada para ser empleada con todos sistemas basados en microprocesadores de AnsaldoBreda, incluyendo las unidades de control de tracción, las unidades de control central, las unidades de control auxiliar, las unidades integradas de diagnóstico, etc.

Puede ser utilizada por los técnicos de mantenimiento y los ingenieros para acceder a las señales de los sistemas de control y a la información registrada por los mismos.

El uso de ATRterm puede ser tan sencillo como conectar un dispositivo y observar los valores de señal en tiempo real o más sofisticado, incluyendo la grabación de datos, el dibujo de gráficas, la navegación por datos de suceso o, incluso, la programación de una macro para personalizar ATRterm según las necesidades específicas.

A continuación se relacionan las funciones principales de ATRterm:

- **Definición de diccionarios de datos** – Se utiliza para definir los datos de monitorización y para describir sus propiedades (nombre, factor de escala, dimensión, color, etc.). Todas las señales disponibles se muestran en el diccionario de datos y pueden arrastrarse y soltarse en el panel de representación gráfica para ser representadas gráficamente.
- **Visor en tiempo real** – Se emplea para visualizar el valor actual de las señales recopiladas en tiempo real por el dispositivo de control conectado. Los datos en tiempo real pueden almacenarse en el PC o imprimirse para su posterior análisis.
- **Navegación por diario de suceso** – La unidad PTU puede acceder a la base de datos embebida de registros de sucesos que está almacenada en dispositivos tales como la unidad CCU, la unidad IDU o la unidad TCU. Además, los diarios de suceso pueden grabarse en el disco duro del PC. Por otra parte, un archivo grabado con anterioridad se puede recargar desde el PC para echarle una hojeada.
- **Impresión de datos** – Se puede obtener una copia impresa de la gráfica visualizada en el panel de representación gráfica.
- **Interfaz de datos en serie** - ATRterm proporciona una ventada de interfaz serie para recabar información y enviar órdenes a los equipos bajo prueba.



Diccionario de datos de la unidad PTU

009007

El diccionario de datos (pestaña Data Dictionary) relaciona todas las señales que están definidas en el dispositivo y que están disponibles para la observación. Existen tres tipos de señal:

- **Analógica** – Normalmente, para estas señales se define una unidad de medida. Representan, por ejemplo, intensidades, tensiones, temperatura, etc. Las señales analógicas están representadas en la lista de la pestaña Data Dictionary por medio de un icono de onda sinusoidal.
- **Palabra de bit** – Se utilizan para agrupar información digital. Pueden contener hasta 16 bits. Las señales de palabra de bits están representadas en la lista de la pestaña Data Dictionary por medio de un icono de onda cuadrada.
- **Digital** – Son las señales de bit elementales que forman una palabra de bits. Se muestran en la pestaña Data Dictionary agrupadas bajo la señal de palabra de bits que las contiene. Las señales digitales se representan por medio de un icono 01.

Al hacer doble clic en una señal de palabra de bit, ésta se expandirá y se mostrarán todas las señales digitales que contiene.

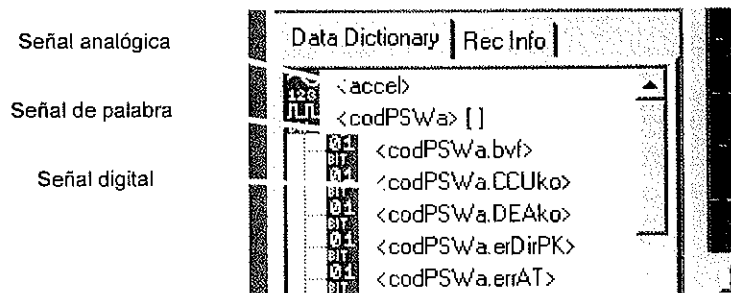


Figura 20 – Pestaña Data Dictionary de la unidad PTU

Una señal en la pestaña Data Dictionary puede encontrarse en uno de dos estados posibles:

- **Habilitada** – Esto significa que la señal realmente se encuentra disponible para ser monitorizada o registrada en la unidad PTU. El dispositivo es consultado con respecto a todas las señales habilitadas y las muestras recibidas se almacenan en la memoria intermedia circular de la PTU, independientemente de que la señal se muestre en pantalla o no. Las señales habilitadas se muestran en la pestaña Data Dictionary con su icono en verde.
- **Deshabilitada** – La señal está definida en el dispositivo, pero su valor no ha sido solicitado al dispositivo y muestreado. Las señales deshabilitadas no pueden monitorizarse en el panel de representación gráfica o en el panel de visualización; para ello, han de ser habilitadas antes. Las señales deshabilitadas se muestran en la pestaña Data Dictionary con su icono en gris.

Las señales pueden habilitarse o deshabilitarse haciendo clic con el botón derecho del ratón en el icono de la señal y eligiendo Enable (Habilitar) o Disable (Deshabilitar) en el menú desplegable que aparecerá. Las señales digitales no pueden habilitarse o deshabilitarse individualmente; su estado es siempre el mismo que el de la señal de palabra de bits a la que pertenecen.

Las señales analógicas pueden añadirse haciendo clic con el botón derecho del ratón en la ventana del diccionario de datos y eligiendo New signal (nueva señal) en el menú desplegable que aparecerá. Se mostrará la siguiente ventana de diálogo:

Visor en tiempo real de la unidad PTU

009008

Hay que utilizar el visor en tiempo real (Real Time Viewer) para:

- > Seleccionar señales a muestrear entre todas las que están definidas en el dispositivo.
- > Visualizar los valores reales de las señales.
- > Navegar por las muestras de señal contenidas en la memoria intermedia.

El visor Real Time Viewer es una ventana secundaria de la ventana principal de ATRterm. Esto quiere decir que el visor puede colocarse en cualquier lugar de la ventana principal, pero no fuera de ella. También puede minimizarse y convertirse en un icono o maximizarse hasta tener el tamaño total de la ventana principal.

En la siguiente figura se muestra una configuración típica del visor Real Time Viewer.

COMANDO EN JEFE
ALFONSO TORO
RESERVA DE DERECHOS

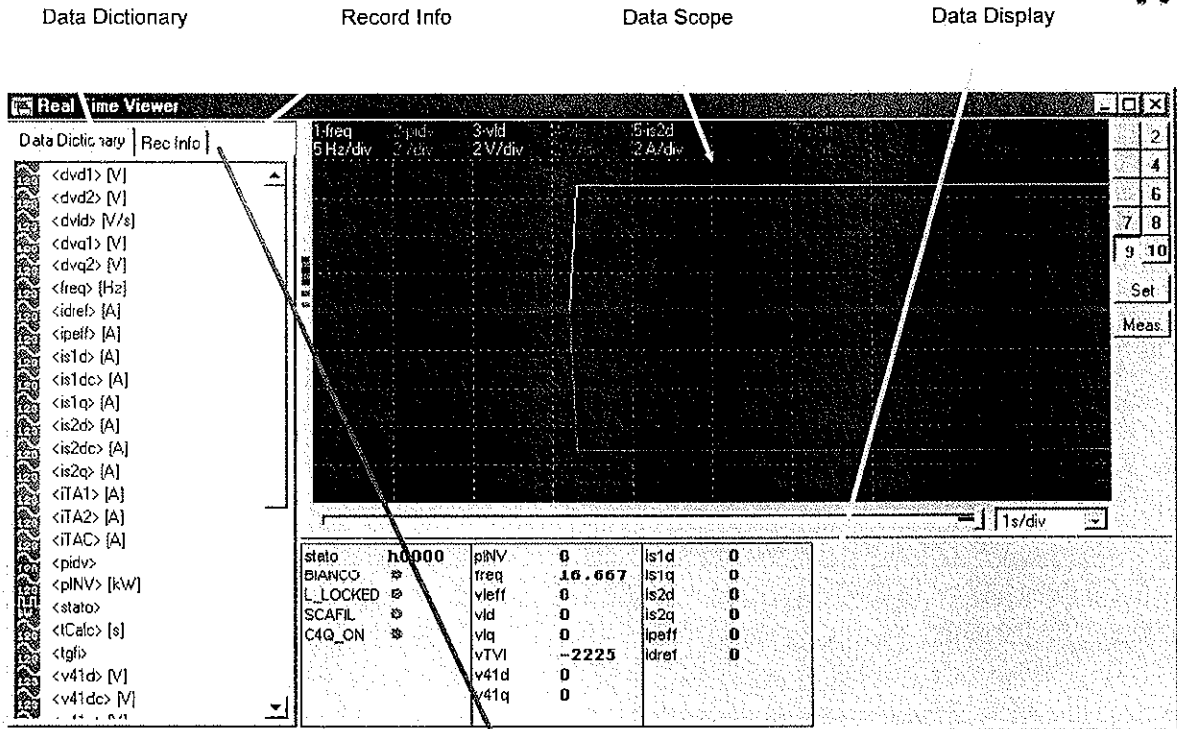


Figura 21 – Visor Real Time Viewer de la unidad PTU

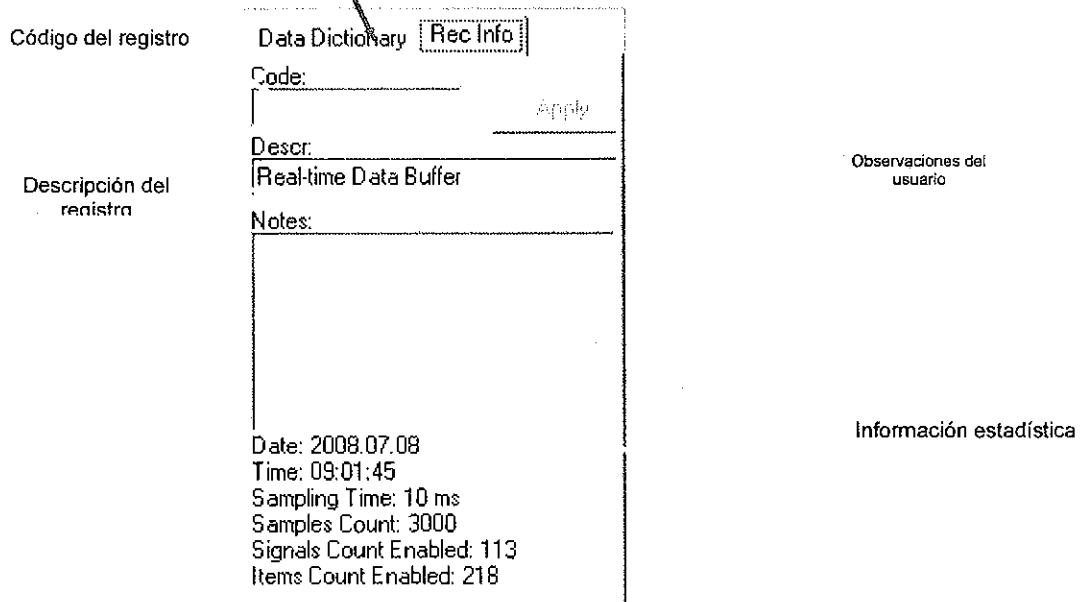


Figura 22 – Pestaña Rec Info de la unidad PTU

El visor Real Time Viewer está dividido en tres regiones:

- En la primera región, a la izquierda, se encuentra la pestaña Data Dictionary. Puede utilizarse para navegar por todas las señales que están disponibles en el dispositivo a monitorizar. Se puede alternar entre la pestaña Data Dictionary y la pestaña Rec Info. Este panel agrupa toda la información relevante relacionada con los datos reales que se están adquiriendo del dispositivo. La pestaña Rec Info puede emplearse para ver o editar información de registro para su posterior uso, tal y como se verá en la próxima señal, en la que se explicará cómo guardar los datos en tiempo real en el disco duro.
- En la parte superior derecha se sitúa el panel de representación gráfica de datos (Data Scope). Se usa para representar gráficamente las señales frente al tiempo; la traza de

señal se desplaza continuamente de derecha a izquierda, lo que le permite al usuario tener una visión absoluta del comportamiento de la señal con el tiempo.

009010

- En la parte inferior derecha se encuentra el panel de visualización de datos (Data Display). En este panel, las señales se muestran por medio de sus valores numéricos o, de modo gráfico, mediante el uso de luces LED de color.

El tamaño de las tres regiones del visor Real Time Viewer puede cambiarse colocando el puntero del ratón sobre la barra que divide dos regiones; cuando el icono del puntero cambie, bastará con hacer clic y arrastrar la barra para cambiar el tamaño de la región.

Cuando se pulsa en el botón Meas. (medir), aparece o desaparece el panel Measure (medir). Su finalidad es dar alguna información de medición sobre el canal seleccionado.

Panel Measure

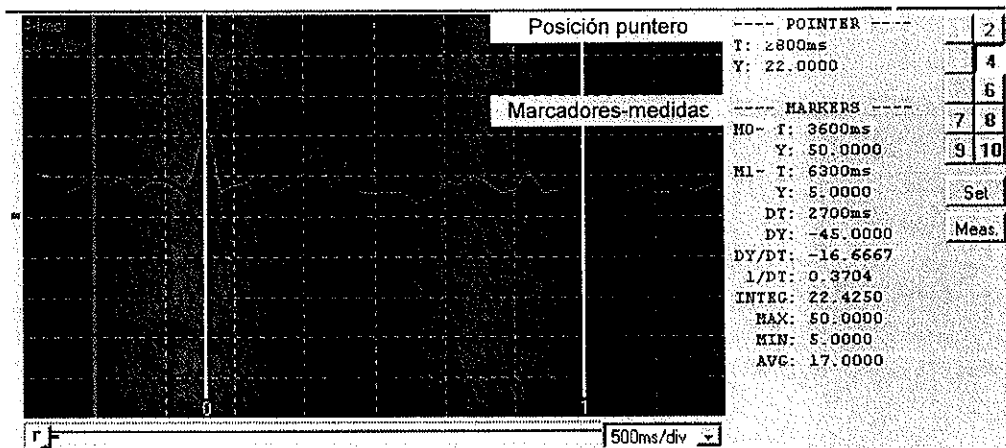


Figura 23 - Panel Measure de la unidad PTU

En la siguiente figura se muestra un ejemplo del uso del diccionario de datos, el visor de representación gráfica analógico y el visor digital de LED:

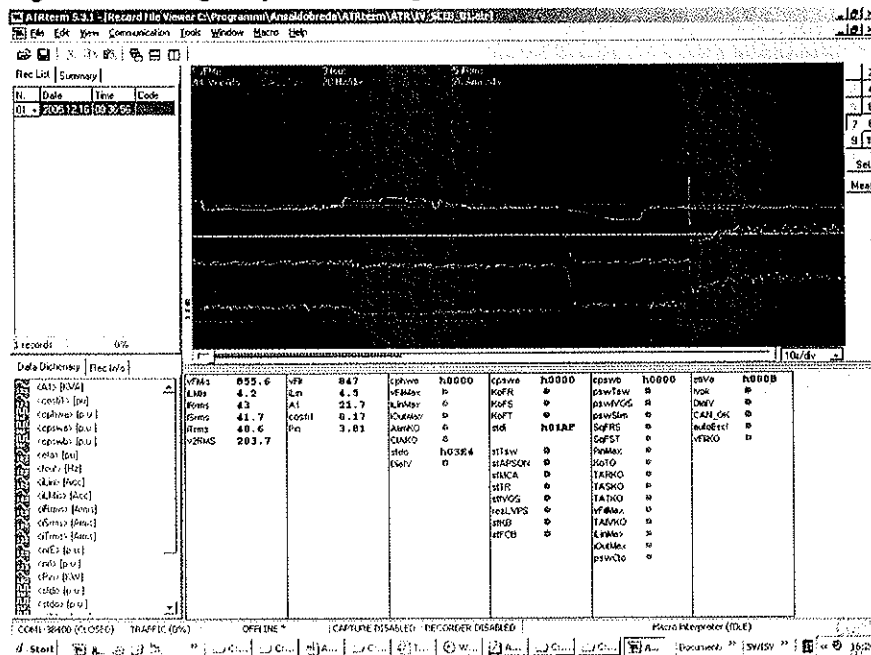


Figura 24 - Interfaz principal de la unidad PTU

Navegación por diarios de suceso de la unidad PTU

Algunos dispositivos son capaces de guardar sucesos en una memoria no volátil.

009011

Durante el funcionamiento normal del dispositivo, la lógica del dispositivo comprueba el sistema para detectar algunas condiciones particulares que el diseñador de sistemas haya decidido guardar para realizar posteriormente un análisis de diagnóstico. Estas condiciones se llaman sucesos. Cada condición particular que debe detectarse está asociada a un suceso. El sistema es capaz de generar muchos sucesos diferentes, cada uno de los cuales viene identificado por su propio código de suceso. Cuando se detecta una de las condiciones de sistema predefinidas, el dispositivo genera el suceso asociado.

Cada vez que se produce un suceso, el dispositivo almacena en la memoria no volátil un registro de diario de suceso que contiene la siguiente información:

- El **encabezamiento** del registro, con la hora y la fecha en la que se produjo el suceso, el código de identificación del suceso y la descripción escrita del suceso.
- El **paquete de muestras de señal**. Contiene las muestras de datos de señales seleccionadas; las muestras están relacionadas con una ventana temporal alrededor del instante en el tiempo del suceso. El diseñador de sistemas ha definido la duración temporal de la ventana y las señales muestreadas particulares.

La memoria no volátil se utiliza como una memoria intermedia circular. Esto significa que, cuando la memoria está llena, los registros de datos más viejos se sustituyen automáticamente por nuevos.

La unidad PTU puede emplearse para acceder a registros de diario de suceso que están almacenados en el dispositivo. ATRterm descargará automáticamente los datos de registro de diario de suceso y los almacenará en la memoria de la PTU para que el usuario pueda verlos.

Todos los datos de suceso descargados estarán disponibles para poder verse en el visor de diarios de suceso (Event Log Viewer). Es un panel visor parecido al visor Real Time Viewer que permite al usuario navegar por registros de datos de suceso.

En la siguiente figura se muestra una configuración típica del visor Event Log Viewer.

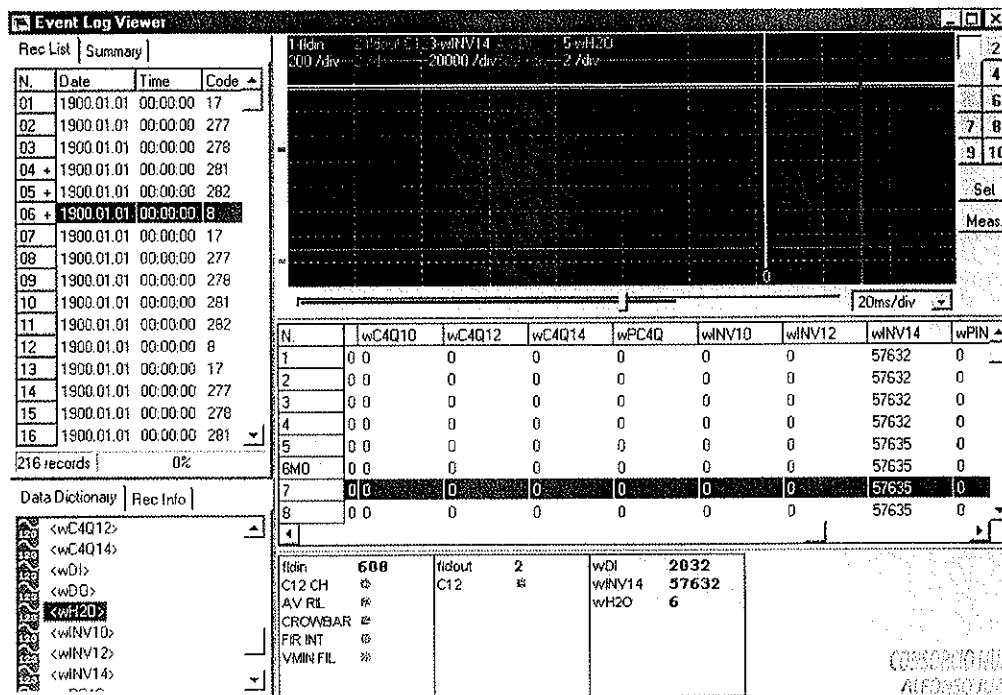


Figura 25 - Visor Event Log Viewer de la unidad PTU

ATRterm calcula automáticamente un resumen estadístico de todos los diarios de suceso descargados. El resumen se actualiza siempre que se añaden más diarios a la lista de registros y se muestra en la pestaña Summary (Resumen).

El resumen se calcula agrupando todos los registros que tienen el mismo código de suceso. Cada grupo se muestra en una fila de la tabla. El resumen muestra la siguiente información para cada grupo de sucesos:

003012

- El código de suceso del grupo.
- El número total de registros en el grupo.
- El índice del primer registro en el grupo.
- La fecha y la hora del primer registro en el grupo.
- El índice del último registro en el grupo.
- La fecha y la hora del último registro en el grupo.
- La descripción del grupo.

Event Log Viewer									
Rec List		Summary							
N.	Code	Tot	Rec# 1st	Date 1st	Time 1st	Rec# Last	Date Last	Time Last	Description
01	17	36	1	1900.01.01	00:00:00	211	1900.01.01	00:00:00	LIVELLO H2O INSUFFICIENTE
02	277	36	2	1900.01.01	00:00:00	212	1900.01.01	00:00:00	INTERVENTO TERMOSTATO H2O
03	278	36	3	1900.01.01	00:00:00	213	1900.01.01	00:00:00	FORZATA APERTURA IP
04	281	36	4	1900.01.01	00:00:00	214	1900.01.01	00:00:00	AVARIA ALIMENTATORE PICKUP
05	282	36	5	1900.01.01	00:00:00	215	1900.01.01	00:00:00	AVARIA ALIMENTATORE LIVELLOSTATO
06	8	36	6	1900.01.01	00:00:00	216	1900.01.01	00:00:00	WATCH-DOG CPU

Figura 26 - Pestaña Summary del visor Event Log Viewer de la unidad PTU

Cuando ATRterm ha terminado de descargar la base de datos de registros de suceso del dispositivo, puede resultar conveniente guardarla en un archivo de disco para tratarla y analizarla una vez desconectado.

Impresión de gráficas del panel de representación gráfica de datos

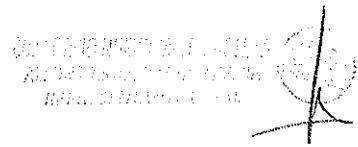
Se puede obtener una copia impresa de la gráfica que se esté mostrando en el panel de representación gráfica haciendo clic con el botón derecho del ratón en dicho panel y seleccionando el comando Print... A continuación, aparecerá el cuadro de diálogo Scope Print Options (Opciones de impresión del panel de representación gráfica) y le pedirá al usuario que especifique numerosos detalles de impresión; la mayoría de las veces, se podrán aceptar los valores por defecto haciendo clic en el botón OK.

En el cuadro de diálogo Scope Print Options se pueden fijar los márgenes de la copia impresa (en milímetros) y establecer si la copia va a ser en color o en blanco y negro.

También se puede seleccionar el texto que se quiere que aparezca como encabezado en la parte superior de la gráfica, como información lateral a la derecha de la gráfica o como pie de página en la parte inferior de la misma.

Para cada una de las tres, existe un marco dedicado en el que se puede habilitar o deshabilitar la visualización marcando la opción Show Check.

En la siguiente figura se muestra una copia impresa típica de ATRTerm.



Real-time Data Buffer

ATRterm 5.0 ANSALDO BREDA
4 - Inot
20 Adv
pos: 0 ois: 0

009013

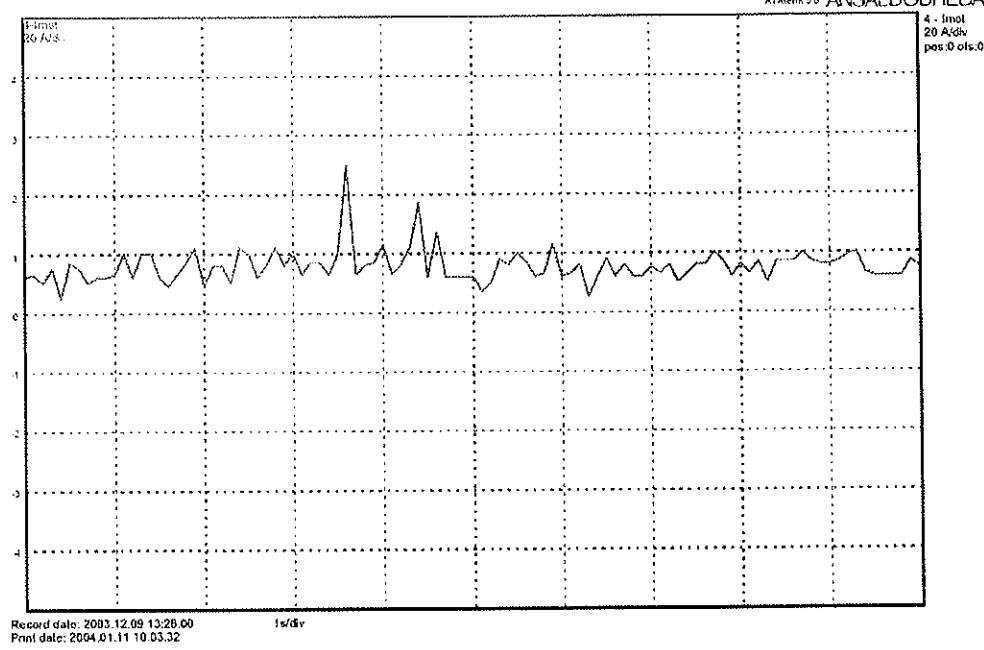


Figura 27 - Copia impresa de la gráfica del panel de representación gráfica de la unidad PTU

Interfaz de datos en serie

ATRterm intercambia datos con el dispositivo mediante el protocolo QUERY. Este protocolo se emplea para recuperar toda la información que ATRterm necesita del, o envía al, dispositivo. El protocolo QUERY está basado en cadenas de consulta que ATRterm envía al dispositivo y respuestas a consulta que el dispositivo envía de vuelta. Para ver los detalles de la comunicación se utiliza el monitor Data Flow Monitor (monitor de flujo de datos). Para abrir este monitor, seleccionar View (Ver) y, luego, Data Flow Monitor en el menú de comandos.

```

Data Flow Monitor
FROM DEVICE:
K NOBACK 23 46418-J###VBI 26 OK LOW POW 33 49522-I###VBI 29 OK F
53630-I###VBI 58 OK VDPUN 25 57734-###VBI 59 OK C40 OK 36
VBI 87 OK ST CEST 27 53627-###VBI 88 OK FIE KO 27 57731-C###VBI
###VVS OK 10:V###VVS OK 11:V###VVS OK 12:U###VVS OK 13:U###VVS OK 14:U###VVS OK 15:U###VVS OK 16:U###
0 0 0 0 98 AVARIA ALIMENTATORE PICKUP:###VVN OK 66:###VDRS OK 11 0
5 5 0 8 0 2000 0 0 97 WATCH-DOG CPU
CH-LOG CPU:###VDRS OK 37 5 5 17 0 0 2000 0 0 0
0 0 98 LIVELLO H2O INSUFFICIENTE:###VDRS OK 50 0 0 277
CIENTE:###VDRS OK 62 0 0 277 0 0 2000 0 0 0
0:6###VDRS OK 74 0 0 277 0 0 2000 0 0 38
0 0 2000 0 0 0 INTERVENTO TERMOSTATO H2O:###VDRS OK 87
TERMOSTATO H2O:###VV 0 -1000 -1000 -1000 -1000 -1000 -272 0 0 688 2 0 0 32544 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 98 INTERVENTO TERMOSTATO H2O:###V
TO DEVICE:
6>###VBI 37:U###VBI 38:V###VBI 39:U###VBI 40:J###VBI 41>###PING 293:O###VBI 41:>###VBI 42
08:>###VBI 109:###VBI 110:>###VBI 111:###VVN >###PING 328:>###VBI 112:>###VVN >###PING 69
S. 37>O###VDRS 38>U###VDRS 39>U###VDRS 40:U###PING 307:U###VV >###DENDE >###VDRS 41:T###VDRS 42
7>I###VDRS 108:###VDRS 109:>###PING 247:>###VV >###DENDE >###VDRS 110:###VDRS 111:&###
    
```

Figura 28 - Monitor Data Flow Monitor de la unidad PTU

El monitor está dividido en dos partes:

- En la parte superior se muestran todos los datos recibidos procedentes del dispositivo.
- En la parte inferior se muestran todos los datos enviados al dispositivo.

009014

Requisitos de hardware de la unidad PTU

ATRterm es una aplicación de Windows de 32 bit; para funcionar correctamente, necesita un sistema de las siguientes características:

- Procesador Pentium a 266 MHz o superior.
- RAM de al menos 32 Mb.
- Pantalla con una resolución mínima de 800x600 píxeles (resolución recomendada: 1024x768 píxeles).
- Al menos 1 puerto de comunicación RS-232 o 1 conexión Ethernet.
- Sistema operativo: Windows 98, 2000, NT, XP o Vista.

D.1.5.18 Descripción del programa calendarizado de provisión del material rodante

A la Fecha de Cierre se emitirá un orden único para los trenes de la Primera y Segunda Etapa según un plano de provisión de material rodante que tiene en cuenta una continuidad de producción y de conformidad con los plazos del artículo. 6.24 del Contrato de Concesión:

- Para la Primera Etapa A, un total de 5 trenes, disponibles para las Pruebas de Puesta en Marcha al mes 24 desde la Fecha de Cierre;
- Para la Primera Etapa B, un total de 15 trenes (por tanto la Primera Etapa tendrá un total de 20 trenes), disponibles para las Pruebas de Puesta en Marcha al mes 40 desde la Fecha de Cierre;
- Para la Segunda Etapa, un total de 22 trenes, disponibles para las Pruebas de Puesta en Marcha al mes 58 desde la Fecha de Cierre (por tanto la Primera y Segunda Etapas tendrán un total de 42 trenes);

El cronograma de provisión de material rodante se desarrolla de acuerdo a las interfaces con las obras civiles y tecnológicas, es decir disponibilidad del depósito probado y equipado y de un tramo de la línea, suficiente para ejecutar las pruebas dinámicas y las pruebas de cualificación y pruebas de serie, al llegar en Lima del primer tren.

La construcción del material rodante se desarrollará en Italia, en al menos dos sitios de producción de AnsaldoBreda:

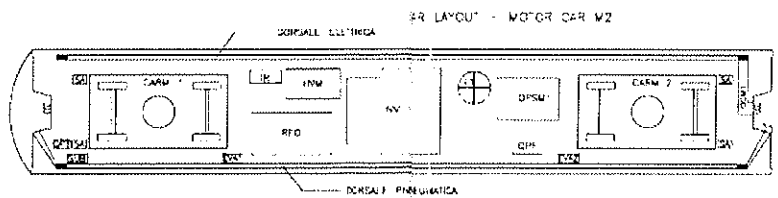
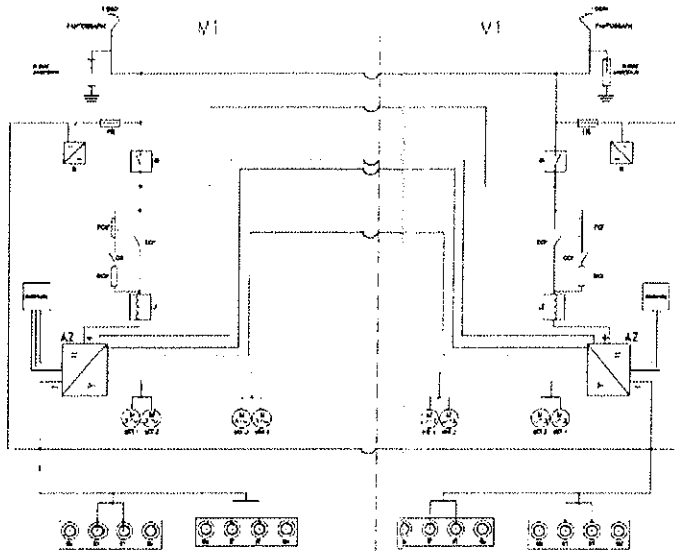
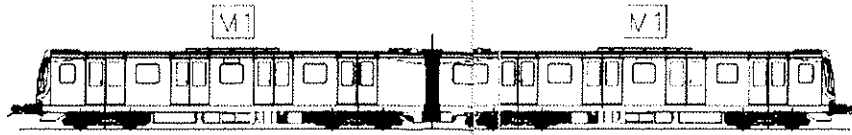
- El sitio de Nápoles (Italia), donde se llevará a cabo la producción y las pruebas de los bogies y de la tracción eléctrica ;
- El sitio en Reggio Calabria (Italia), donde se llevará a cabo la producción, ensamblaje y pruebas de las cajas y pruebas de trenes completos.

El Gantt del suministro de material rodante está indicado en la sección D.1.10.

D.1.5.19 Apéndices

D.1.5 Características de los trenes

D.1.5.19.1 Apéndice 1 – Esquema de alta tens



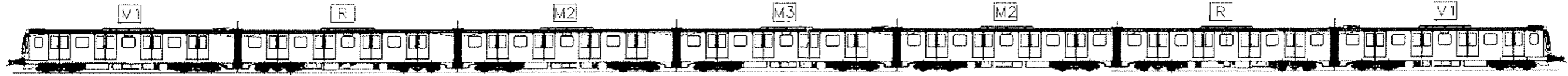
- [M] CUADRO PNEUMÁTICO TRAMON
- [S] IN INTERRUPTOR ENGRANADO
- [A] ADDRESS DE SORTICASSA/CASSA
- [DPSM] CUADRO PNEUMÁTICO SERVIDOR MOTOR 1
- [DPE] CUADRO PNEUMÁTICO FRENO
- [DARMI] CARRELLA MOTOR 1
- [L1] INDICADORA FILTRO ALIMENTADO
- [M1] CUADRO INVERTER 1 TCU
- [M2] CUADRO AL MOTOR 2
- [DARMI 2] CARRELLA MOTOR 2
- [R] CUADRO RESISTOR
- [R] CUADRO R
- [EVA1] ELY ANTI-MINANTE CARMI
- [EVA2] ELY ANTI-MINANTE CARMI 2
- [DPSM 1] CUADRO SERVIDOR MOTOR 1
- [SA] SERRA

COMPONENT'S	CAR
TRACON CONVERTER LINE CONTACTOR	M1 M2 M3
LINE VOLTAGE TRANSUCER	M1 M2 M3
AP/LEMP'S FUSE	4
LINE VOLTAGE TRANSUCER	M1 M2
TRACON CONVERTER PRE-CHARGE FUSE	M1 M2 M3
TRACON CONVERTER PRE-CHARGE CONTACTOR	M1 M2 M3
TRACON CONVERTER PRE-CHARGE RESISTOR	M1 M2 M3
MAIN CIRCUIT BREAKER	M1 M2
LINE INDUCTON	M1 M2 M3
TRACON CONVERTER	M1 M2 M3
TRACON MOTOR	M1 M2 M3

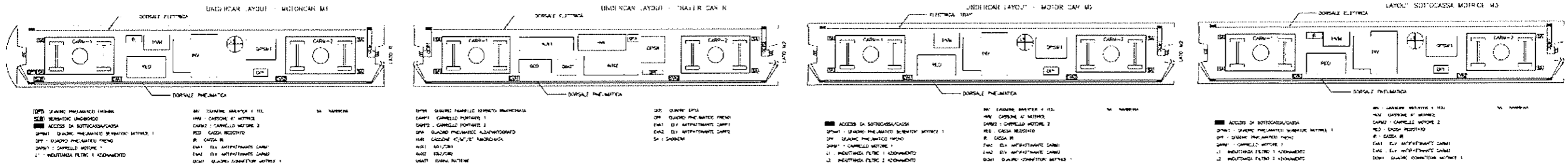
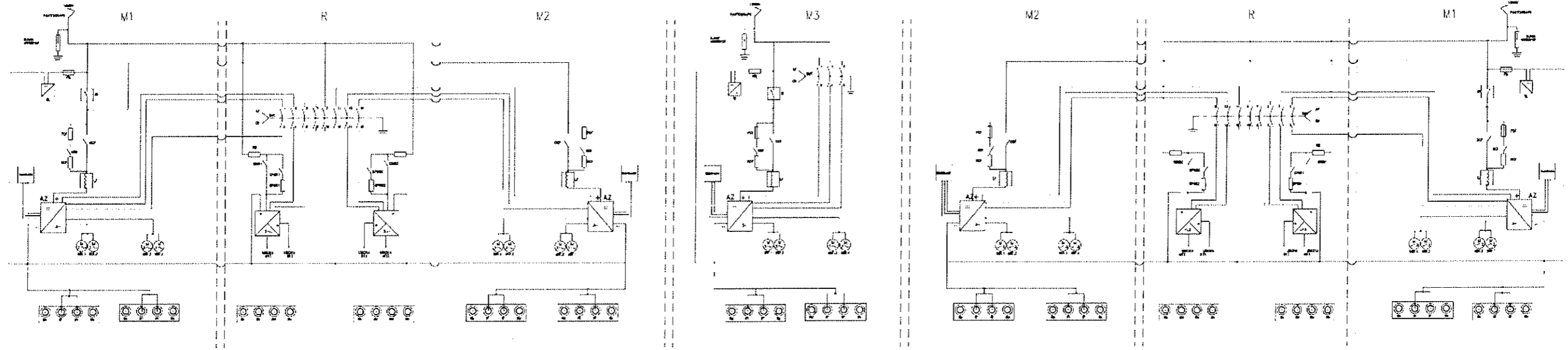
D.1.5 Características de los frenos



D.1.5.19.2 Apéndice 2 – Esquema de alta tensiones – siete coches



-V SCHEMATIC DIAGRAM

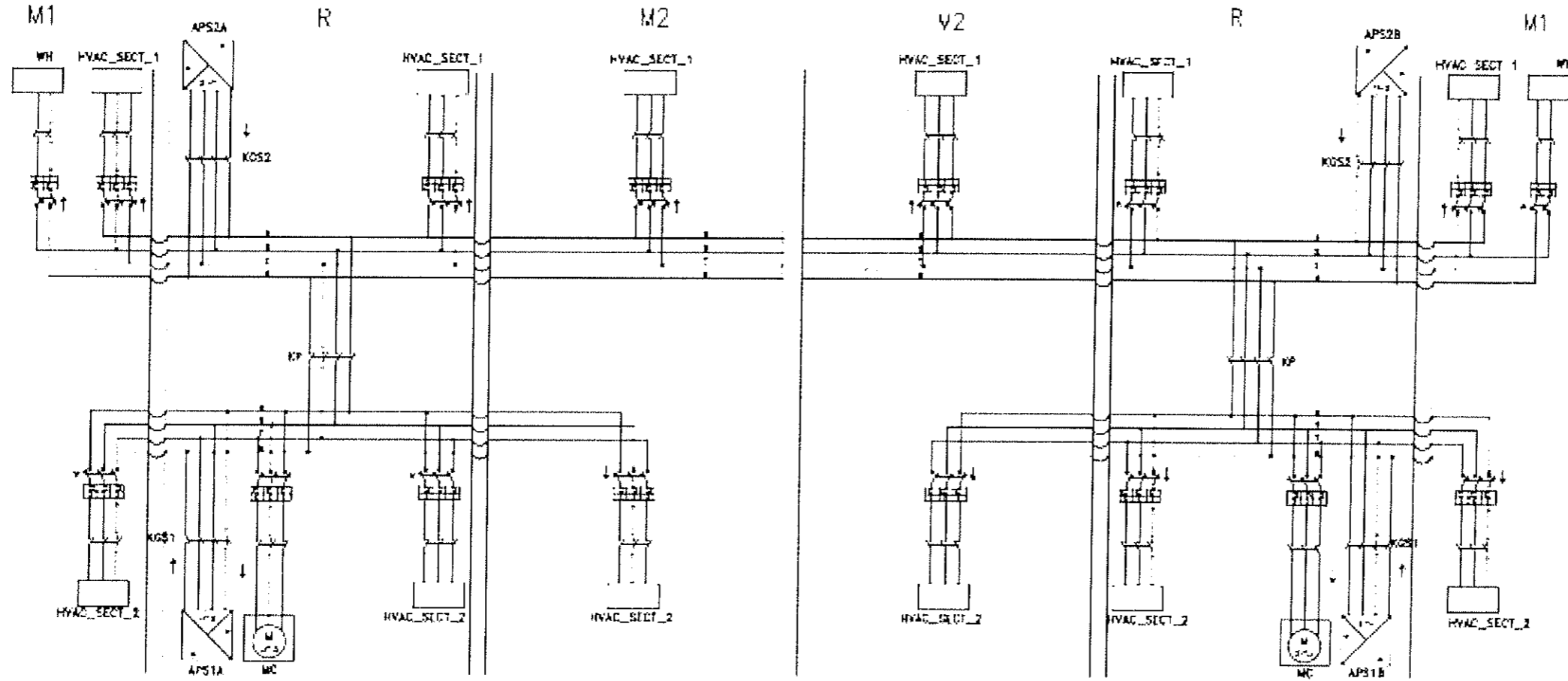


- Legend for symbols:
 - : QUANDO PRELIMINARE FRENO
 - : ACCESSO DA SOTTOCASSA/CASSA
 - : QUANDO PRELIMINARE SENSORE MOTORE 1
 - : QUANDO PRELIMINARE FRENO
 - : CARRELLI MOTORE 1
 - : INDUTTORIA FILTRO 1 ADOZIONE
 - : QUANDO ANALISI F. RES.
 - : COPRINE A2 MOTORE
 - : CASSA RESISTOR
 - : CASSA R
 - : ELEVA INDIFFERENTE CARMI
 - : ELEVA INDIFFERENTE CARMI
 - : QUANDO CONNETTORI MOTORE 1
 - : QUANDO ANALISI FRENO
 - : CARRELLI MOTORE 2
 - : CASSA RESISTOR
 - : CASSA R
 - : ELEVA INDIFFERENTE CARMI
 - : ELEVA INDIFFERENTE CARMI
 - : QUANDO CONNETTORI MOTORE 1

COMPONENTE	CAR	COMPONENTE	CAR
CCP	TRACCIÓN CONVERTER LINE CONTACTOR	M1, M2, M3	
FTV	LINE VOLTAGE TRANSJUDIC	M1, M2, M3	
FOS	APS/APS1 FUSE	R	
FVA	LINE VOLTAGE TRANSJUDIC	M1, M3	
FIC	TRACCIÓN CONVERTER PRECHARGE FUSE	M1, M2, M3	
CCP	TRACCIÓN CONVERTER PRECHARGE CONTACTOR	M1, M2, M3	
RCF	TRACCIÓN CONVERTER PRECHARGE RESISTOR	M1, M2, M3	
R	MAIN HV CIRCUIT BREAKER	M1, M3	
I	LINE ISOLATION	M1, M2, M3	
A2	TRACCIÓN CONVERTER	M1, M2, M3	
M3	TRACCIÓN MOTOR	M1, M2, M3	
IT	TRACCIÓN	M1, M2, M3	
RM	CARLINE	M1, M2, M3	
BM1	OVERLINE SWITCH	R	
MS1	APS1/APS1 LINE CONTACTOR	R	
MS2	APS2/APS2 PRECHARGE CONTACTOR	R	
CP1	APS 1	R	
MS2	APS2/APS2 LINE CONTACTOR	R	
MS2	APS2/APS2 PRECHARGE CONTACTOR	R	
CS2	APS 2	R	
CS2	APS 2	R	

Line Current for each traction motor	100 A
Line current for both traction motors	200 A
Maximum current allowed with the same converter	145 A
Max Traction motor current	98 A

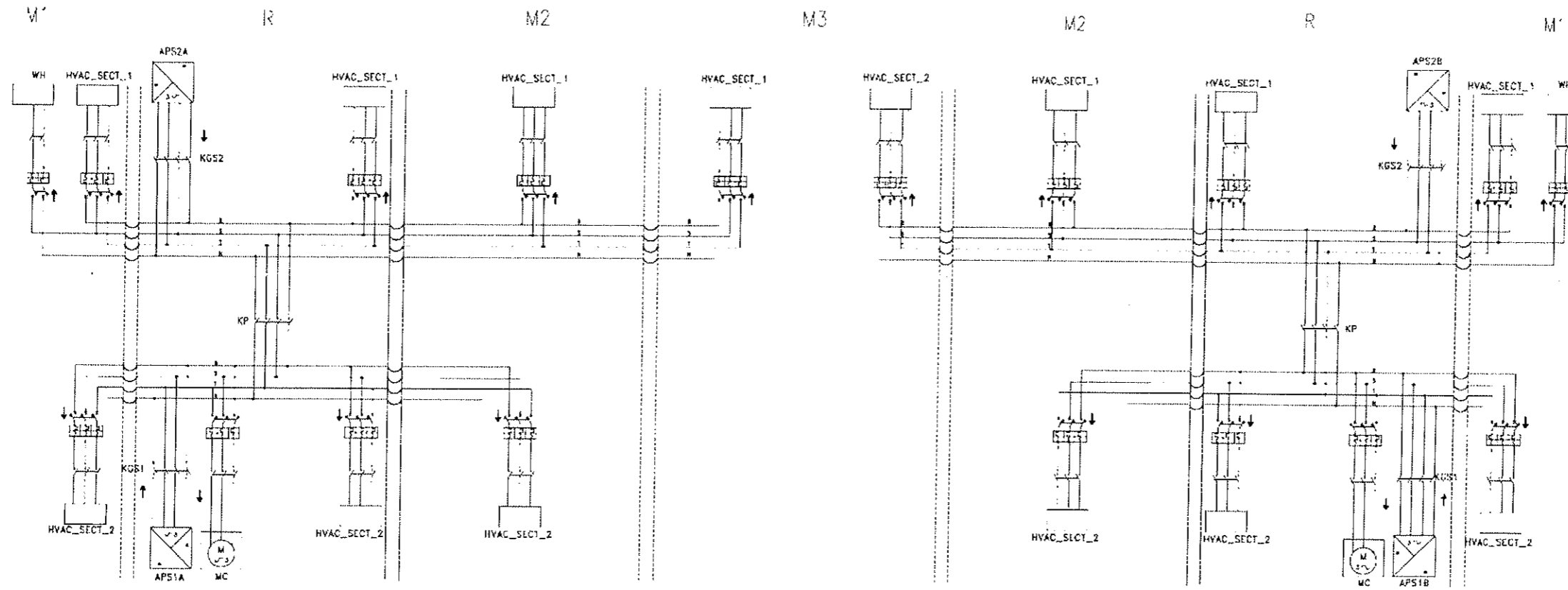
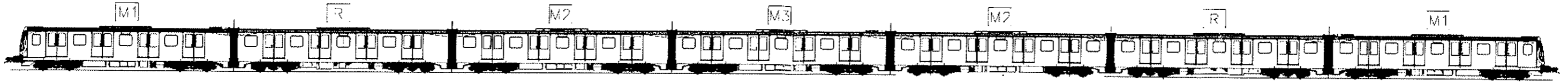
D.1.5.19.3 Apéndice 3 – Esquema de arquitectura de media tensión – seis coches



MV DIAGRAM 6 CARS

SIGLA	COMPONENTS	CAR
HVAC_SECT_1	HVAC SECTION 1	M1,M2,M3
HVAC SECT 2	HVAC SECTION 2	M1,M2,M3
APS1A/B	AUXILIARY POWER SUPPLY 1 A/B	R
APS2A/H	AUXILIARY POWER SUPPLY 2 A/B	R
MC	MAIN AIR COMPRESSOR	K
KP	MV CONFIGURATION CONTACTOR	R
KGS1	MV CONFIGURATION CONTACTOR	R
KGS2	MV CONFIGURATION CONTACTOR	R
WS	WINDSCREEN HEATING RESISTOR	M1

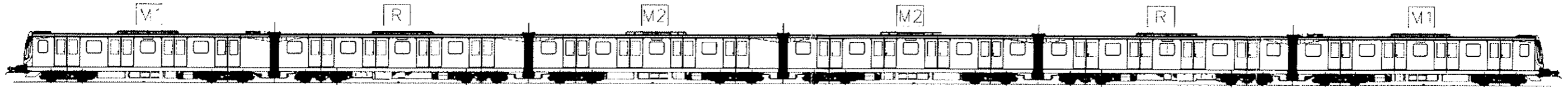
D.1.5.19.4 Apéndice 4 – Esquema de arquitectura de media tensión – siete coches



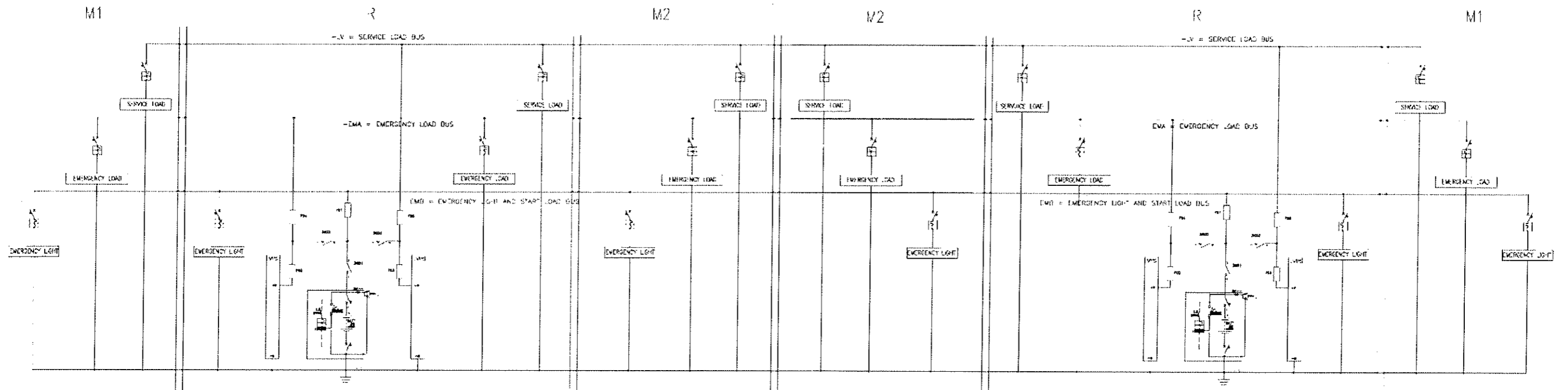
MV DIAGRAM 7 CARS

SIGLA	COMPONENTS	CAR
HVAC_SECT_1	HVAC SECTION 1	M1,M2,M3
HVAC_SECT_2	HVAC SECTION 2	M1,M2,M3
APS1A/B	AUXILIARY POWER SUPPLY 1 A/B	R
APS2A/B	AUXILIARY POWER SUPPLY 2 A/B	R
MC	MAIN AIR COMPRESSOR	R
KP	MV CONFIGURATION CONTACTOR	R
KGS1	MV CONFIGURATION CONTACTOR	R
KGS2	MV CONFIGURATION CONTACTOR	R
WS	WINDSCREEN HEATING RESISTOR	M1

D.1.5.19.5 Apéndice 5 – Esquema de arquitectura de baja tensión – seis coches

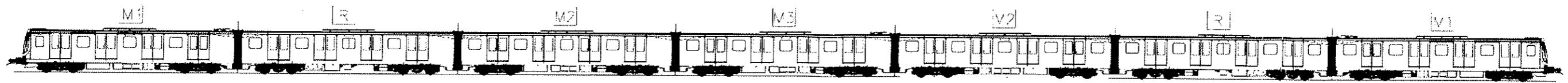


LV SCHEMATIC DIAGRAM 6 CARS

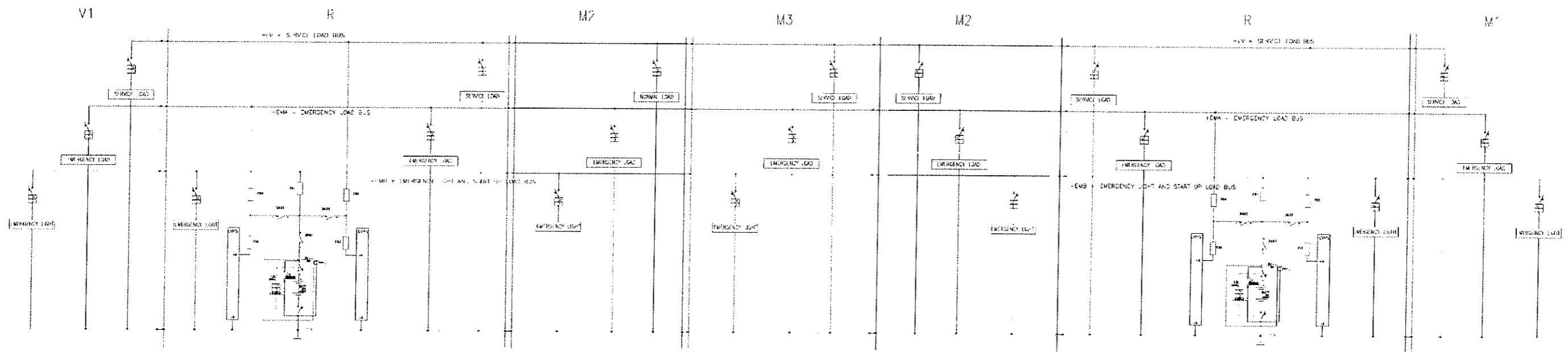


	COMPONENTS	CAR
F01	BATTERY FUSE	R
F02/F03	LVPS BATTERY FUSE	R
LVPS	LOW VOLTAGE POWER SUPPLY CONVERTER	R
3K01	LV BATTERY CONTACTOR	R
3K02	LV LINE CONTACTOR	R
F04	LV LINE FUSE	R
BATT	BATTERY	R
3K03	LV BATTERY CONTACTOR	R
F05	LV LINE FUSE	R

D.1.5.19.6 Apéndice 6 – Esquema de arquitectura de baja tensión – siete coches



LV SC-EMATIC DIAGRAM 7 CARS

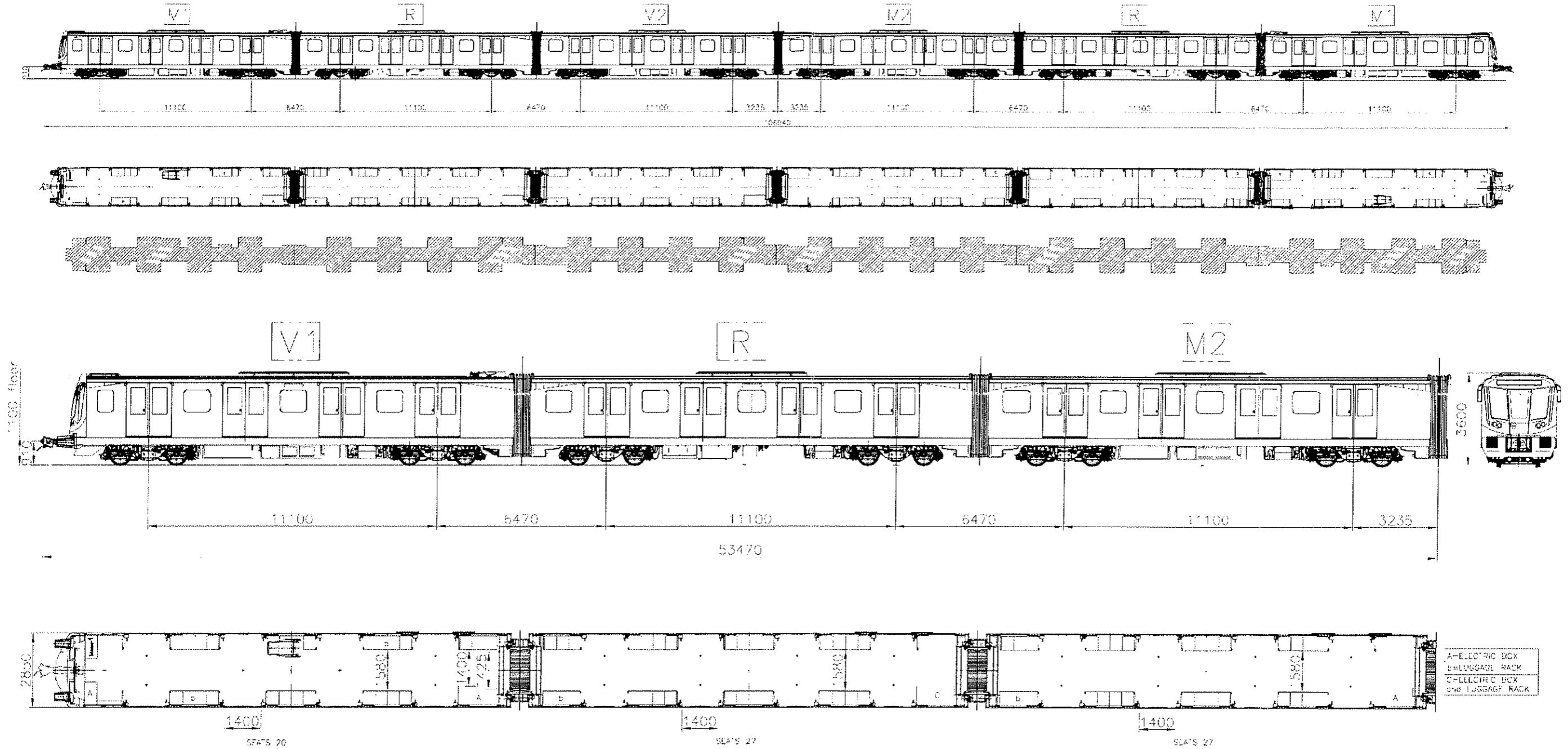


	COMPONENTS	CAR
F01	BATTERY FUSE	R
F02/F03	LVPS BATTERY FUSE	R
LVPS	LOW VOLTAGE POWER SUPPLY CONVERTER	R
3K01	LV BATTERY CONTACTOR	R
3K02	LV LINE CONTACTOR	R
F04	LV LINE FUSE	R
BATT	BATTERY	R
3K03	LV BATTERY CONTACTOR	R
F05	LV LINE FUSE	R

D.1.5 Características de los trenes



D.1.5.19.7 Apéndice 7 – Asientos – disposición interna – tren de seis coches

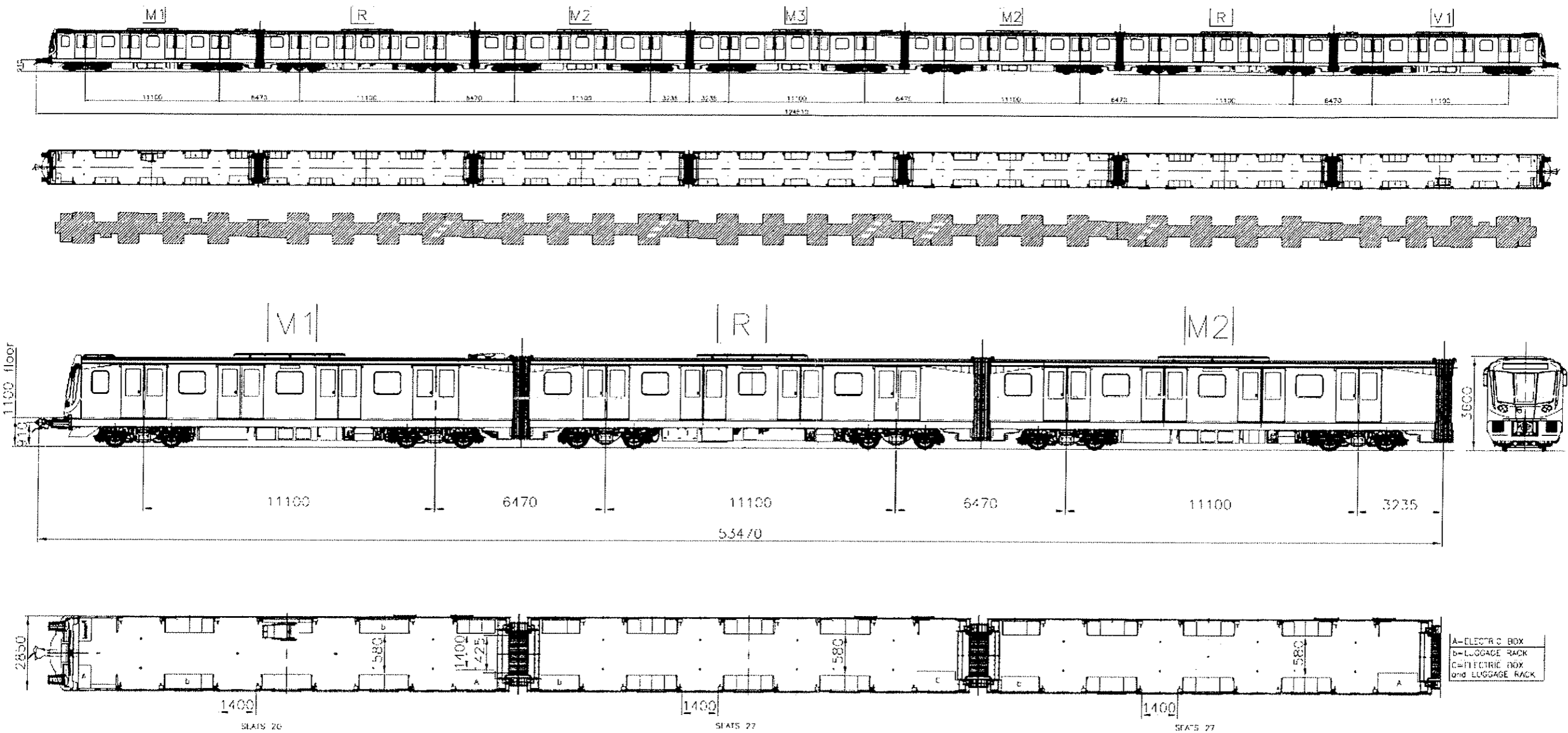


TRAIN COACHES	SEATS	area for standing (m ²)	CARGA MAXIMA 5 pass/m ²		SOBRACARGA MAXIMA 8 pass/m ²		SOBRACARGA MAXIMA 10 pass/m ²	
			STANDING	TOTAL PASSENGERS	STANDING	TOTAL PASSENGERS	STANDING	TOTAL PASSENGERS
coach M1	20	31,07	186	206	249	269	311	331
coach R	27	31,05	186	213	248	275	311	338
coach M2	27	31,05	186	213	248	275	311	338
coach M1+R+M2+R+M1	148	185,34	1116	1264	1490	1638	1866	2014
comfort rate			148/1264=11,7%		9,0%		7,3%	

D.1.5 Características de los trenes

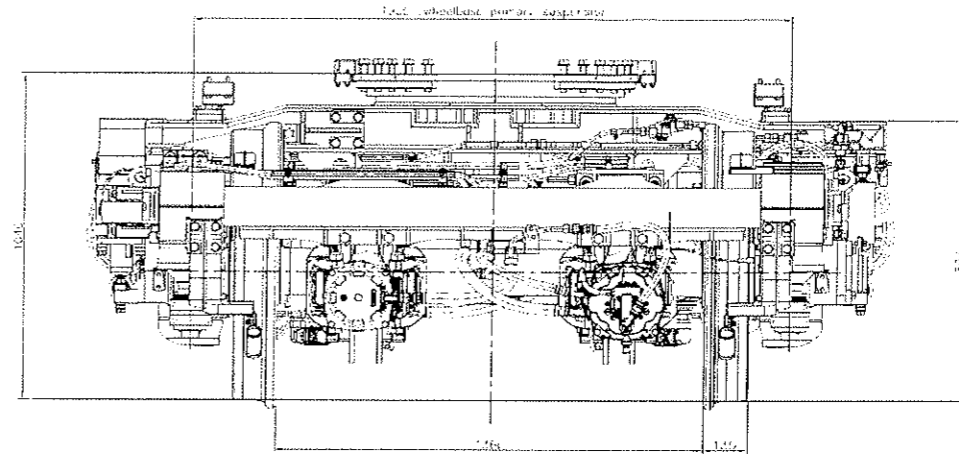
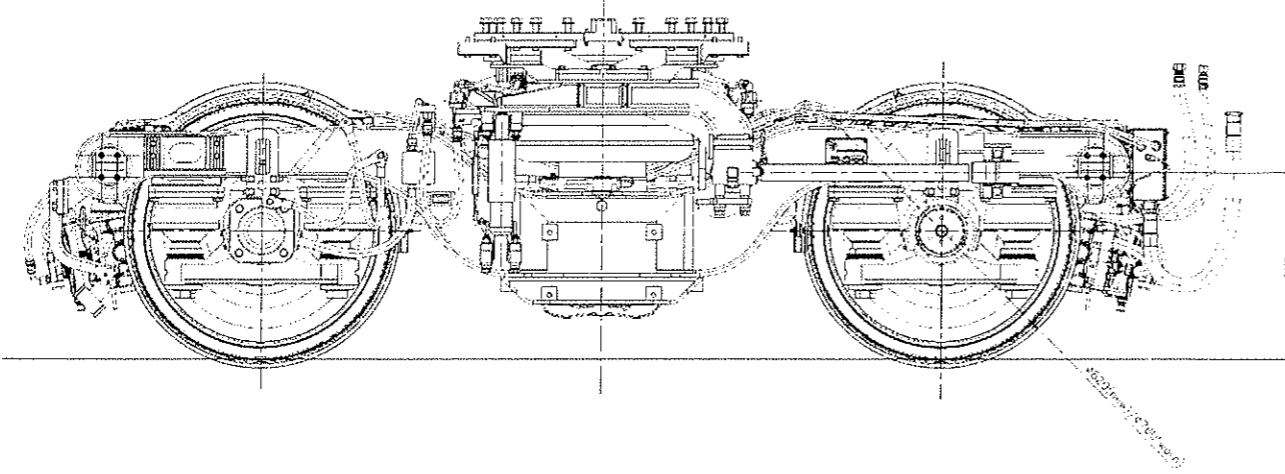


D.1.5.19.8 Apéndice 8 – Asientos – disposición interna – tren de siete coches

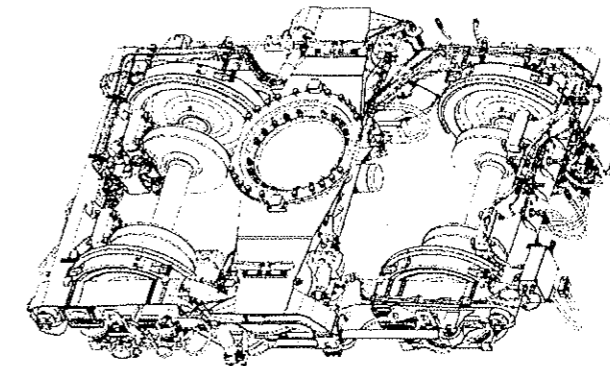
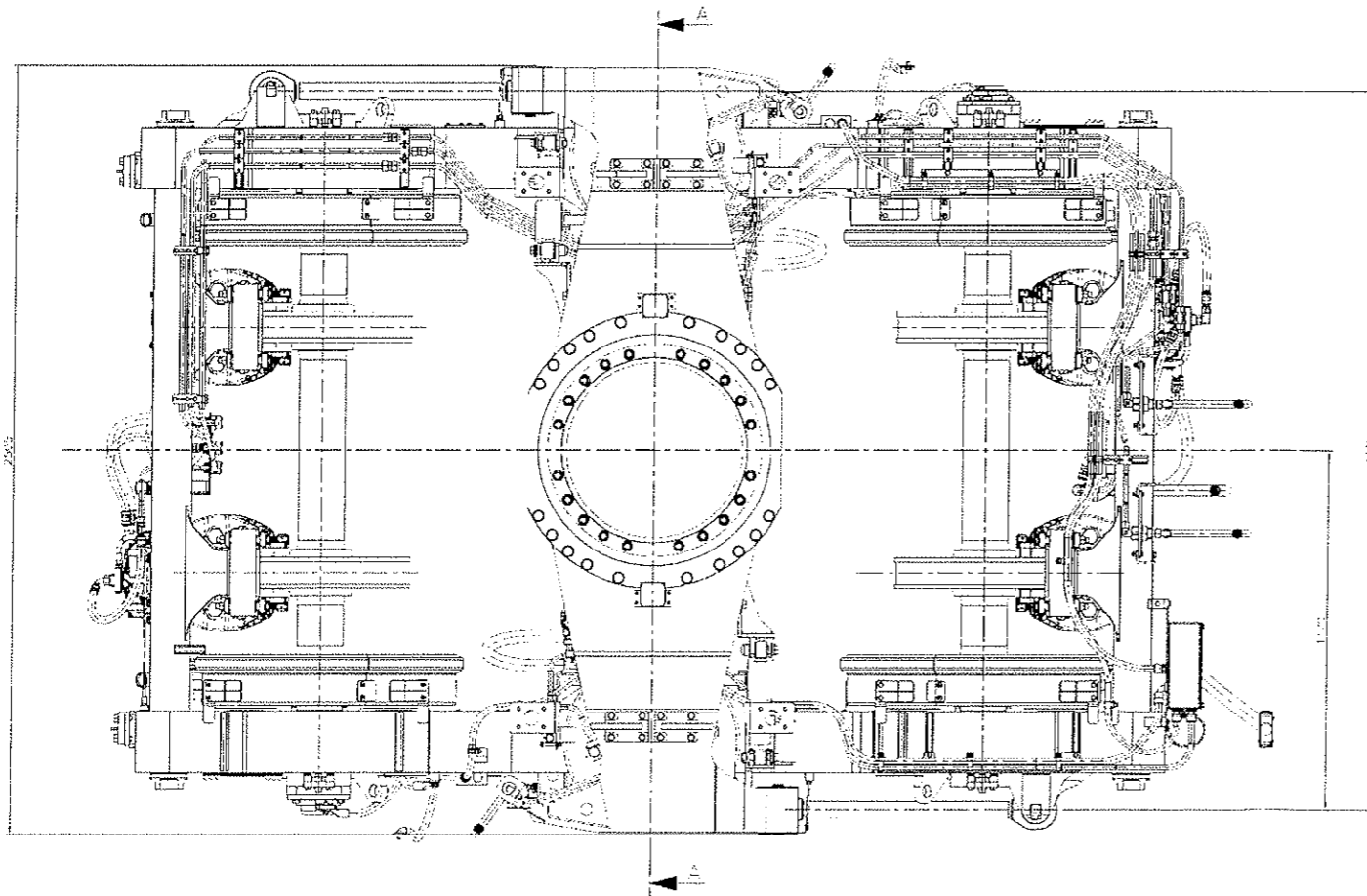
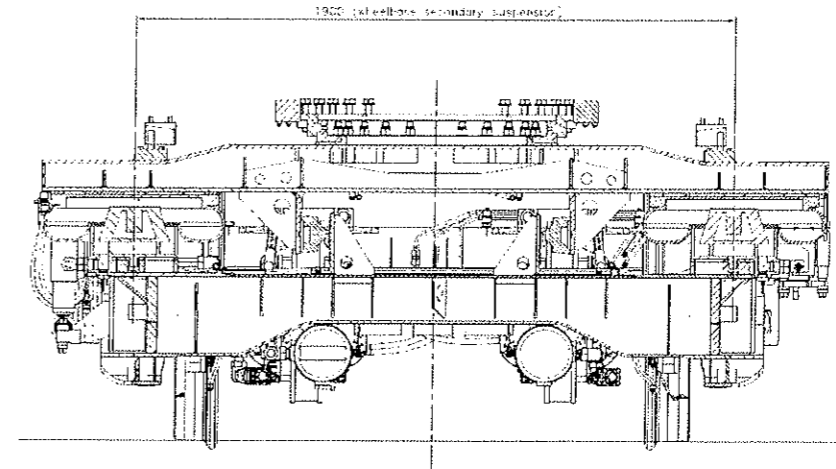


TRAIN 7 COACHES	SEATED	area for standing (m ²)	CARGA MAXIMA 6 pass/m ²		SOBRACARGA MAXIMA 8 pass/m ²		SOBRACARGA MAXIMA 10 pass/m ²	
			STANDING	TOTAL PASSENGERS	STANDING	TOTAL PASSENGERS	STANDING	TOTAL PASSENGERS
coach M1	20	31,07	186	206	249	269	311	331
coach R	27	31,05	186	213	248	275	311	338
coach M2	27	31,05	186	213	248	275	311	338
coach M3	27	31,05	186	213	248	275	311	338
coach M1+R+M2+M3+M2+R+M1	175	217,39	1302	1477	1738	1913	2177	2352
comfort rate		175/477=1,8%			9,1%		7,4%	

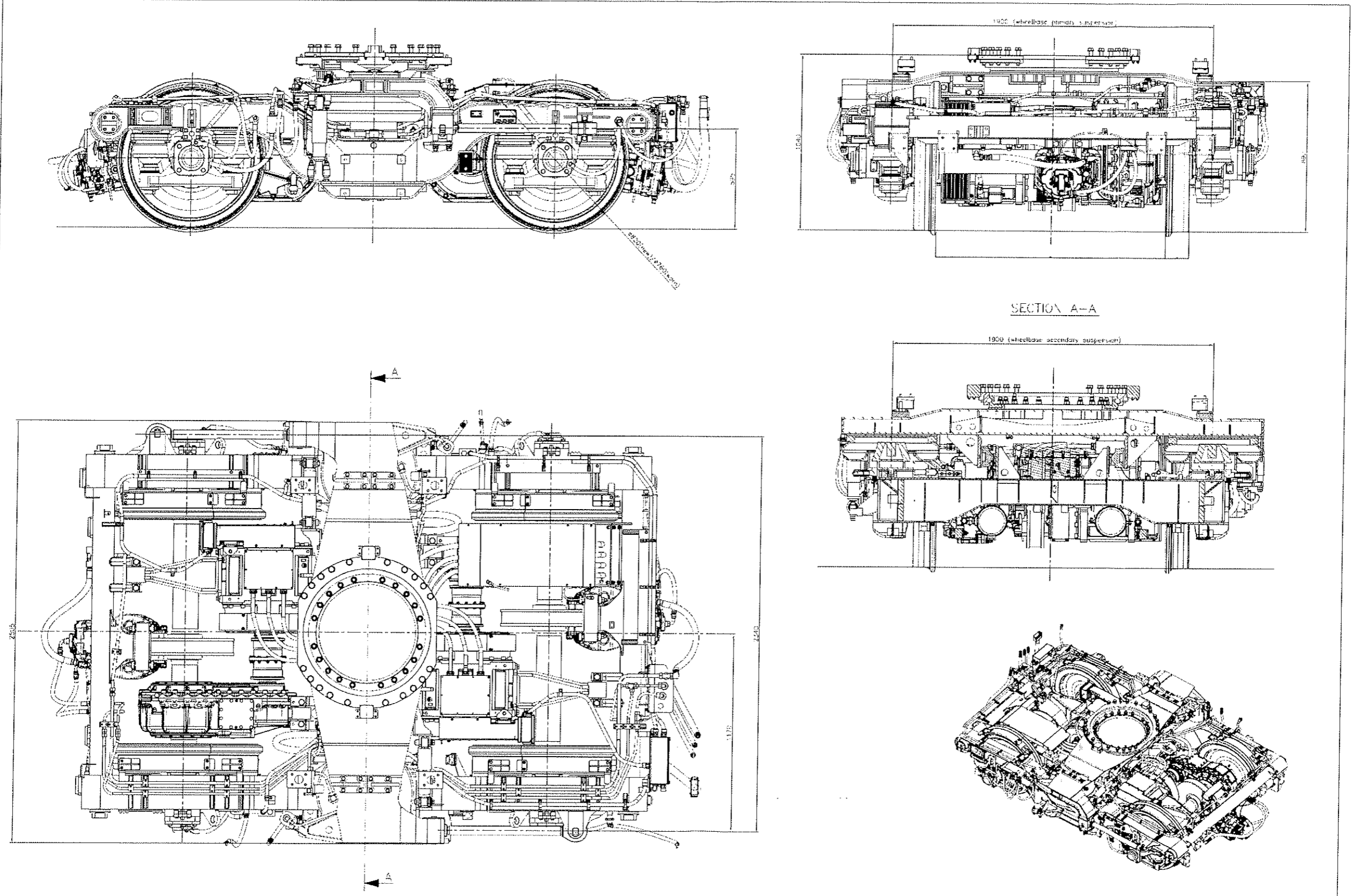
D.1.5.19.9 Apendice 9 -- Bogie remolque



SECTION A-A



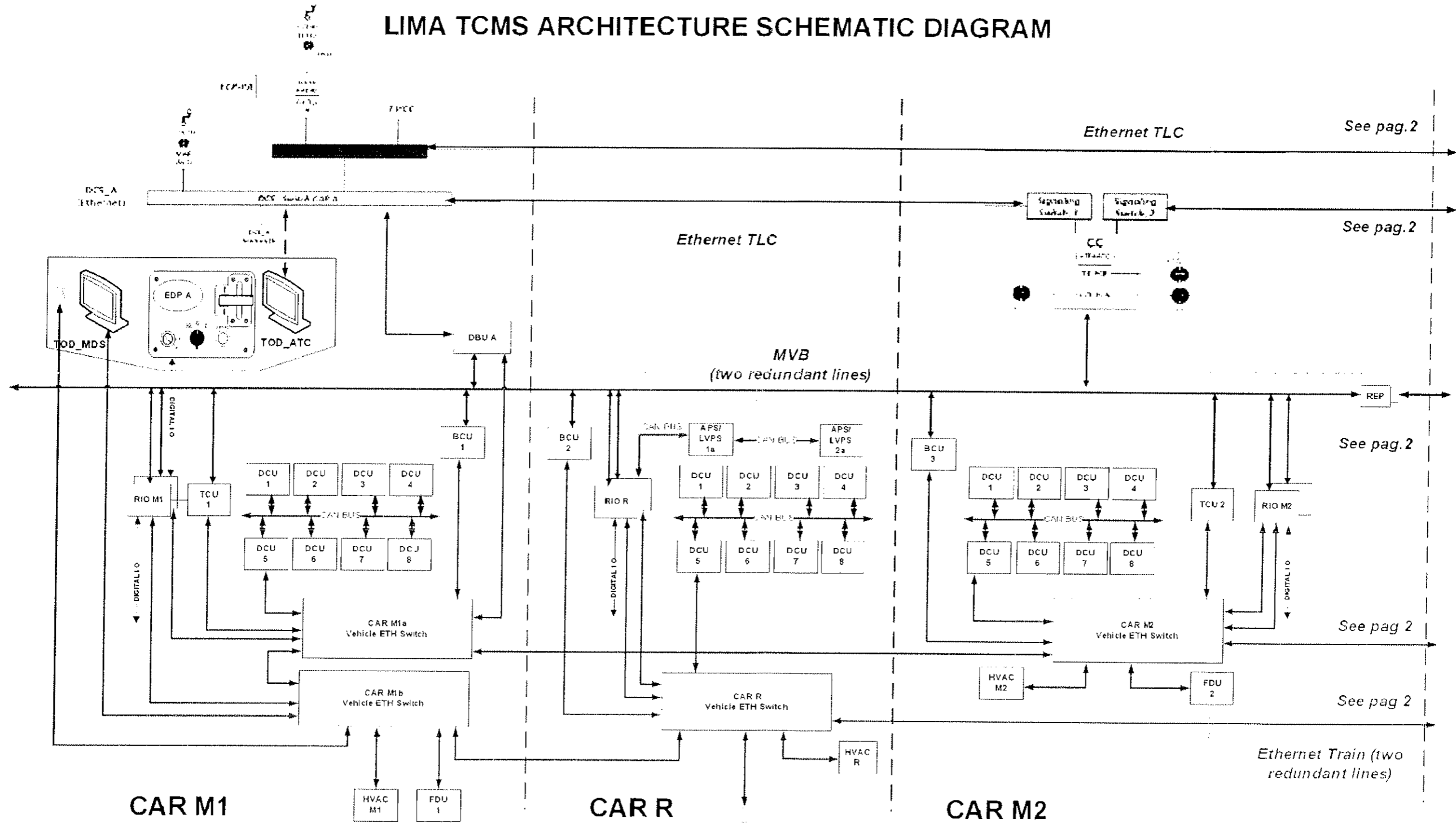
D.1.5.19.10 Apendice 10 – Bogie motor



[Handwritten signature]

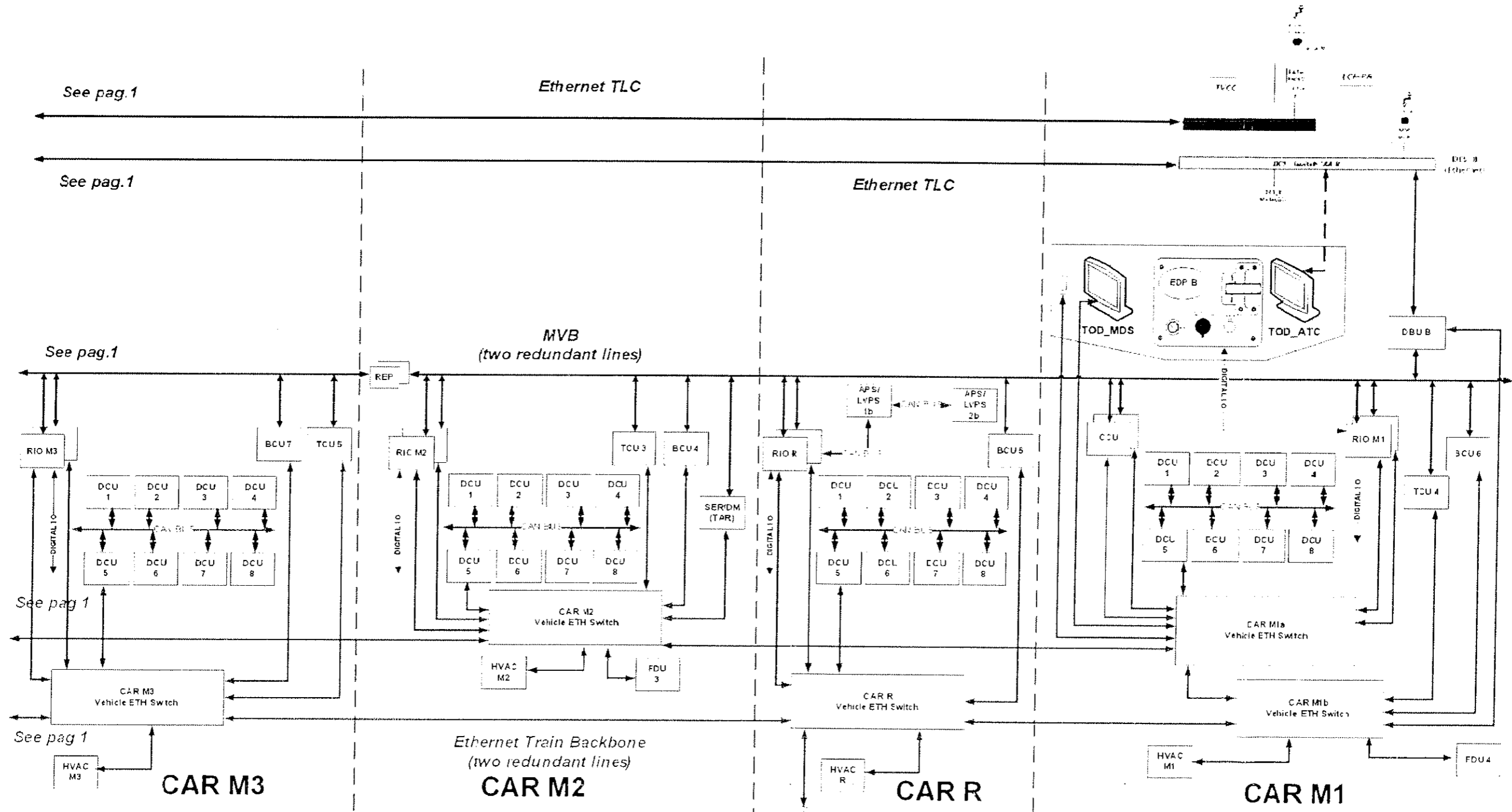
D.1.5.19.11 Apéndice 11 – Esquema de arquitectura del TCMS - 1 de 2

LIMA TCMS ARCHITECTURE SCHEMATIC DIAGRAM



Description	Description	Description	Description
ATC	Automatic train control	BCU-1	Brake Control Unit
APS/LVPS a-b-2	Auxiliary Low voltage power supply	CCU	Central Control Unit
EDP-8	Emergency Drive Panel	FDU-1	Fire Detection Unit
ETH Switch	Ethernet switch	HVAC M1, M2, M3, R	Heating Ventilation Air Condition
		SEB CAN 1/2 R	Static Element Responder Dead Man
		RIO M1, M2, M3, R	Remote I/O
		TCU-1	Traction Control Unit
		TCU-2	Traction Control Unit
		TCU-3	Traction Control Unit
		REP	REP
		TOD-MDS	Train Operator Display_MDS
		TOD-ATC	Train Operator Display_ATC

D.1.5.19.12 Apéndice 11 – Esquema de arquitectura del TCMS - 2 de 2



Description	Description	Description	Description
ATC	Automatic train control	BCU 1-7	Brake Control Unit
APS/LVPS 1a-1-2	Auxiliary Low Voltage power supply	CCU	Central Control Unit
EDP 1-B	Emergency Drive Panel	FDU 1-4	Fire Detection Unit
ETH Switch	Ethernet switch	HVAC M1-M3-R	Heating Ventilation, Air Condition
		SERIDM (TAR)	Static Emergency Recorder Data Manager
		RIO M1-M3-R	Remote I/O
		TCU 1-5	Traction Control Unit
		TOD_MDS	Train Operator Display - MDS
		REP	LAN B Repeater
		TOD_ATC	Train Operator Display - ATC

009027

<p>D.1.6.</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>D) DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
--	--

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

D.1.6. PRESTACIONES DE LOS TRENES

[Faint signature and stamp]

Índice

D.1.6.1	Introducción	2
D.1.6.2	Distancias mínimas de seguridad en el frenado, curvas en modo ATP	2
D.1.6.2.1	Concepto de objetivo móvil	2
D.1.6.2.2	Modelo de Frenado Seguro.....	4

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
AV. GAMBETTA 1000
LIMA, PERÚ



D.1.6.1 INTRODUCCIÓN

Esta sección cumple con los requisitos de la “check list” de la Circular 50, anexo 14, y TUO de Bases al punto D.1.6.

En concreto, esta sección recarga manejará sólo el tema siguiente: Distancias mínimas de seguridad en el frenado, curvas de aceleración y frenado en modo ATP.

Los otros elementos del contenido mínimo requerido en la “check list” por la Circular 50 son tratados en otras secciones de la propuesta técnica como se muestra a continuación:

- Consulte la secciones D.1.1 para la demostración de las prestaciones del tren (aceleración, desaceleración y velocidad máxima) las curvas características de esfuerzo, los cálculos y simulaciones de la prestaciones en vía para el dimensionamiento de la cadena de tracción del tren y la determinación del consumo específico de energía del tren. La siguiente tabla muestra los parámetros de prestacione fundamentales del tren:


Prestaciones de los trenes	
⇒ Velocidad máxima de diseño	90 km/h
Velocidad comercial	Consultar el punto H.2
Aceleración máxima de servicio en vía a nivel (8 pax/m ²)	1,2 m/s ²
Desaceleración en vía a nivel (8 pax/m ²) en frenado eléctrico regenerativo	1,0 m/s ²
Desaceleración máxima en emergencia en vía a nivel	de 1,3 m/s ² hasta 1,5 m/s ²
Velocidad mínima con esfuerzo de frenado electrodinámico máximo	5 km/h
Límite de jerk	1,0 m/s ³
Tensión de suministro nominal	1.500 VCC
Intervalo de tension de suministro	1.050 VCC – 1.800 VCC
Tensión de suministro para máxima prestacione de tracción	1.500 VCC
Tensión de suministro para máxima prestacione de frenado electrodinámico	1.700 VCC
Pendiente máxima para el freno de estacionamiento en CC2	5 %

- Consulte la sección D.1.5 para todos los parámetros del tren y las características de los subsistemas
- Consulte la sección H.1 y H.2 para las simulaciones cinemáticas del servicio, los tiempos de viaje, tiempos de ciclo de rotación y frecuencias de operación
- Consulte la sección H.9 para las simulaciones del servicio y los cálculos relacionados con el consumo medio de energía del servicio

D.1.6.2 DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN EL FRENADO, CURVAS EN MODO ATP

D.1.6.2.1 CONCEPTO DE OBJETIVO MÓVIL

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


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

009030

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

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

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

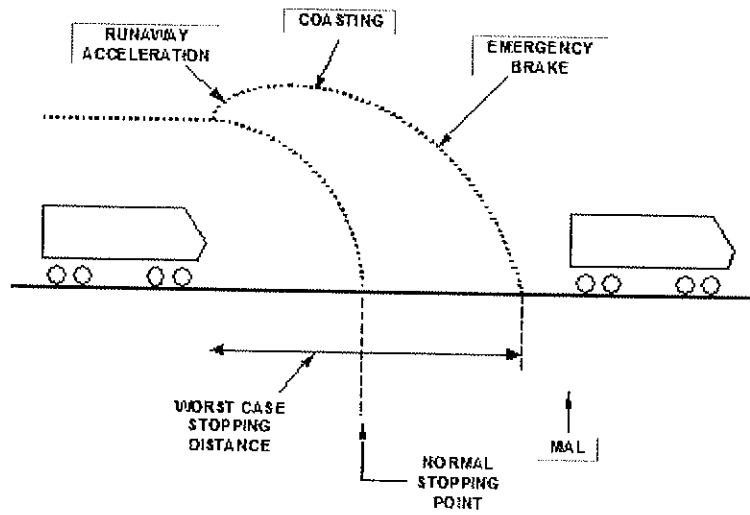


Figura 7: Diagrama operacional. Principio de objetivo móvil

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

[Firma manuscrita]
 [Sello o marca]

009031

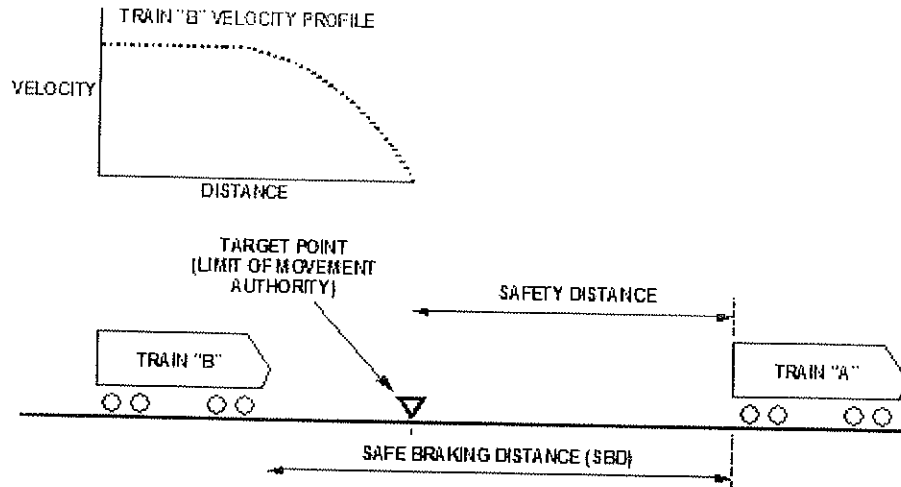


Figura 8 Separación segura entre trenes.

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

Los principios de diseño del sistema CBTC incluyen:

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

D.1.6.2.2 MODELO DE FRENADO SEGURO

El modelo de distancia segura de frenado (Safe Braking Distance, SBD) es una representación analítica del rendimiento del tren a medida que decelera hasta la parada total, incluyendo una serie de condiciones de peor caso que pueden darse en diferentes escenarios de fallo. Un tren equipado con CBTC podrá parar en una distancia igual o menor que la que se garantiza mediante el modelo de frenado seguro. En la figura 9 se ilustra un modelo de frenado seguro típico.

El modelo SBD sigue las especificaciones del estándar 1474 CBTC del IEEE. Parámetros como el gradiente de la vía, las restricciones temporales de velocidad, la longitud del tren, restricciones de velocidad debidas a la obra civil y las características de rendimientos del tren se almacenan en las bases de datos digitales del Carborne Controller, que son tanto "estáticas" como "dinámicas". Si un límite de autoridad de movimiento atraviesa una zona con un límite de velocidad civil menor que la velocidad actual del tren, el Carborne Controller

calcula los efectos de estos límites de velocidad civil para asegurar que el perfil de velocidad del tren está siempre por debajo de la velocidad civil límite en la zona afectada.

Se debe tener en cuenta que la Figura 9 no está dibujada a escala y que es una representación simplificada para explicar de manera sencilla el modelo de distancia de frenado seguro en un sistema CBTC. Es necesario tener en cuenta también que el modelo descrito aquí se define para nivel de vías tangentes y se debe ajustar de acuerdo a los diferentes gradientes.

En la figura 9, la curva de Frenado de Emergencia es la curva velocidad/distancia (en el escenario de peor caso y en bucle abierto) que el tren seguirá una vez que el ATP haya iniciado la aplicación del Freno de Emergencia. Esta curva de frenado de emergencia debe siempre ser igual o menor que la curva de velocidad segura, donde la velocidad segura se define como la velocidad por encima de la cual podría existir un peligro crítico (descarrilamiento o colisión).

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

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

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

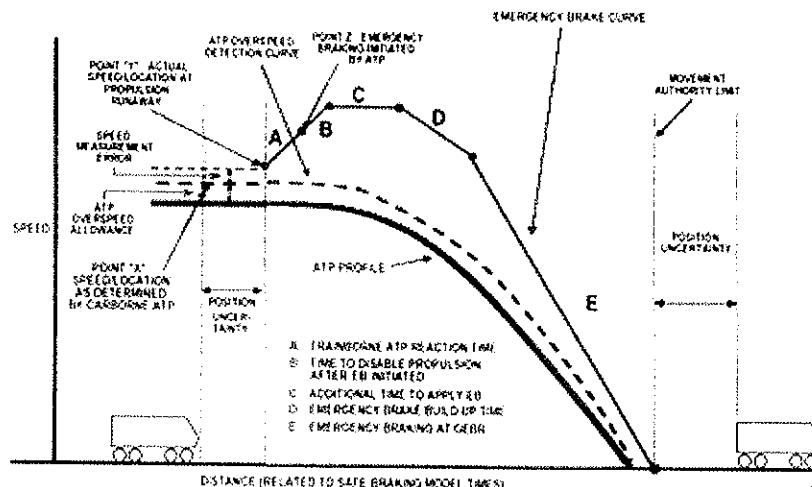


Figura 9: Diagrama Operacional – Modelo típico de Distancia de Frenado Seguro

Tiempo de respuesta del equipo embarcado Carborne Controller (A)

En la figura 9 se asume que el sistema CBTC medirá la velocidad y la posición del tren (relativa a su límite de autoridad de movimiento) y compara dicha velocidad medida con el perfil ATP de velocidad en la posición medida, cada A segundos (en el peor de los casos)

En la figura 9, el punto X representa la situación en la que la velocidad medida por el CBTC está justo por debajo de la curva ATP de detección de sobrevelocidad, es decir, aunque la velocidad medida por el ATP está ligeramente por encima del perfil ATP, aún se encuentra dentro de la curva ATP De sobrevelocidad. Por tanto, el sistema CBTC no desencadenará un frenado de emergencia.

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

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

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

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

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

Tiempo de respuesta de desactivación de la propulsión (B)

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

Tiempo de desplazamiento a vela (C)

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

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

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

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

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

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

Incertidumbre en la Posición

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

Para las simulaciones cinemáticas se han calculado la curva de Freno de Servicio (deceleración instantánea vs velocidad) y la Curva Motor (aceleración instantánea vs velocidad) a partir de las tablas de esfuerzos de tracción y frenado del tren propuesto reportado en la sección D.1.1.

CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA
 REPRESENTACIÓN LEGAL





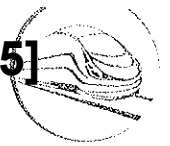
009034

D.1.7. Nº DOCUMENTO	D) DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE TIPO DE DOCUMENTO
----------------------------	--

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

D.1.7. SISTEMA DE DIAGNÓSTICO Y TRANSMISIÓN DE FALLAS AL PUESTO CENTRAL DE OPERACIONES. SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN Y COMUNICACIÓN

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

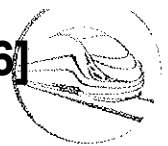


Índice

009035

D.1.7.1.	Introducción	2
D.1.7.2.	Redundancia del sistema diagnóstico del tren	2
D.1.7.3.	Sistemas de registro de los estados de servicio y registrador de eventos	3
D.1.7.3.1	Registrador de eventos y caja negra	4
D.1.7.4.	Transmisión de las informaciones del Sistema de Registro de estados transmitidas al PCO	5

CONSORCIO PARA EL NUEVO METRO DE LIMA
AL SECTOR PÚBLICO
RUE FAUCETT - LIMA



009036

D.1.7.1. INTRODUCCIÓN

Esta sección cumple con los requisitos de la "check list" de la Circular 50, anexo 14, y TUO de Bases al punto D.1.7.

En concreto, esta sección recarga manejará el tema siguiente:

- Redundancia del sistema diagnóstico del tren
- Sistemas de registro de los estados de servicio y registrador de evento
- Transmisión de las informaciones del Sistema de Registro de estados transmitidas al Puesto Central de Operaciones (PCO)

Los elementos de los subsistemas son tratados en otras secciones de la propuesta técnica como se muestra a continuación:

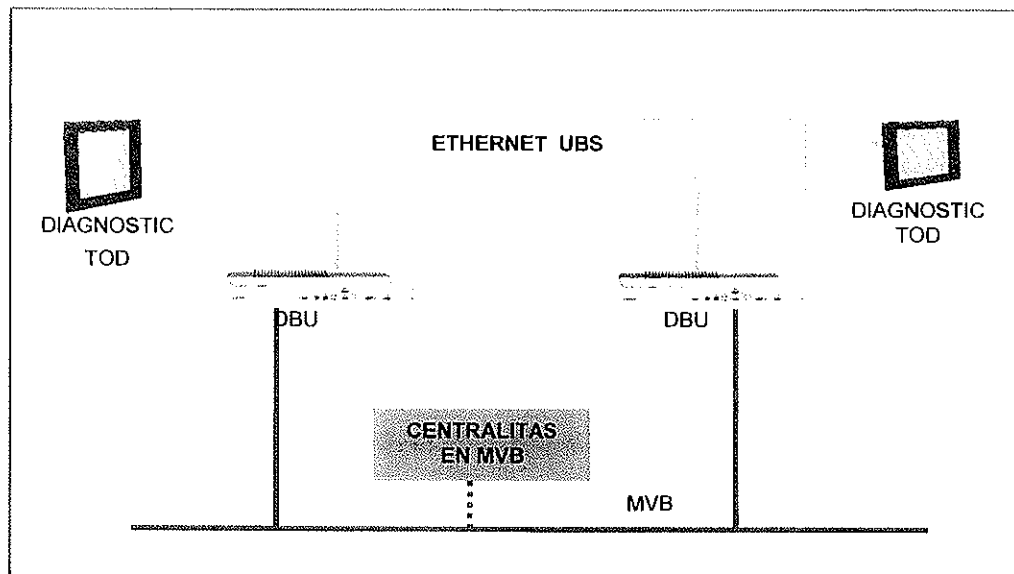
- Consulte la sección D.1.5 por el sistema de comunicación y control del tren, por una descripción detallada del sistema diagnóstico y de registro del tren
- Consulta la sección D.1.5 por el sistema de Señalización de bordo
- Consulte las secciones:
 - o C.1.2.7.1 por el subsistema de radiocomunicaciones (radio tierra-tren)
 - o C.1.2.7.2 por el subsistema de Video Vigilancia
 - o C.1.2.7.4 por el subsistema de Paneles de Indicación (SPI)
 - o C.1.2.7.5 por el subsistema de Difusión Sonora
 - o C.1.2.7.8 por el subsistema de Telefonía de Emergencia y de Interfonía
 - o C.1.2.7.9 por el subsistema Data Communication System (DCS)
 - o C.1.2.7.12 por el subsistema de a bordo

D.1.7.2. REDUNDANCIA DEL SISTEMA DIAGNÓSTICO DEL TREN

El sistema de monitoreo y diagnóstico a bordo del tren se basa en la arquitectura estándar "MDS-ETH" de AnsaldoBreda ya en uso en otros proyectos de metro. La arquitectura del sistema diagnóstico de bordo se caracteriza por una elevada integración entre el Sistema de Diagnóstico (MDS) y el Sistema de Control del tren (TCS). En el siguiente esquema se encuentra representada la configuración del sistema. Las centralitas DBU en redundancia (dos por tren) constituyen los servidores centrales del sistema de diagnóstico y están constituidas por unidades de elaboración en formato rack 19" que se comunican con todas las centralitas de control de los varios subsistemas a través del bus MVB y el bus Ethernet.

CONSORCIO [9446]
NUEVO METRO DE LIMA
[Handwritten signature]

009037



Las centralitas DBU se comunican entre sí mediante el bus Ethernet y con las dos pantallas en pupitre Diagnostic TOD (Train Operator Display) que constituyen la interfaz hombre-máquina del sistema. Las TOD son pantallas táctiles provistas de interfaz Ethernet y regulación automática/manual de la luminosidad. Mediante el Diagnostic TOD el maquinista/responsable del mantenimiento tiene todas las informaciones necesarias sobre el estado del vehículo y de sus varios subsistemas.

Las centralitas DBU están equipadas con dos puertos USB. A través de estas puertos es posible efectuar la transferencia veloz de datos, la configuración de las unidades y la actualización de los software. El sistema de diagnóstico tiene dos modalidades de funcionamiento: la modalidad normal y la modalidad mantenimiento. La modalidad normal es la utilizada normalmente durante el ejercicio del vehículo por parte del maquinista. La modalidad mantenimiento se activa mediante la introducción de una contraseña en la TOD y permite acceder, al personal encargado, a muchas funciones adicionales incluido para indicar el detalle del sistema que ha fallado y las informaciones por le unidades que deben ser repuestas (las Line Replaceable Units). En la fase de proyecto ejecutivo del vehículo nos asegura que todas las LRU sean diagnosticadas de manera que ninguna de ellas pueda averiarse sin que el sistema de diagnóstico detecte una avería. Para más detalles consulte la sección D.1.5 de la propuesta técnica y las apéndices.

D.1.7.3. SISTEMAS DE REGISTRO DE LOS ESTADOS DE SERVICIO Y REGISTRADOR DE EVENTOS

Todos los sistemas del vehículo están continuamente monitorizados a través de los bus MVB y Ethernet con el fin de detectar su modalidad operativa, eventuales fallas o funcionamientos anómalos.

El estado de los sistemas está registrado en el sistema de monitoreo y diagnóstico a bordo del tren y está representado gráficamente en el TOD en adecuadas pantallas. El detalle de las informaciones visualizadas será diferente según si el sistema está en modalidad normal o mantenimiento.

Típicos valores de estado que son detectadas y visualizadas mediante indicadores gráficos analógicos son: velocidad del vehículo, tensión de línea, tensión de batería, corriente de línea, corriente de batería, tensión de la línea MT, frecuencia de la línea MT, corriente de salida de la línea MT, potencia absorbida por las cargas BT y MT, temperatura externa, temperatura compartimento pasajeros, presión cilindros freno, corriente motor, distribución frenado entre electrodinámico/neumático, carga del vehículo etc.



009038

Típicos valores de estado que son visualizados mediante indicadores gráficos digitales son: estado de las puertas, estado del interruptor extra rápido, estado del pantógrafo, mando tracción/frenado/coasting, modalidad operativa HVAC, estado abierto/cerrado de todos los contactores e interruptores de AT, MT y BT, estado de las líneas tren, estado del freno de estacionamiento, cabina habilitada, etc.

Todos los valores de estado gestionados por el sistema de diagnóstico están detallados en un documento "Catálogo datos" donde, para cada valor, se indican todas las informaciones relativas a la misma: nombre, fuente, descripción, factor de escala, codificación, etc.

Además del estado del vehículo, el sistema de diagnóstico detecta los eventos que se verifican. Los eventos se clasifican normalmente en las siguientes categorías:

CLASE A: fallas que requieren la retirada inmediata del vehículo de la línea.

CLASE B: fallas que requieren la retirada del vehículo de la línea al final de la ruta.

CLASE C: fallas que tienen un impacto sobre la conducta o sobre el funcionamiento del tren (y por lo tanto deben ser señaladas al personal de máquina) pero que no requieren la retirada del vehículo de la línea.

CLASE D: fallas que no tienen un impacto sobre la conducta o sobre el funcionamiento pero que requieren una intervención del personal de mantenimiento.

CLASE E: eventos genéricos útiles a efectos de intervenciones de reparación y de mantenimiento.

La clasificación de las fallas o eventos, de todos modos, se puede configurar según las específicas exigencias del proyecto.

Muchos eventos son detectados por una centralita de control de los varios sub-sistemas como por ejemplo una sobrecorriente o una sobretensión motor detectada por la centralita de control de la propulsión.

Otros eventos son detectados por el sistema de diagnóstico como por ejemplo una intervención de un interruptor magneto-térmico de BT, una incongruencia en la configuración del software de las centralitas o un problema de comunicación en los bus.

Eventos diagnósticos también son generados cuando, en base al monitoreo de los consumos energéticos, se detecta un consumo de energía anómalo.

Todos los eventos gestionados por el sistema de diagnóstico se encuentran detallados en un documento "Catálogo eventos" donde, para cada evento se indican todas las informaciones relativas al mismo: código, clase, sistema, descripción, guía para el maquinista, guía para el operador del mantenimiento, impacto en el ejercicio, etc.

Los eventos de clase A, B y C son visualizados por el maquinista junto a una guía sobre cómo actuar para solucionar el problema.

Los eventos de clase D y E no son visualizados por el maquinista pero son memorizados para ser consultados por el personal de mantenimiento. A través de estos eventos es posible hallar la LRU que es necesario sustituir o reparar.

En la fase de proyecto ejecutivo del vehículo nos asegura que todas las LRU sean diagnosticadas de manera que ninguna de ellas pueda averiarse sin que el sistema de diagnóstico detecte una avería.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AV. FAUCETT 1000, LIMA
REVISADO POR:

D.1.7.3.1 REGISTRADOR DE EVENTOS Y CAJA NEGRA

Corresponde a un sistema de registro de eventos ligados a la conducción del tren.

Los trenes están también equipado con un dispositivo para medir, registrar, procesar y mostrar parámetros relacionados con el funcionamiento de sus equipos, los cuales permitirán conocer el comportamiento general del tren, así como, el de sus principales sistemas y, en caso de incidentes, estar en posibilidad de realizar el análisis de los parámetros de la operación del tren, que en consecuencia permita el deslinde de responsabilidades.



009039

El registrador electrónico de eventos está equipado con puertos de comunicación serial la través de los cuales sea posible conectar una PTU la información. Esto además de la descarga de datos antes mencionada.

Las funciones mínimas del registrador electrónico de eventos son: medición, memorización y procesamiento de informaciones analógicas y digitales, tales como: velocidad del tren, distancia recorrida, aceleración del tren, tensión de línea, grado de tracción o frenado aplicado, presión del conducto de equilibrio, apertura y cierre de puertas, frenado, entre otras. En el EDI se definirá la totalidad de registros.

A fin de facilitar el análisis de la información almacenada por el registrador electrónico de eventos, cuando sea necesario, ésta podrá ser desplegada gráficamente en tiempo real con la ayuda de la PTU, sin afectar la memorización de los datos.

Los datos del modulo de memoria serán recuperables en cualquier condición, aunque se averíe o destruyan las tarjetas electrónicas que conforman el registrador de eventos.

D.1.7.4. TRANSMISIÓN DE LAS INFORMACIONES DEL SISTEMA DE REGISTRO DE ESTADOS TRANSMITIDAS AL PCO

La Metro de Lima es un sistema desatendido sin conductor (UTO) para un sistema de transporte rápido medio basado en un sistema de señalización que implementa el principio de "bloqueo de movimiento", el tipo CBTC

Desde el punto de vista conceptual, el sistema puede ser dividido en 3 (tres) principales áreas llamado: "Centre", "Wayside") y "vehicle", donde se organizan todos los subsistemas de forma distribuida con el fin de garantizar el automatismo de todo el sistema. Para ello, el sistema de control automático del tren (ATC) asegura la eficiencia y la seguridad de la circulación de vehículos rápidos de tránsito ferroviario a través de la combinación de elementos situados en el tren, a lo largo del camino, en las estaciones y en las instalaciones centrales remotas.

Dentro de la subdivisión anteriormente mencionado, cada área está entonces compuesto por subsistemas principales responsables de control de trenes (ATC - Señalización), adquisición de datos y control (SCADA) , puertas de andén de control (PSD), junto también con las redes de transporte utilizados para comunicarse dentro de todo el metro y permitir el movimiento seguro de los vehículos.

Todos los subsistemas y componentes, distribuidos a lo largo del sistema de la metro, en las 3 áreas principales, se muestran en las siguientes figuras y se describen mejor en términos de sus principales funciones y la arquitectura en su capítulo correspondiente.

Según la "arquitectura de sistema" definida, todos los eventos y valores generados por los controladores de bordo serán manejados de la siguiente manera:

- Los eventos/valores relacionados con el equipo del vehículo (por ejemplo, puertas, motores, frenos, convertidores auxiliares, ventilación y aire acondicionado, circuito lógico del vehículo, registrador de eventos, detector de incendios, etc.) serán recolectados por el concentrador de a bordo (denominado DBU; consulte la sección D.1.5) y enviados a un servidor especial (denominado FLDC) en el puesto central. De hecho, de acuerdo con el anexo 6 Especificaciones Técnicas, las siguientes informaciones de máxima prioridad serán enviadas en tiempo real al PCO:
 - Activación frenado de emergencia;
 - Habilitación del panel de maniobra para la conducción manual;
 - Acción de un comando para la evacuación de urgencia (apertura de emergencia puertas);

009040

- Estado de los enganches entre los coches del tren;
- Falla en el sistema de propulsión;
- Falla en el sistema de frenado
- Estado de alimentación de los servicios auxiliares (y correspondientes "alarmas baterías");
- Falla puesta en tierra;
- Falla control puertas;
- Falla en el sistema eléctrico de los coches;
- Detección de incendio


Para obtener más información de referencia se pueden consultar D1.5 y C1.2.7.11.

- Los eventos/valores relacionados con el equipo de señalización de a bordo (por ejemplo, ATO, ATP, antenas BTM, lector de etiquetas, etc.) serán recolectados por el Controlador de a bordo (ATC) para que pueda ser disponible en el servidor de supervisión automática de los trenes (ATS) en el puesto central. Para obtener más información de referencia se pueden consultar C1.2.1
- Los eventos/valores relacionados con el equipo de telecomunicaciones de a bordo (por ejemplo, PID, ECP, CCTV, Radio Tetra, etc.) serán recolectados directamente por un servidor de telecomunicación especial (denominado TCS - ver sección C1.2.7.10) en el puesto central.

Toda esta información recolectada por los servidores centrales (ATS, FLDC, TCS) se transfieren después por evento (después del cambio de estado de forma espontánea) a un sistema "recolector de datos central" general denominado Almacén de Datos (DWH - para obtener más información de referencia se pueden consultar C1.2.3). DWH administrará a partir de ese momento una base de datos de sistema de eventos y valores, que incluye los datos pertinentes para las tareas de mantenimiento, diagnóstico operativo y datos históricos para la generación de RAM y de un informe de rendimiento (por ejemplo, alarmas del operador, diagnóstico de funcionamiento, estado necesario para el cálculo de disponibilidad de servicio, comandos impartidos, medidas y contadores significativos).

Las siguientes figuras ilustran la arquitectura general del sistema para las líneas 2 y 4, con el vehículo de 6 coches y 7 coches.

CONSORCIO [9450]
NUEVO METRO DE LIMA
RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA



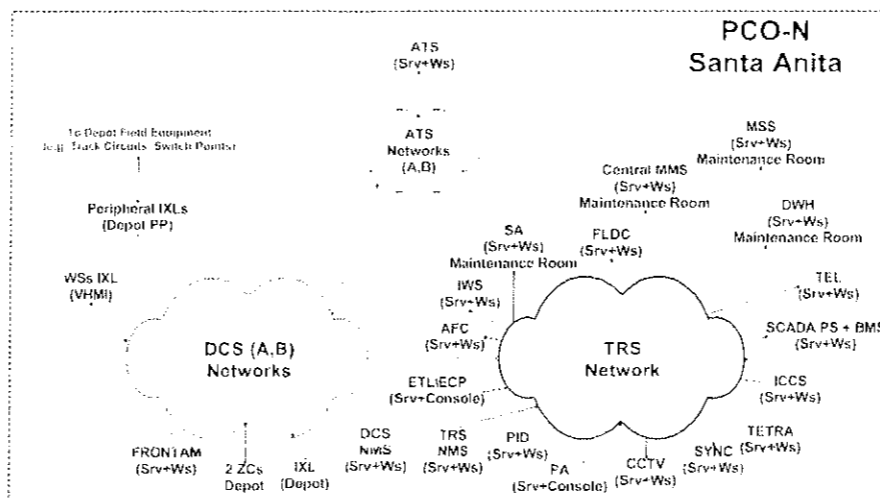
Metro Lima L2: Overall System Architecture

Engineering Department - Physical Architecture

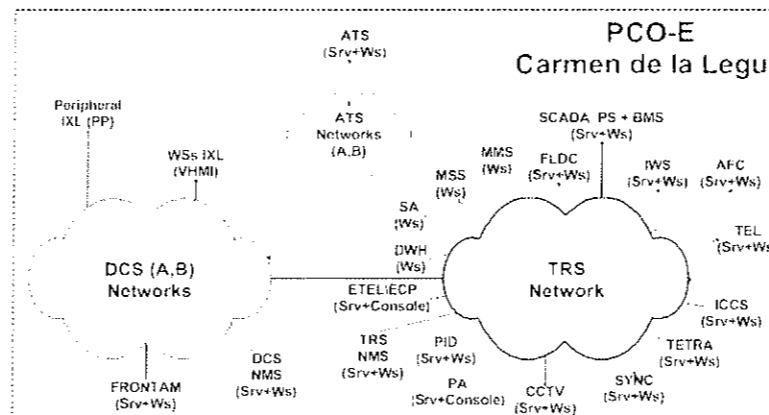
Note: The following are not in the scope of this drawing:

- Signals exchanged among the subsystems
- Redundancy of the equipment
- Wired digital I/O cables
- Power Supply Architecture

CENTRE

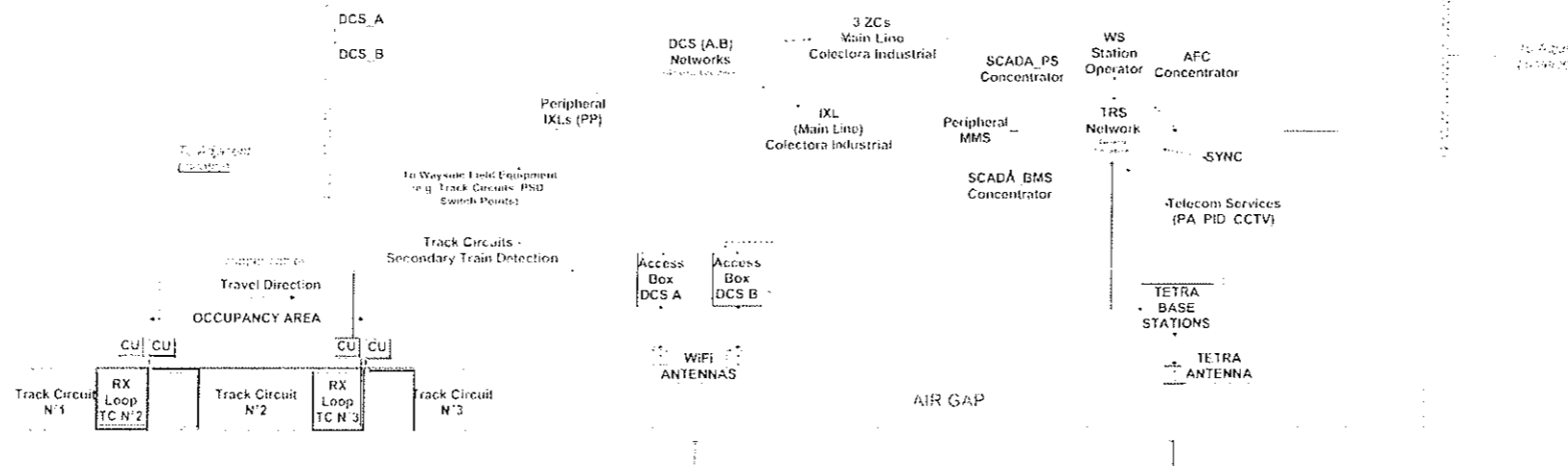


DCS Backbones (A, B)



TRS Backbone (Gigabit Ethernet)

WAYSIDE



ACRONYMS

- AFC = AUTOMATIC FARE COLLECTION
- APS = AUXILIARY POWER SUPPLY
- ATC = AUTOMATIC TRAIN CONTROL
- ATO = AUTOMATIC TRAIN OPERATION
- ATP = AUTOMATIC TRAIN PROTECTION
- ATS = AUTOMATIC TRAIN SUPERVISION
- BCCU = BRAKE CONTROL UNIT
- BMS = BUILDING MONITORING SYSTEM
- BTM = BALISE TRANSMISSION MODULE
- CCU = CARBORNE CONTROLLER
- CCTV = CLOSED CIRCUIT TELEVISION
- CCU = CENTRAL CONTROL UNIT
- C.MMS = CENTRAL MMS
- CU = COUPLING UNIT
- CU TLC = CONTROL UNIT TELECOMMUNICATION
- DBU = DATABASE UNIT
- DCU = DOOR CONTROL UNIT
- DCS = DATA COMMUNICATION SYSTEM
- DWH = DATA WAREHOUSE
- EDP = EMERGENCY CALL POINT
- EDP = EMERGENCY DRIVER PANEL
- EOSS = ELECTRO OPTICAL SPEED SENSOR
- ETEL = EMERGENCY TELEPHONE
- EDU = FARE DETECTION UNIT
- FLDC = FLEET DATA COLLECTOR
- FO = FIBER OPTIC
- GE = GIGABIT ETHERNET
- HVAC = HEATING VENTILATION & AIR CONDITIONING
- HM = HUMAN MACHINE INTERFACE
- IO = INPUT/OUTPUT
- ICCS = INTEGRATED COMMUNICATION CONTROL SYSTEM
- IWS = INTEGRATED WORKSTATION
- IXL = INTERLOCKING
- HM = HUMAN MACHINE INTERFACE
- LAN = LOCAL AREA NETWORK
- LCU = LOCAL CONTROL UNIT
- LVPS = LOW VOLTAGE POWER SUPPLY
- MMS = MASTER MONITORING SYSTEM (PSD)
- MSN = MULTI SERVICE NETWORK
- MSS = MAINTENANCE SUPPORT SYSTEM
- MVB = MULTIFUNCTION VEHICLE BUS
- MVR = METROVIX VIDEO RECORDER
- OBS = ON BOARD SYSTEM
- PCO-E = POSTO CENTRAL E OPERATORE EMERGENCY
- PCO-N = POSTO CENTRAL E OPERATORE NORMAL
- PA = PUBLIC ADDRESS
- PID = PASSENGER INFORMATION DISPLAY
- PP = PERIPHERAL POST
- PS = POWER SUPPLY
- PSD = PLATFORM SCREEN DOORS
- SA = SERVICE AVAILABILITY
- SCADA = SUPERVISOR CONTROL AND DATA ACQUISITION
- SEC = SECURITY
- SYNC = SYNCHRONIZATION CLOCK
- Srv = SERVER
- TC = TRACK CIRCUIT
- TCS = TRAIN CONTROL SYSTEM
- TCU = TRACTION CONTROL UNIT
- TETRA = TERRESTRIAL TRUNKED RADIO
- TEL = TELEPHONE
- TLC = TELECOMMUNICATIONS
- TOD = TRACK OPERATOR DISPLAY
- TS = TRANSMISSION SYSTEM
- VITAL = VITAL LINE
- WIFI = WIRELESS FIDELITY
- WS = WORKSTATION
- ZC = ZONE CONTROLLER

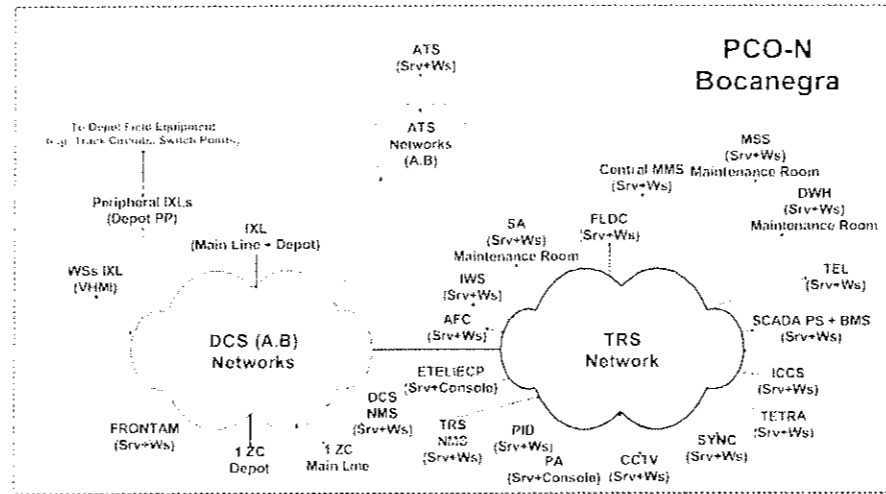
Metro Lima L4: Overall System Architecture

Engineering Department - Physical Architecture

Note: The following are not in the scope of this drawing:

- Signals exchanged among the subsystems
- Redundancy of the equipment
- Wired digital I/O cables
- Power Supply Architecture

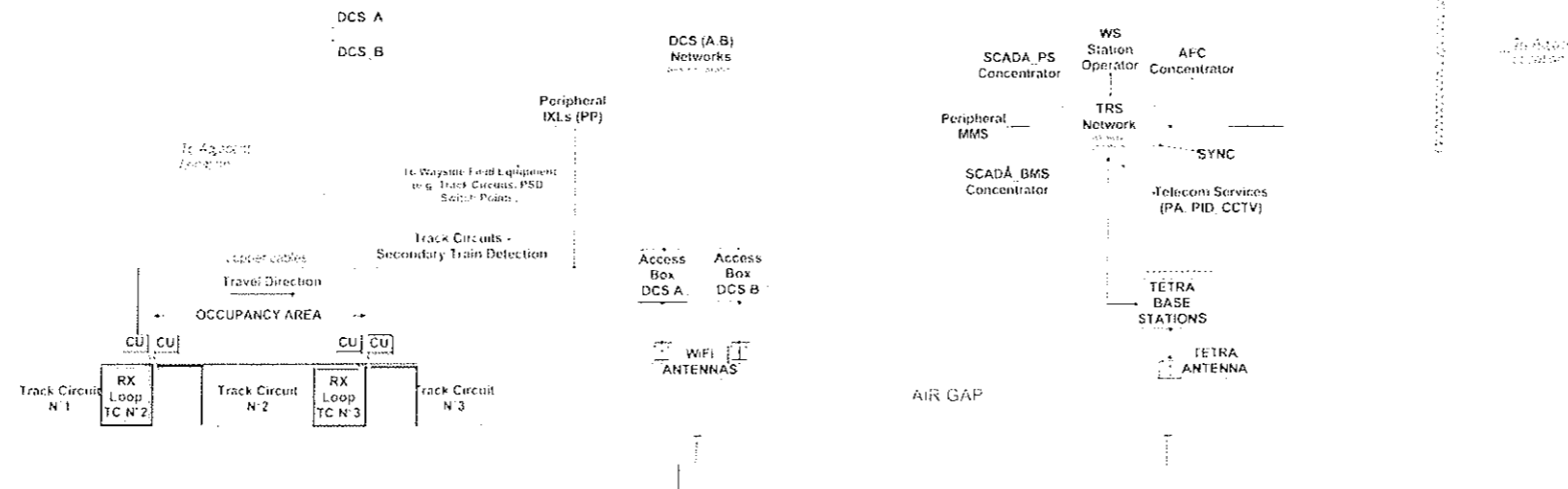
CENTRE



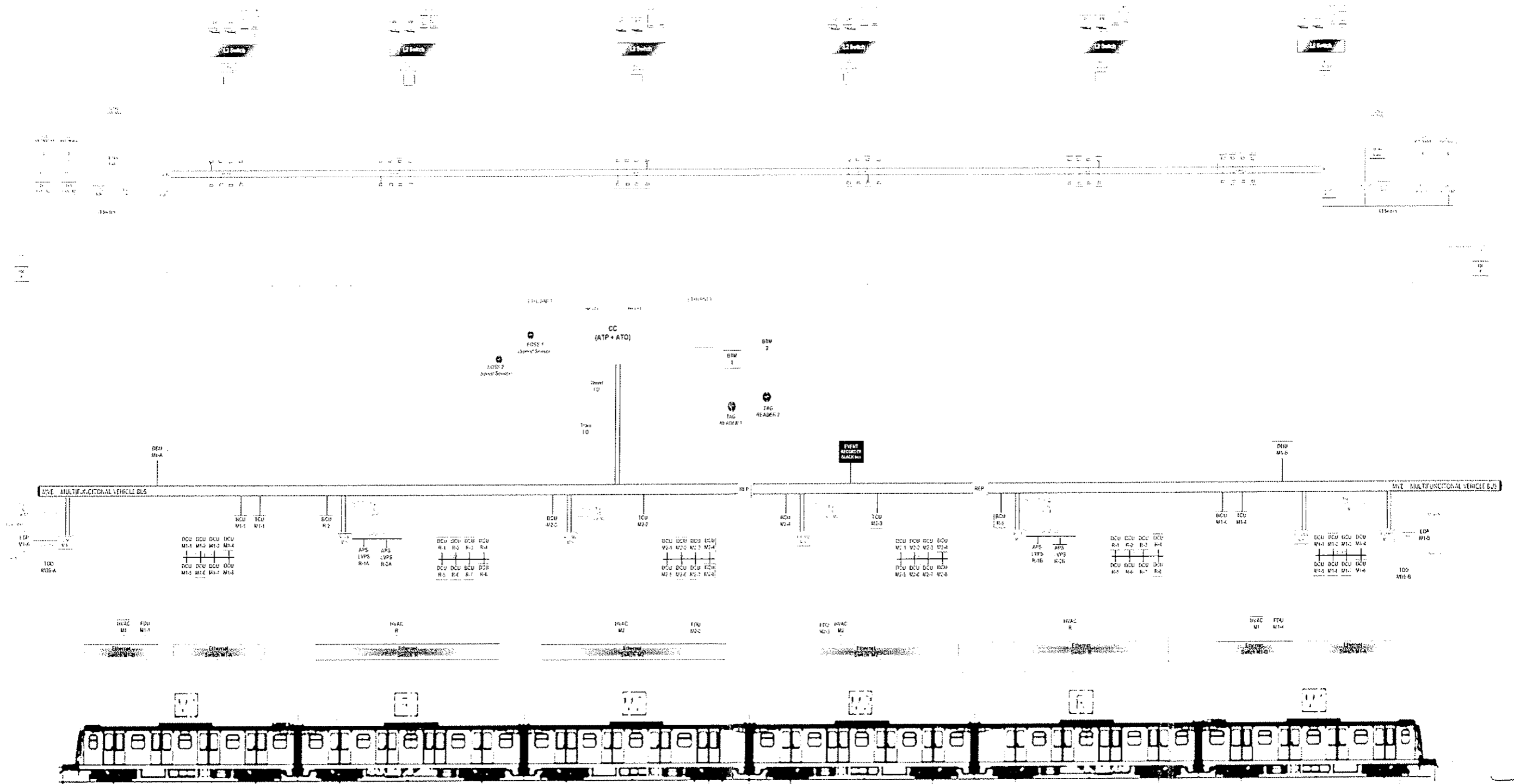
ACRONYMS

- APC - AUTOMATIC FARE COLLECTION
- APS - AUXILIARY POWER SUPPLY
- ATC - AUTOMATIC TRAIN CONTROL
- ATO - AUTOMATIC TRAIN OPERATION
- ATP - AUTOMATIC TRAIN PROTECTION
- ATS - AUTOMATIC TRAIN SUPERVISION
- BCC - BRAKE CONTROL UNIT
- BMS - BUILDING MONITORING SYSTEM
- BTM - BALISE TRANSMISSION MODULE
- CC - GARBORNE CONTROLLER
- CCTV - CLOSED CIRCUIT TELEVISION
- CCU - CENTRAL CONTROL UNIT
- C.MMS - CENTRAL MMS
- CU - COUPLING UNIT
- CU TIC - CONTROL UNIT TELECOMMUNICATION
- DBU - DATABASE UNIT
- DCU - DOOR CONTROL UNIT
- DCS - DATA COMMUNICATION SYSTEM
- DWH - DATAWAREHOUSE
- ECP - EMERGENCY CALL POINT
- EDP - EMERGENCY DRIVER PANEL
- FOSS - FIBRO OPTICAL SPEED SENSOR
- ETEL - EMERGENCY TELEPHONE
- FDU - FIRE DETECTION UNIT
- FLDC - FLEET DATA COLLECTOR
- FO - FIBER OPTIC
- GE - GIGABIT ETHERNET
- HVAC - HEATING VENTILATION & AIR CONDITIONING
- HMI - HUMAN MACHINE INTERFACE
- IO - INPUT OUTPUT
- ICS - INTEGRATED COMMUNICATION CONTROL SYSTEM
- IS - INTEGRATED WORKSTATION
- IXL - INTERLOCKING
- IBM - IBM MAIN MACHINE INTF/ACF
- LAN - LOCAL AREA NETWORK
- LCU - LOCAL CONTROL UNIT
- LVP - LOW VOLTAGE POWER SUPPLY
- MMS - MASTER MONITORING SYSTEM (PSD)
- MSN - MULTI SERVICE NETWORK
- MSS - MAINTENANCE SUPPORT SYSTEM
- MVB - MULTI FUNCTION VEHICLE BUS
- NVR - NETWORK VIDEO RECORDER
- ORS - ON BOARD SYSTEM
- PCO-E - POSTO CENTRALE OPERATORE - EMERGENCY
- PCO-N - POSTO CENTRALE OPERATORE - NORMAL
- PA - PUBLIC ADDRESS
- PID - PASSENGER INFORMATION DISPLAY
- PIP - PERIPHERAL POST
- PS - POWER SUPPLY
- PSD - PLATFORM SCREEN DOORS
- SA - SERVICE AVAILABILITY
- SCADA - SUPERVISOR CONTROL AND DATA ACQUISITION
- SEC - SECURITY
- SYNC - SYNCHRONIZATION CLOCK
- SRV - SERVER
- TC - TRACK CIRCUIT
- TCS - TRAIN CONTROL SYSTEM
- TCCU - TRACTION CONTROL UNIT
- TETRA - TERRESTRIAL TRUNKED RADIO
- TEL - TELEPHONE
- TIC - TELECOMMUNICATIONS
- TOD - TRAIN OPERATOR DISPLAY
- TRS - TRANSMISSION SYSTEM
- WIFI - WLAN
- WFL - WIRELESS FIDELITY
- WS - WORKSTATION
- ZC - ZONE CONTROLLER

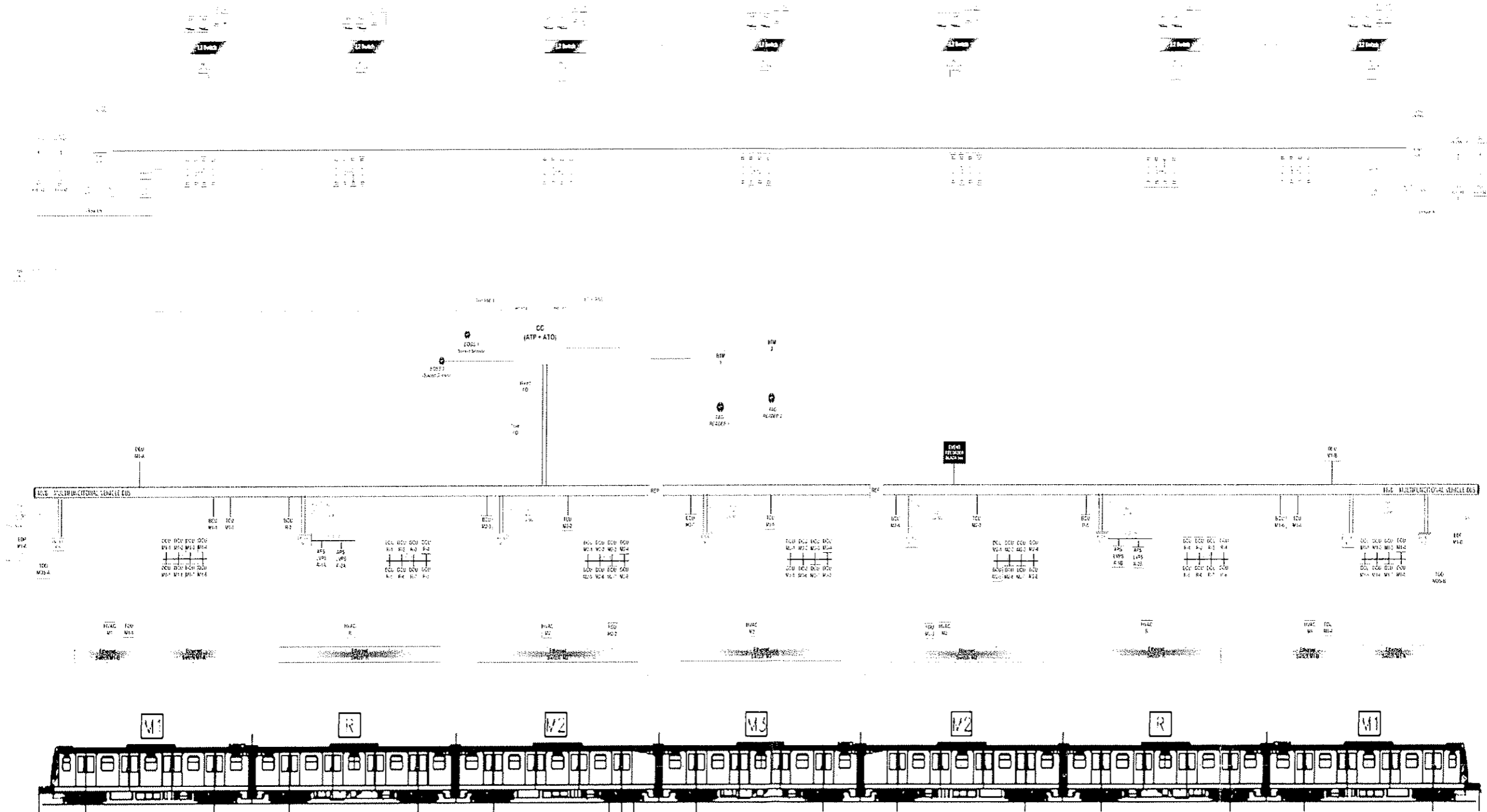
WAYSIDE



Metro Lima: Vehicle System Architecture - 6 Cars Configuration



Metro Lima: Vehicle System Architecture - 7 Cars Configuration



009045

<p>D.1.8.</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>D) DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
-----------------------------------	---

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

D.1.8. SALIDAS DE EMERGENCIA DEL TREN



INTRODUCCIÓN	2
D.1.8.1 ANÁLISIS DE RIESGOS EN LA EXPLOTACIÓN EN MODO DEGRADADO Y DE EMERGENCIA	2
D.1.8.1.1 Instalaciones y soluciones técnicas previstas en el sistema ferroviario y de bordo	3
D.1.8.2 GESTIÓN DE LOS EVENTOS DE EVACUACIÓN DE EMERGENCIA EN TODAS LAS CONDICIONES POSIBLES DE UNA OPERACIÓN CON GOA4 COMPLETAMENTE SIN CONDUCTOR INCLUYENDO LOS TIEMPOS DE RESPUESTA ANTE CONTINGENCIAS	4
D.1.8.3 PROPUESTA DE PUERTAS FRONTALES Y PROTOCOLOS DE SEGURIDAD. 11	



INTRODUCCIÓN

009047

Esta sección cumple con los requisitos de la "check list" de la Circular 50, anexo 14, y TUO de Bases al punto D.1.8. Con referencia a los elementos de esta "check list", se afirma que los requisitos y los análisis se describen en los apartados siguientes. En particular:

- consulte el apartado D.1.8.1 para el "Análisis de riesgos en la explotación en modo degradado y de emergencia"
- Consulte el apartado D.1.8.1 para las "Instalaciones y soluciones técnicas previstas en el sistema ferroviario y de bordo y para los protocolos de seguridad"
- Consulte el apartado D.1.8.2 para la "Gestión de los eventos de evacuación de emergencia en todas las condiciones posibles de una operación con GoA4 completamente sin conductor incluyendo los tiempos de respuesta ante contingencias"
- Consulte el apartado D.1.8.3 para la "Propuesta de puertas frontales en el tren"

D.1.8.1 ANÁLISIS DE RIESGOS EN LA EXPLOTACIÓN EN MODO DEGRADADO Y DE EMERGENCIA

La propuesta de oferta, contempla la elaboración de un análisis de riesgos de todas aquellas contingencias que pueden dar lugar a una situación de emergencia en la red (tanto en estaciones como en túneles y en el interior de los trenes), entendiendo como emergencia aquella situación que puede comprometer la seguridad de la vida de las personas, de las instalaciones y del medio ambiente.

El análisis de riesgos contempla todas las medidas preventivas conducentes a evitar la ocurrencia de cada suceso, los medios técnicos existentes para evitar y/o minimizar los daños producidos en caso de que ocurra y los procedimientos de actuación ante la ocurrencia de cada suceso.

Los riesgos asociados a las condiciones de explotación en modo degradado por contingencia y/o de emergencia a nivel de sistema pueden ser determinados como los riesgos asociados a la evacuación de los pasajeros.

De cara a resolver la evacuación de los pasajeros y elevando los requerimientos al caso más grave contemplado (evacuación de tren en túnel), han sido determinados 4 principios de gestión de las emergencias ya consolidados para sistemas GoA4 sin conductor:

Principio de gestión de las emergencias para sistemas GoA4:**Primer Principio:**

Las detenciones y/o las paradas del vehículo a lo largo de la línea, en la medida de lo posible, deben ser evitadas. El objetivo en caso de avería es llevar el vehículo hasta la estación más cercana a su sentido de marcha, donde se podrá efectuar la evacuación de los pasajeros.

Segundo Principio:

Cuando no sea aplicable el primer principio por haberse quedado detenido el tren en el túnel, y sólo en ausencia de condiciones incontroladas (incendio/humo a bordo), el vehículo

detenido deberá ser trasladado con la ayuda de otro tren a la estación más próxima por su misma vía, sin recurrir al procedimiento de evacuación de los pasajeros.

009048

Tercer Principio:

En el caso en que no sean aplicables los dos principios anteriores, y que además no existan condiciones incontroladas (incendio/humo a bordo) se debe efectuar un procedimiento de evacuación en modo asistido por el personal competente. Siendo establecido por el procedimiento de evacuación de tren en túnel el desplazamiento inmediato de personal de la estación contigua más próxima hasta el tren siniestrado a través de la vía.

Cuarto Principio:

En el caso en que no sean aplicables los tres primeros principios y sea necesario un rápido abandono del vehículo (presencia de incendio y de humo a bordo u otros eventos críticos), la evacuación de los pasajeros se puede efectuar sin asistencia local (principio de "autosocorro"). De todos modos resulta necesaria la intervención de terceros (brigadas de socorro).

Estos principios están garantizados por los siguientes dispositivos previstos en diferentes niveles:

D.1.8.1.1 Instalaciones y soluciones técnicas previstas en el sistema ferroviario y de bordo

Dispositivos a Bordo del tren

A bordo del tren están previstos sensores y diagnósticos (incluso predictivo) que detectan las condiciones degradadas y/o de emergencia del tren, y comunican los estados/alarmas al Puesto Central, a través de la red de transmisión de alta velocidad, constituida por el CBTC y la red de telecomunicaciones, de alta capacidad y extrema fiabilidad/disponibilidad.

Por lo tanto los eventos anómalos son señalados inmediatamente a los operadores del Puesto Central, quienes aplican tempestivamente los procedimientos operativos para el control de la seguridad de los pasajeros y/o para la activación de procedimientos de mantenimiento y/o emergencia.

El sistema CCTV (telecámaras) envía en tiempo real las imágenes a bordo del tren al Puesto Central y dispositivos audio/vídeo (pantalla, "passenger announcement", "emergency call point" permiten enviar a los pasajeros/recibir de los pasajeros informaciones y/o instrucciones en caso de degradación o de emergencia ("Broadcasting on board").

Por último gracias al "live WiFi", los pasajeros pueden ponerse constantemente en comunicación con el personal de asistencia y de seguridad del metro, ofreciendo un elevado nivel de seguridad.

Dispositivos a lo largo de la línea--Detección de la posición del tren a lo largo de la línea

Gracias al sistema de señalización y automatización integral CBTC la posición del tren se detecta con precisión métrica. Esto permite que los operadores del Puesto Central puedan

conocer instante por instante la posición del tren a lo largo de la línea y sus características de marcha operativa. Estas informaciones permiten minimizar los tiempos de reacción para la activación de los procedimientos de seguridad durante condiciones degradadas y/o de emergencia (ej. activación del sistema de ventilación, elección de la ruta de evacuación más segura para los pasajeros, etc.).

Protocolo de seguridad para la evacuación de tren parado en línea

El sistema CBTC ha sido proyectado para que el tren en emergencia o degradado consiga llegar siempre a la primera estación útil, donde se efectuará la evacuación de los pasajeros en condiciones de seguridad.

En la hipótesis (remota) en que el tren estuviera bloqueado en línea, se delinearán esencialmente los siguientes escenarios:

Caso A) Los pasajeros a bordo del tren no resultan en peligro

Caso B) Los pasajeros a bordo del tren están en condiciones de peligro y deben dejar inmediatamente el tren

Caso A): El Puesto Central coordina al personal de ejercicio para llegar al tren parado y para la activación del procedimiento de recuperación del mismo. Mediante los dispositivos de comunicación el Puesto Central proporciona instrucciones sobre los comportamientos a seguir tanto al personal operativo como a los pasajeros.

Caso B): El sistema CBTC determina y transmite al Puesto Central la posición del tren en emergencia. Los pasajeros podrán ser evacuados a través de la puerta frontal del tren y a través de las puertas laterales, a lo largo del andén de emergencia. Los sensores de a bordo, mediante el sistema de transmisión, envían al Puesto Central todas las informaciones que permiten a los operadores del Puesto Central activar todos los procedimientos de evacuación del tren. Los pasajeros son informados constantemente sobre las modalidades de evacuación y las rutas a seguir. Paralelamente desde el Puesto Central se activan los sistemas de ventilación primaria de túnel y de estación para controlar la seguridad de las rutas de evacuación,

En cualquier de los casos en los cuales el tren se encontrara bloqueado en la línea, el Puesto Central impedirá el paso de cualquier tren al tramo de túnel afectado y si hubiera algún tren en el mismo dirigiéndose hacia el tren detenido, se procederá a su detención.

D.1.8.2 GESTIÓN DE LOS EVENTOS DE EVACUACIÓN DE EMERGENCIA EN TODAS LAS CONDICIONES POSIBLES DE UNA OPERACIÓN CON GOA4 COMPLETAMENTE SIN CONDUCTOR INCLUYENDO LOS TIEMPOS DE RESPUESTA ANTE CONTINGENCIAS

DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN TREN - TÚNEL

El Centro de Control y la flota de trenes están vinculados mediante la red DCS que proporciona una comunicación inalámbrica que se ha realizado con un nivel de redundancia suficiente para cumplir con alta confiabilidad. De esta manera, los dispositivos de los vehículos pueden ser considerados nodos IP y pueden ser accedidos directamente desde el Centro de Control a través del protocolo TCP/IP común. Esta arquitectura de red permite la gestión de los sub-sistemas PID del TLC, y los dispositivos PA y ECP en los vehículos de pasajeros directamente por el software ICCS en el Centro de Control a excepción de los

CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA
 AV. GAMBETTA

mensajes automáticos del Sistema de Información para Pasajeros que se administran desde el OBS.

El sistema OBS es capaz de proporcionar de forma automática la información visual y audible para pasajeros en los vehículos.

A nivel del sistema, cada cambio de operación en el ATC (Control Automático del tren) se refleja en todas las unidades de información para pasajeros dentro de los 15 segundos y cada operación en PSIS (Sistema de Seguridad e información para pasajeros) se refleja en toda la información automática para pasajeros dentro de los 2 segundos. El OBS se encarga de enviar oportunamente a los sistemas PID y PA toda la información para pasajeros recibida automáticamente del ATC.

Uno de los eventos que contempla el sistema es la parada de un vehículo de pasajeros en la línea por más de un lapso de tiempo configurable.

El tiempo en que los usuarios son notificados de las causas del incidente no deberá ser mayor de 5 minutos desde el momento de parada del tren, siempre y cuando no haya una causa grave (incendio u otro evento crítico). Durante esos 5 minutos se darán mensajes tranquilizadores indicando que se está trabajando en la resolución de la incidencia.

El tiempo en que las incidencias serán resueltas, será variable en función de cada tipo de incidencia, pero no deberá ser mayor en ningún caso de 15 minutos. Si transcurrido ese tiempo no se ha solventado el problema, o no se está en disposición de mover el tren averiado con otro tren por la misma vía, se procederá al desalojo del mismo a través de otro tren en paralelo vacío y con presencia de personal de Metro siempre que sea posible.

Todas las tipologías de contingencia/emergencia contempladas, deben tener procedimientos de actuación asociados, en aras de actuar de la manera más eficiente y homogénea posible. A continuación se muestra la relación de procedimientos de actuación a establecer:

CONTENIDOS DEL PLAN DE ACTUACIÓN EN EMERGENCIA


Los procedimientos de evacuación en emergencia para tren en túnel y en estación, deberán contener los siguientes apartados:

- IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS INHERENTES A LA EXPLOTACIÓN
Análisis de los riesgos que pueden generar una situación de emergencia.
- CATÁLOGO Y DESCRIPCIÓN DE MEDIOS TÉCNICOS, CENTRALIZACIÓN DE ALARMAS Y MEDIOS DE EVACUACIÓN DISPONIBLES EN LA EMERGENCIA EN ESTACIONES Y TÚNELES

Sistemas de Detección de Incendios en estaciones y túneles

- Descripción, Inventario y ubicación
- Protocolos de mantenimiento
- Información para Bomberos

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAÑA GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



Sistemas de Extinción de Incendios en estaciones y túneles

009051

- Descripción, Inventario y ubicación
- Protocolos de mantenimiento
- Información para Bomberos

Sistemas de Control de humos

- Descripción, Inventario y ubicación
- Procedimientos automáticos de activación de los sistemas de control de humos en situación de emergencia por incendio
- Protocolos de mantenimiento
- Información para Bomberos

Salidas de Emergencia en estaciones y túneles

- Descripción e Inventario (Accesos desde estación/túnel y al exterior)
- Sistemas de apertura
- Presurización
- Sistemas de alumbrado
- Protocolos de mantenimiento
- Información para Bomberos

Pasarelas de evacuación en túnel


- Descripción e Inventario
- Protocolos de mantenimiento
- Información para Bomberos

Sistemas de Comunicación en emergencia en estación

- Inventario y ubicación
- Procedimientos de utilización
- Protocolos de mantenimiento
- Información para viajeros
- Información para Bomberos

- CATÁLOGO Y DESCRIPCIÓN DE MEDIOS TÉCNICOS, CENTRALIZACIÓN DE ALARMAS Y MEDIOS DE EVACUACIÓN DISPONIBLES EN LA EMERGENCIA EN TRENES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
LIMA - PERÚ



Sistemas de Detección de Incendios en trenes

- Inventario y ubicación

- Protocolos de mantenimiento
- Información para bomberos

Salidas de Emergencia en tren

- Ubicación
- Sistemas de apertura
- Protocolos de mantenimiento
- Información para Bomberos

Sistemas de Comunicación en emergencia en tren

- Inventario y ubicación
- Procedimientos de utilización
- Protocolos de mantenimiento
- Información para viajeros
- Información para Bomberos

- PLANIMETRÍA DE ESTACIONES:

- Geometría por plantas
- Identificación de uso de cada dependencia
- Identificación de locales de riesgo
- Representación de las vías de evacuación
- Representación de los sistemas de extinción
- Representación de los medios de evacuación
- Representación de los sistemas de ventilación
- Representación de la estación subterránea respecto de los viales en superficie

Toda esta información estará alojada en soporte papel en un armario para bomberos situado en lugar seguro del vestíbulo de la estación, además estará disponible en el PCO y se entregará a Bomberos antes de la puesta en servicio de la línea.

- PLANIMETRÍA DE TÚNELES REFERIDA A PLANIMETRÍA DE SUPERFICIE

- Geometría de túneles, pozos, y medios de evacuación
- Identificación de uso de cada dependencia
- Identificación de locales de riesgo
- Representación de las vías de evacuación
- Representación de los sistemas de extinción
- Representación de los medios de evacuación
- Representación de los sistemas de ventilación
- Representación de los túneles respecto de los viales en superficie

[Handwritten signature and stamp]

Toda esta información estará alojada en soporte papel en un armario para bomberos situado en lugar seguro del vestíbulo de cada una de las dos estaciones colaterales, además estará disponible en el PCO y se entregará a Bomberos antes de la puesta en servicio de la línea.

- ESTRUCTURA DE MANDO ANTE LA EMERGENCIA


- Definición del Director del Plan de Emergencia y Rol en la emergencia. Persona responsable de la organización, con autoridad y capacidad de gestión.
- Definición del Jefe de la Emergencia y Rol en la emergencia. Responsable de la activación del Plan de Emergencia y activación de los procedimientos y recursos necesarios
- Definición del Jefe Local de la Emergencia y Rol en la emergencia. Responsable de la emergencia en el lugar de los hechos e interlocutor de la organización con los servicios de ayuda externa
- Definición de los componentes de la Sala de Crisis en caso de emergencia. Autoridades, mandos de los servicios de ayuda externa y responsables de Metro al objeto de consensuar decisiones ante una gran emergencia cuya afectación exceda el propio ámbito de Metro.
- Definición de los Niveles de gravedad de la emergencia. Graduación de la gravedad de la emergencia en unos niveles básicos que sean comúnmente reconocidos por toda la organización.
- Actuaciones a realizar según el nivel de gravedad establecido. Acciones mínimas a llevar a cabo en función del nivel de gravedad establecido.

PROCEDIMIENTOS GENERALES DE ACTUACIÓN EN EMERGENCIA

Con carácter general se establece un conjunto de acciones a llevar a cabo en caso de emergencia, con tareas concretas para los integrantes del PCO, lugar desde el que se coordinará la gestión de la misma.

- Definición de Emergencia
- Catálogo de riesgos
- Procedimiento de Activación del Plan de Emergencia
- Procedimiento de Activación de la llamada a los servicios de ayuda externa
- Procedimiento de desactivación del Plan de Emergencia

PROCEDIMIENTOS DE ACTUACIÓN EN EMERGENCIA en ESTACIÓN

Conjunto de acciones a llevar a cabo en caso de emergencia, con tareas concretas para los integrantes de la estructura de mando ante la emergencia, tanto en PCO como en el lugar de los hechos, en función del tipo de contingencia o emergencia que ocurra o afecte a las instalaciones. 

- PR. AC. ante alarma de incendio en estación
- PR. AC. ante activación de la extinción por incendio en escalera mecánica
- PR. AC. ante incendio de tren en estación

009051

- PR. de evacuación de estación
- PR. de evacuación de tren en estación
- PR. AC. ante accidente de viajero
- PR. AC. ante accidente de trabajador
- PR. AC. ante aglomeración en estación
- PR. AC. ante atrapamiento en ascensor
- PR. AC. ante disturbios sociales
- PR. AC. ante incidencia en el exterior con afección a Metro
- PR. AC. ante incidencia medioambiental con afección a Metro
- PR. AC. ante inundación
- PR. AC. ante filtraciones de hidrocarburos/olor a gas
- PR. AC. ante movimientos sísmicos
- PR. AC. ante explosión
- PR. AC. ante avería del sistema contra incendios en estación

PROCEDIMIENTOS DE ACTUACIÓN EN EMERGENCIA en TREN

Conjunto de acciones a llevar a cabo en caso de emergencia, con tareas concretas para los integrantes de la estructura de mando ante la emergencia, tanto en PCO como en el lugar de los hechos, en función del tipo de contingencia o emergencia que ocurra en un tren.

- PR. AC. ante tren detenido en túnel por avería
- PR. AC. ante alarma de incendio/humo en tren
- PR. AC. ante alarma de calor/temperatura en tren
- PR. AC. ante descarrilamiento
- PR. AC. ante incendio de tren en túnel
- PR. de evacuación supervisada de tren en túnel
- PR. AC. ante autoevacuación de tren en túnel

Esta situación sería la más grave de todas, pues contemplaría la necesidad de evacuar de manera autónoma por parte de los viajeros, sin inicial intervención física del personal de Metro, por causa grave debida a condiciones incontroladas (incendio/humo a bordo), un tren detenido en túnel.

CONSIDERACIONES ACERCA DEL PROCEDIMIENTO DE EVACUACIÓN DE TREN EN TÚNEL POR EVENTO CRÍTICO

La situación de evento crítico de tren en túnel (tercero y cuarto principio), sería la más grave de todas, pues contemplaría la necesidad de evacuar de manera autónoma por parte de los viajeros, por causa grave debida a condiciones incontroladas (incendio/humo a bordo), en un tren detenido en túnel.

Este procedimiento incluye los siguientes hitos:

- Detección de incendio/ Envío automático de señal de alarma al PCO
- Recepción de alarma en PCO

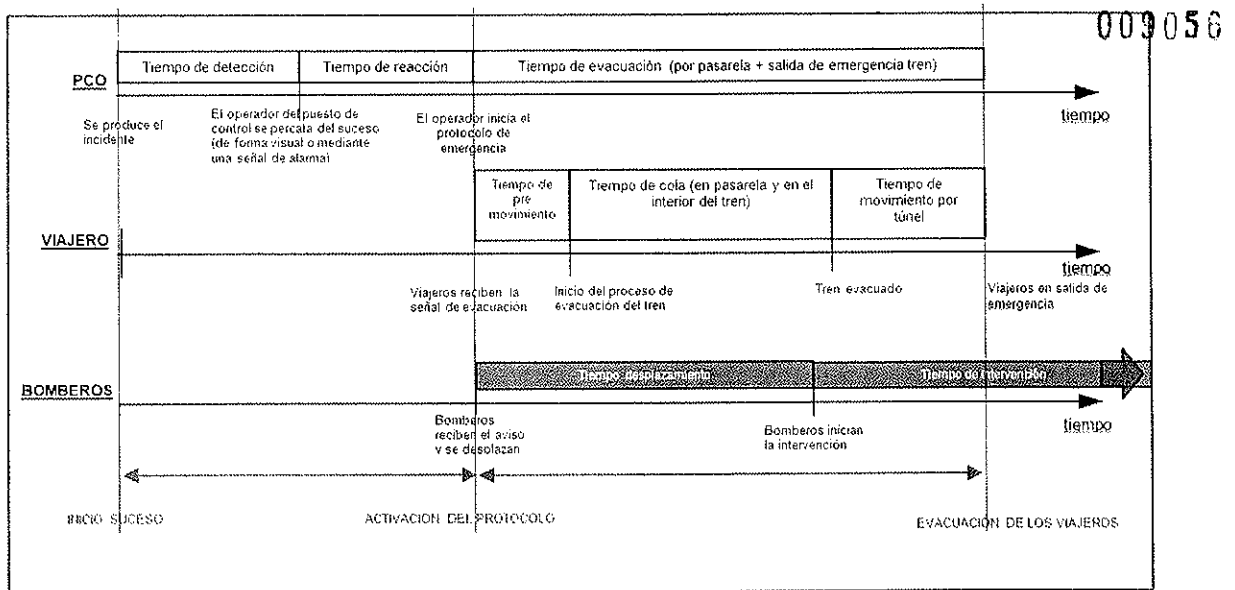


Fig 1. Diagrama general de tiempos sobre las acciones generales a realizar en una emergencia con autoevacuación

D.1.8.3 PROPUESTA DE PUERTAS FRONTALES Y PROTOCOLOS DE SEGURIDAD

Propuesta de Puertas Frontales

El vehículo está equipado con dos puertas frontales y cuatro laterales por coche para permitir la evacuación de los pasajeros por la pasarela en caso necesario a requerimiento del operador.

No existen obstáculos a lo largo del vehículo: es posible pasar entre coches adyacentes sin obstáculos de ninguna clase (no hay puertas entre vehículos).

En caso de emergencia, si el tren se queda detenido, las puertas laterales pueden ser abiertas por los pasajeros actuando sobre el tirador de apertura de puertas en emergencia situado a un lado de la puerta. El propósito de este tirador es permitir la apertura manual de la puerta en condiciones de emergencia sólo si el tren no se encuentra en movimiento. Si se actúa sobre el tirador con el tren en movimiento, la puerta permanece cerrada, pero una indicación vital es enviada al sistema de ATP. La puerta no se desbloqueará para apertura manual hasta que el tren se encuentre totalmente detenido. Información sobre la activación del tirador de apertura de emergencia es enviada a la central ATC, en la Consola de Emergencias y queda registrada en la lista de eventos de la ATC.

El vehículo también puede ser evacuado por las ventanas laterales adecuadas utilizando los martillos de emergencia para romper los cristales.

Cada coche está también equipado con tiradores de emergencia que sirven para detener el tren (no inmediata, sino en la próxima estación) y para proporcionar al Control Central una indicación de condición de emergencia. Los tiradores de emergencia pueden usarse en caso de emergencia por los pasajeros o el personal de operación a bordo del tren.

Los tiradores de emergencia iniciarán automáticamente dos procedimientos:

- En el área de la estación: si el vehículo está todavía dentro de una predeterminada distancia, la respuesta automática del sistema será detener el tren inmediatamente y deshabilitarlo para la marcha. Con el tren situado dentro de la estación, se pueden abrir las puertas con normalidad, quedando deshabilitado para reiniciar la marcha. La distancia predeterminada es tal que el vehículo pueda detenerse con al menos un grupo de puertas aún el área del andén.

- 009058
- 6- La apertura de la puerta frontal solo podrá hacerse con con llave especial cuando el vehículo se encuentre completamente detenido, hasta que está situación no ocurra no actuarán electrónicamente los elementos que produzcan la apertura de la misma.
 - 7- Se dará información a los viajeros en todo momento, indicándoles el sentido de evacuación, el lugar seguro hacia el que deben dirigirse y la distancia a la que se encuentra y el personal de socorro dará instrucciones para la evacuación a través la puerta frontal
 - 8- No se acarrearán bultos que puedan poner en peligro el flujo de viajeros.

[Faint, illegible text and a signature]


009059

D.1.9. Nº DOCUMENTO	D) DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE TIPO DE DOCUMENTO
-----------------------------------	---

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

D.1.9. COMPOSICIÓN ESTRUCTURAL DE LAS CAJAS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO J. JARA BARRAL, OSORIO
REPRESENTANTE LEGAL



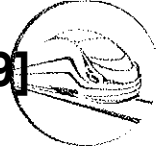


Índice

009060

D.1.9.1	Introducción	3
D.1.9.2	Documentos de referencia	3
D.1.9.3	Estructura caja	3
D.1.9.3.1	Bastidor.....	9
D.1.9.3.1.1	Cabina	11
D.1.9.3.2	Costados.....	12
D.1.9.3.3	Techo.....	13
D.1.9.3.4	Cabecero plano.....	14
D.1.9.4	Cálculos Estructurales	14
D.1.9.5	Seguridad pasiva, principios generales	14
D.1.9.6	Proyecto de impacto (crash)	15
D.1.9.7	Escenarios de impacto (crash).....	15
D.1.9.8	Elementos de absorción de la energía	17
D.1.9.9	Anticlimber	18
D.1.9.10	Análisis de impacto (crash).....	18
D.1.9.11	Validación y experiencia en temas de seguridad pasiva.....	19
Apéndice 1 – Informe de calculo de la estructura de la caja de extremo M1	20	
Introducción	20	
Documentos de referencia	20	
Símbolos.....	21	
Unidades de medicion y sistema de referencia	21	
Tendiones admisibles.....	22	
Cargas estaticas	22	
Verificaciones de resistencia	22	
Verificaciones de resistencia estática.....	22	
Verificaciones de pandeo elástico lineal	22	
Análisis modal	22	
Materiales de los perfiles extruidos/lamidados	23	
Masas	24	
Modelo elementos finitos	27	
Generalidades.....	27	
Compresión a nivel del enganche y plena carga AW3	28	
Caso de carga: cargas y vinculos	28	
Resultados, introducción y sintesis.....	29	
Resultados, reacciones vinculares	29	
Resultados, deformaciones.....	29	
Resultados, tensiones de von mises	30	
Resultados, pandeo elástico lineal	35	
Tracción a nivel del enganche y plena carga AW3	36	
Caso de carga: cargas y vínculos	36	
Resultados, introducción y síntesis.....	36	





009061

<i>Resultados, reacciones vinculares</i>	37
<i>Resultados, deformaciones</i>	37
<i>Resultados, tensiones de Von Mises</i>	37
<i>Resultados, pandeo elástico lineal</i>	40
Compresión a nivel de la viga de cinturón	41
<i>Caso de carga: cargas y vínculos</i>	41
<i>Resultados, introducción y síntesis</i>	41
<i>Resultados, reacciones vinculares</i>	41
<i>Resultados, deformaciones</i>	42
<i>Resultados, tensiones de Von Mises</i>	42
<i>Resultados, pandeo elástico lineal</i>	46
Carga vertical exceptional	47
<i>Caso de carga: cargas y vínculos</i>	47
<i>Resultados, introducción y síntesis</i>	47
<i>Resultados, reacciones vinculares</i>	47
<i>Resultados, deformaciones</i>	47
<i>Resultados, tensiones de Von Mises</i>	48
<i>Resultados, pandeo elástico lineal</i>	51
Elevación del vehículo por los puntos de elevación	52
<i>Caso de carga: cargas y vínculos</i>	52
<i>Resultados, introducción y síntesis</i>	52
<i>Resultados, reacciones vinculares</i>	53
<i>Resultados, deformaciones</i>	53
<i>Resultados, tensiones de Von Mises</i>	53
<i>Resultados, pandeo elástico lineal</i>	56
Análisis modal	57
<i>Condiciones de análisis</i>	57
<i>Frecuencias propias y modos de vibrar</i>	57
Sumnario de los resultados	58
<i>Casos de cargas estáticas</i>	58

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BRASCHI CANTO
REPRESENTANTE LEGAL



009062

D.1.9.1 Introducción

El tren objeto de la presente oferta está compuesto por dos (2) unidades de tracción (a continuación definidas simplemente UdT) compuestas por n°3 cajas cada una, denominadas "M1", "M2" y "R" en la configuración del tren de seis coches. La caja "M1" tendrá una cabina de conducción en un extremo mientras que todos los otros cabeceros estarán provistos de pasillos de intercomunicación, también entre UdT y UdT.

Las estructuras caja serán proyectadas conforme al Anexo 6 técnica Pliego de Condiciones Técnicas de Metro Lima [1].

Esta sección cumple con los requisitos de la "check list" de la Circular 50, anexo 14, y TUO de Bases al punto D.1.9. En concreto, esta sección desarrolla las temas siguientes:

- Composición de los materiales de las cajas de los trenes: consulte el apartado D.1.9.3
- Análisis estructural de las cajas y proyecto de impacto: consulte los apartados D.1.9.4, D.1.9.5, D.1.9.6, D.1.9.7, D.1.9.8, D.1.9.9, D.1.9.10, D.1.9.11
- Memoria de calculo: consulte la apéndice 1

D.1.9.2 Documentos de referencia

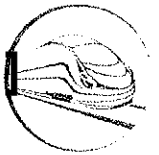
- [1]. *Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao" – Anexo 6 Especificaciones técnicas*
- [2]. Estándar europeo EN 12663:2000 Aplicaciones ferroviarias. Requisitos de dimensionamiento de las estructuras de los vehículos ferroviarios.
- [3]. Estándar europeo - EN 15227 "Aplicaciones ferroviarias - Requisitos estructurales para el diseño de resistencia a los choques "
- [4]. Estándar europeo - EN 1999-2 "Eurocódigo 9: Diseño de estructuras de aluminio - Parte 2: Estructuras sometidas a fatiga " – Mayo 1998
- [5]. Estándar europeo - EN 1999-1-1 "Eurocódigo 9: Diseño de estructuras de aluminio - Parte 1-1: Reglas generales y reglas para la edificación"

D.1.9.3 Estructura caja

Las estructuras de la caja serán proyectadas para satisfacer todos los requisitos indicados en el Pliego de Condiciones Técnicas de Metro Lima, anexo 6 – Especificaciones técnicas[1].

Las cajas estarán constituidas por perfiles extruidos en aleación de aluminio, elegida en el grupo 6000 (Al Si Mg). Las partes de estructura que prevén la utilización de chapa se efectuarán en aleación de aluminio, elegida en el grupo 5000 puesto que, para los productos laminados esta familia de aleaciones ofrece prestaciones mecánicas y de soldadura superiores respecto a las que se obtienen con el laminado de las aleaciones 6000. A continuación las tablas que resumen las características mecánicas y tecnológicas de las aleaciones típicamente utilizadas por AnsaldoBreda para la construcción de vehículos en aluminio.

PRODUCTO	TEMPLE	ESPESOR e	Carga de rotura min.	Límite de resistencia a la tracción min.	ALARGAMIENTO % MIN.	
		Dimensiones mm	σ_R (N/mm ²)	$\sigma_{0.2}$ (N/mm ²)	CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA ALFONSO JIMÉNEZ SANCHEZ REPRESENTANTE DEL LECTOR	A50 mm
Perfil extruido						
<i>Perfil</i>	T4	e ≤ 25	205	110	14	12



009063

abierto	T6	$e \leq 5$	290	250	8	6
		$5 < e \leq 25$	310	260		8
Perfil hueco	T4	$e \leq 25$	205	110	14	12
	T6	$e \leq 5$	290	250	8	6
$5 < e \leq 15$		310	260	10	8	

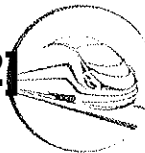
Tabla 1 Aleación EN AW-6082

PRODUCTO	TEMPLE	ESPESOR e	Carga de rotura min.	Límite de resistencia a la tracción min.	ALARGAMIENTO % MIN.	
					A	A50 mm
		Dimensiones mm	σ_R (N/mm ²)	$\sigma_{0.2}$ (N/mm ²)		

Perfil extruido						
Perfil abierto	T4	$e \leq 25$	180	90	15	13
		$e \leq 5$	270	225	8	6
	T6	$5 < e \leq 10$	260	215	8	6
$10 < e \leq 25$		250	200	8	6	
Perfil hueco	T4	$e \leq 10$	180	90	15	13
	T6	$e \leq 5$	250	200	8	6
$5 < e \leq 15$		250	200	8	6	
Tubo extruido	T6	$e \leq 5$	270	225	8	6
		$5 < e \leq 10$	260	215	8	6
Barra extruida	T6	$S \leq 25; D \leq 25$	270	225	10	8
		$25 < D \leq 50; 25 < S \leq 50$	270	225	8	...
		$50 < D \leq 100; 50 < S \leq 100$	260	215	8	...

Tabla 2 ALEACIÓN EN AW-6005A

 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



009064

PRODUCTO	TEMPLE	ESPESOR e	Carga de rotura min.	Límite de resistencia a la tracción min.	ALARGAMIENTO % MIN.	
					A	A50 mm
		Dimensiones mm	σ_R (N/mm ²)	$\sigma_{0.2}$ (N/mm ²)		

<i>Perfil abierto</i>	T4	$e \leq 10$	180	90	15	13
	T6	$e \leq 5$	270	225	8	6
		$5 < e \leq 10$	260	215	8	6
<i>Perfil Hueco</i>	T4	$e \leq 10$	180	90	15	13
	T6	$e \leq 5$	255	215	8	6
		$5 < e \leq 10$	250	200	8	6
<i>Tubo extruido</i>	T4	$e \leq 10$	180	90	15	13
	T6	$e \leq 5$	270	225	8	6
		$5 < e \leq 10$	260	215	8	6

Tabla 3 ALEACIÓN EN AW-6008

PRODUCTO	TEMPLE	ESPESOR e	Carga de rotura min.	Límite de resistencia a la tracción min.	ALARGAMIENTO % MIN.	
					A	A50 mm
		Dimensiones mm	σ_R (N/mm ²)	$\sigma_{0.2}$ (N/mm ²)		

<i>Perfil extruido</i>	T6	$e \leq 3$	190	150	8	6
		$3 < e \leq 25$	170	140	8	6

Tabla 4 ALEACIÓN EN AW-6060

PRODUCTO	TEMPLE	ESPESOR e	Carga de rotura min.	Límite de resistencia a la tracción min.	ALARGAMIENTO % MIN.	
					A	A50 mm
		Dimensiones mm	σ_R (N/mm ²)	$\sigma_{0.2}$ (N/mm ²)		



009065

Perfil extruido	T6	$e \leq 10$	250	200	8	6
------------------------	----	-------------	-----	-----	---	---

Tabla 5 ALEACIÓN EN AW-6106

PRODUCTO	TEMPLE	ESPESOR e		Carga de rotura min.	Límite de resistencia a la tracción min.	ALARGAMIENTO % MIN.	
		Dimensiones mm		σ_R (N/mm ²)	$\sigma_{0.2}$ (N/mm ²)	A	A50 mm

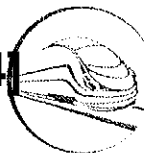
		e min	e max	σ_R (N/mm ²)	$\sigma_{0.2}$ (N/mm ²)	A	A50 mm
Plancha, listón y placa	T6	0.4	1.5	310	260		6
	T651	1.5	3.0	310	260		7
	T62	3.0	6.0	310	260		10
		6.0	12.5	300	255		9
	T651	12.5	60.0	295	240	8	
	T62	60.0	100.0	295	240	7	
		100.0	150.0	275	240	6	
		150.0	175.0	275	230	4	

Tabla 6 ALEACIÓN EN AW-6082

PRODUCTO	TEMPLE	ESPESOR e		Carga de rotura min.	Límite de resistencia a la tracción min.	ALARGAMIENTO % MIN.	
		Dimensiones mm		σ_R (N/mm ²)	$\sigma_{0.2}$ (N/mm ²)	A	A50 mm

		e min	e max	σ_R (N/mm ²)	$\sigma_{0.2}$ (N/mm ²)	A	A50 mm
Plancha, listón y placa	H32	0.2	0.5	220 ÷ 270	130		7
		0.5	1.5				8
		1.5	3.0				10

COPIA DEL PROYECTO
AL SEÑOR INGENIERO EN JEFE
REPRESENTANTE LEGAL



009066

		3.0	6.0				11
		6.0	12.5				10
		12.5	40.0			9	
	H111	0.2	0.5	190 ÷ 240	80		12
		0.5	1.5				
		1.5	3.0				
		3.0	6.0				
		6.0	12.5				
		12.5	100.0				

Tabla 7 ALEACIÓN EN AW-5754

PRODUCTO	TEMPLE	ESPESOR e	Carga de rotura min.	Límite de resistencia a la tracción min.	ALARGAMIENTO % MIN.	
					A	A50 mm
		Dimensiones mm	σ_R (N/mm ²)	$\sigma_{0.2}$ (N/mm ²)		

		over	up to	σ_R (N/mm ²)	$\sigma_{0.2}$ (N/mm ²)	A	A50 mm
Plancha, listón y placa	H111	0.2	0.5	275 ÷ 350	125		11
		0.5	1.5	275 ÷ 350	125		12
		1.5	3.0	275 ÷ 350	125		13
		3.0	6.0	275 ÷ 350	125		15
		6.0	12.5	275 ÷ 350	125		16
		12.5	50.0	275 ÷ 350	125	15	
		50.0	80.0	270 ÷ 345	115	14	
		80.0	120.0	min. 260	110	CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA ALFONSO HUARACA GARCIA REPRESENTANTE LEGAL 12	
		120.0	150.0	min. 255	105		
	H24/H34	0.5	1.5	340 ÷ 400	250		5

		1.5	3.0	340 ÷ 400	250		6
		3.0	6.0	340 ÷ 400	250		7
		6.0	12.5	340 ÷ 400	250		8
		12.5	25.0	340 ÷ 400	250	7	

Tabla 8 ALEACIÓN EN AW-5083

PRODUCTO	TEMPLE	ESPESOR e	Carga de rotura min.	Límite de resistencia a la tracción min.	ALARGAMIENTO % MIN.	
					A	A50 mm
		Dimensiones mm	σ_R (N/mm ²)	$\sigma_{0.2}$ (N/mm ²)		

		e min	e max	σ_R (N/mm ²)	$\sigma_{0.2}$ (N/mm ²)	A	A50 mm
Plancha listón y placa	H34	0.2	0.5	270 ÷ 325	200		4
		0.5	1.5				5
		1.5	3.0				6
		3.0	6.0				7
		6.0	12.5				8
		12.5	25.0				7

Tabla 9 ALEACIÓN EN AW-5454

La estructura de la caja será proyectada para asegurar una vida de por lo menos 30 años, inspirándose en principios de proyecto consolidados y validados por años de servicio en proyectos parecidos, que aseguran altísimos niveles de fiabilidad. A nivel de rigidez y resistencia responderá a los requisitos estructurales de la EN12663 [2] y de la EN15227 [2].

Las cajas serán un monocasco integral constituido por elementos unidos entre sí mediante soldadura. Los largueros, los costados y las cubiertas estarán constituidos por extruidos, como también la parte central de la losa del piso y el techo. Las cajas estarán diseñadas según una modalidad de ensamblado que, incluso con montajes acabados y en condiciones de carga máxima, garantizará la presencia de flecha longitudinal y transversal positiva de la caja.

Las cajas intermedias presentarán una configuración sustancialmente simétrica entre la parte delantera y la trasera, mientras que las cajas testero en la zona delantera tendrán una estructura de cabina destinada a acoger la posición de conducción. Las tres tipologías de caja compartirán todo lo posible las soluciones constructivas y los elementos constitutivos.



009063

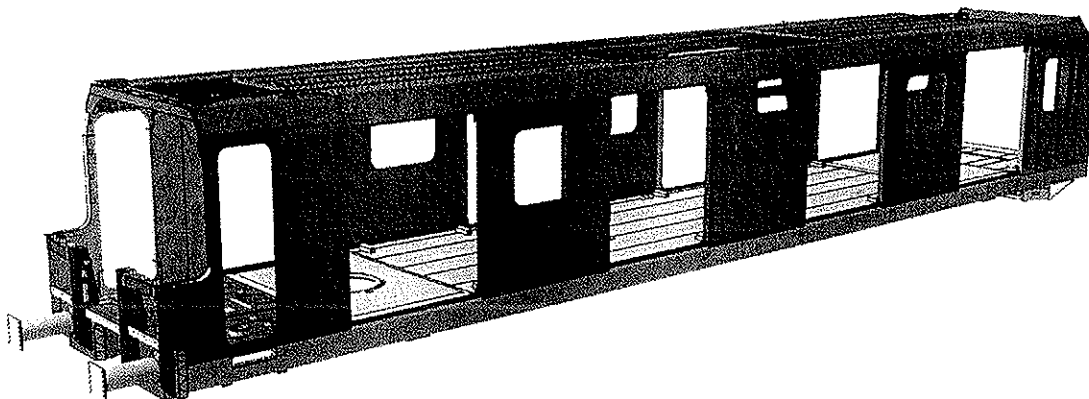


Figura 1 – Estructura caja testero

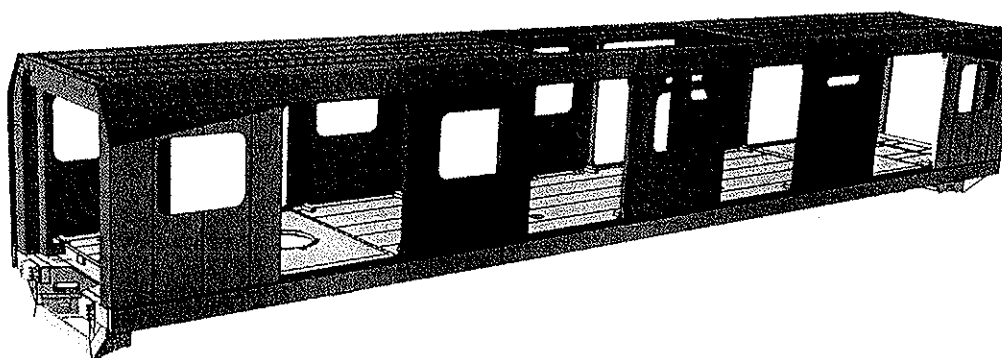


Figura 2 - Ejemplo de estructura caja intermedia

La estructura de la caja puede subdividirse conceptualmente en seis subconjuntos principales:

1. Bastidor
2. Costados
3. Techo
4. Cabecero plano
5. Cabina (sólo para las cajas "A")

En las siguientes páginas se proporcionan más detalles en relación a las soluciones de proyecto propias de cada subconjunto.

D.1.9.3.1 Bastidor

El bastidor puede descomponerse en tres secciones, es decir, dos extremos en voladizo respecto a la viga portante de los bogies y una sección central. Para las cajas intermedias los dos extremos son idénticos mientras que en las cajas testero el bastidor delantero es diferente.

Los bastidores de extremo estarán proyectados para soportar las sobrecargas introducidas por los escenarios de impacto (crash) conteniendo las deformaciones plásticas dentro de los límites aceptados por las normas [3] y teniendo previstas zonas de anclaje tanto de los elementos de tracción y repulsión como de esos dedicados a la absorción de energía.



El bastidor central es una losa de doble cámara de perfiles extruidos de aluminio 6069 longitudinalmente conectada con los dos largueros y transversalmente con las dos vigas de carga del bogie.

Las vigas de carga son elementos de aluminio, obtenidos mediante elaboraciones mecánicas por arranque de virutas, para garantizar, sobre este elemento crucial, las mejores prestaciones mecánicas posibles.

El bastidor presentará n° 4 puntos de elevación laterales dimensionados para la elevación de la caja en vacío con los bogies suspendidos, mediante elevadores de columna.

El bastidor de cada caja estará equipado, en todos los extremos, con dispositivos antiencaballamiento, dimensionados coherentemente con la resistencia al choque de la estructura caja. En el caso específico del bastidor con cabina (caja "A") los elementos antiencaballamiento están integrados en los absorbedores de energía que desempeñan la función de elementos de sacrificio estructural.

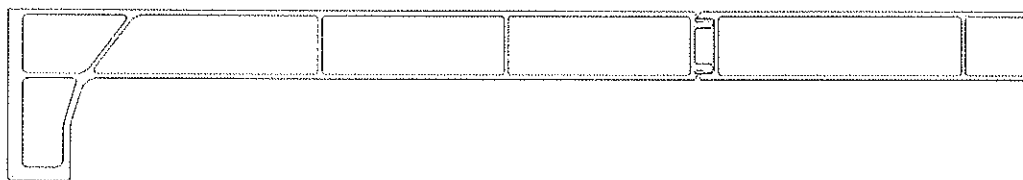


Figura 3 – Ejemplo típico de extruido de doble piel y su unión

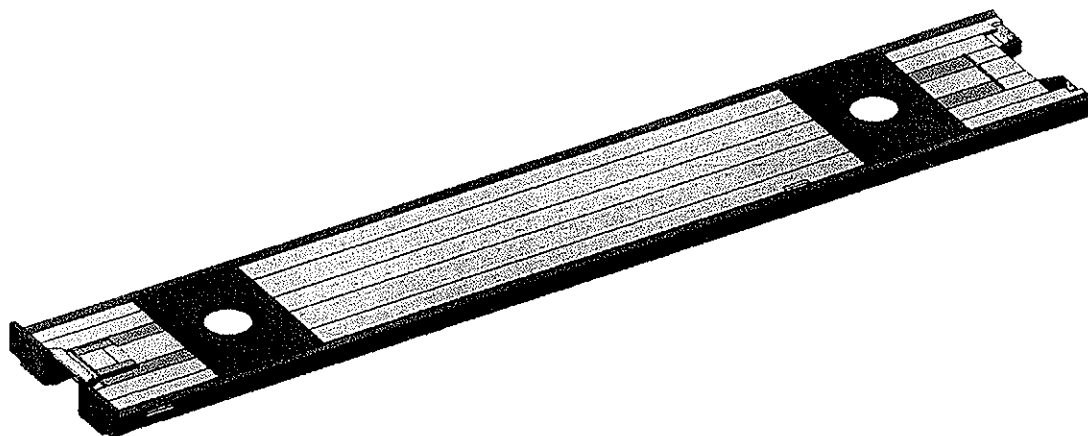



Figura 4 – Vista desde arriba del bastidor caja Motriz testero

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALONSO HUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 



009070

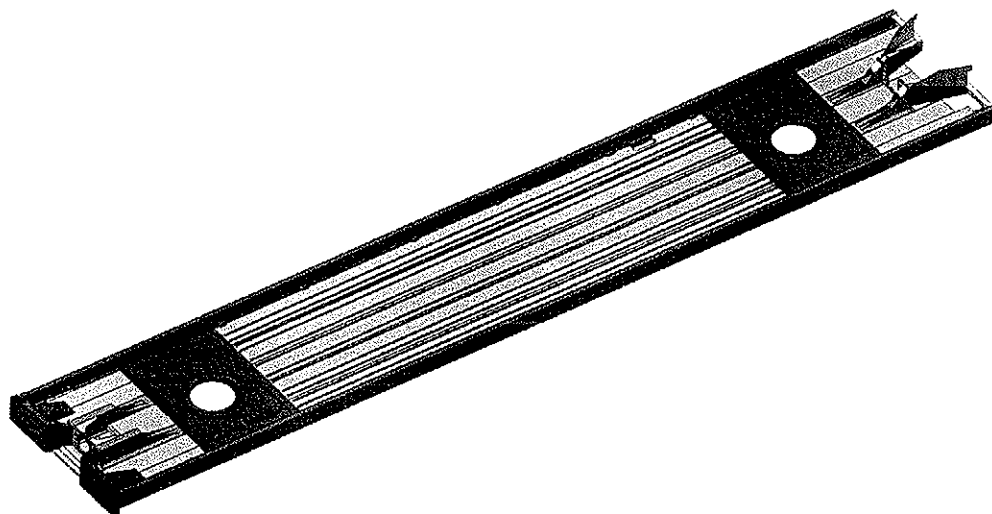


Figura 5–Vista por debajo del bastidor caja motriz testero

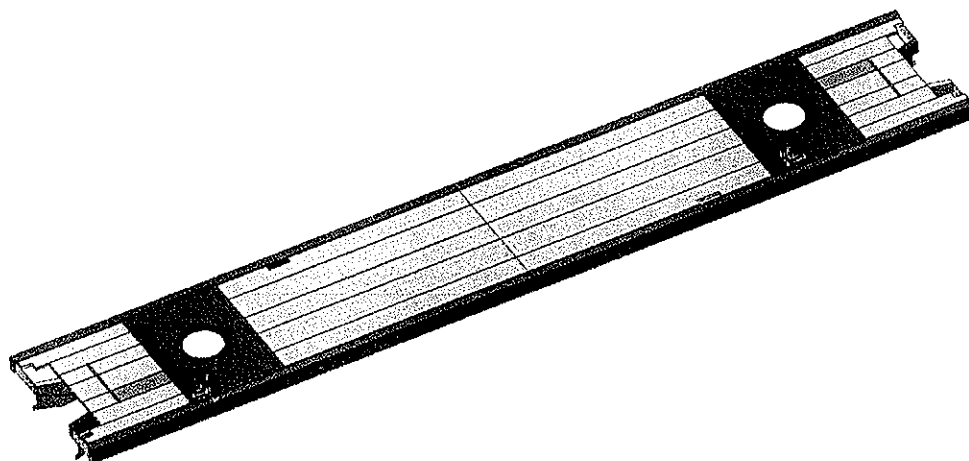


Figura 6 – Vista desde arriba del bastidor caja intermedia

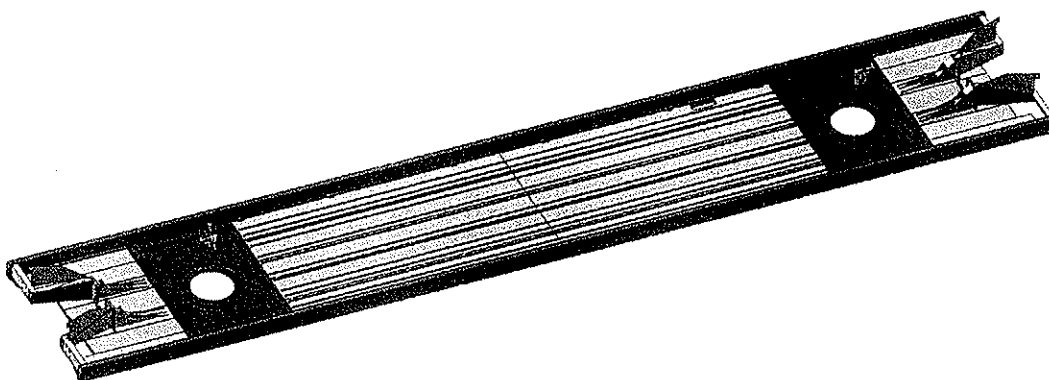
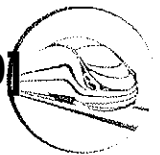


Figura 7 – Vista por debajo del bastidor caja intermedia

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO PÉREZ BASADE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

D.1.9.3.1.1 Cabina



009071

La estructura de la cabina prevé las interfaces de montaje de los elementos de absorción de energía, que se colocarán a nivel del bastidor. La zona delantera se caracteriza por la presencia de elementos verticales y horizontales que compondrán, junto al cuerpo lateral que se extiende hasta el marco de la puerta del maquinista, las partes de sujeción del cabecero de resina y de las otras estructuras auxiliares de la cabina.

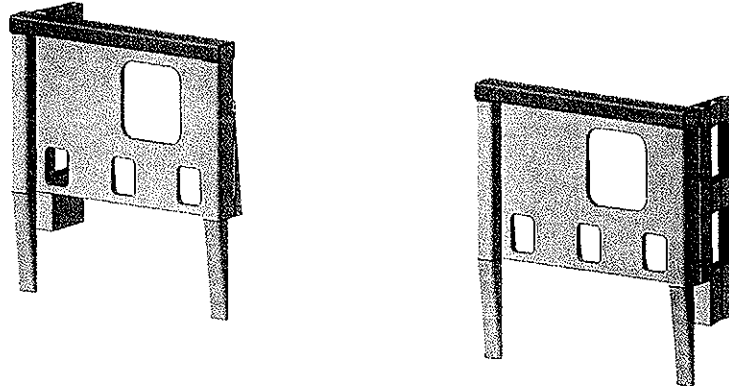


Figura 8–Armazón cabina

D.1.9.3.2 Costados

Los costados estarán contruidos por extruidos de doble cámara que, garantizando una óptima ligereza, ofrecen también óptimas prestaciones de rigidez y de aislamiento. El costado se compone de cuerpos sueltos que luego son adecuadamente colocados y soldados al bastidor y al techo en la fase final de ensamblado de la caja, con evidentes beneficios en términos de sencillez y calidad constructiva.

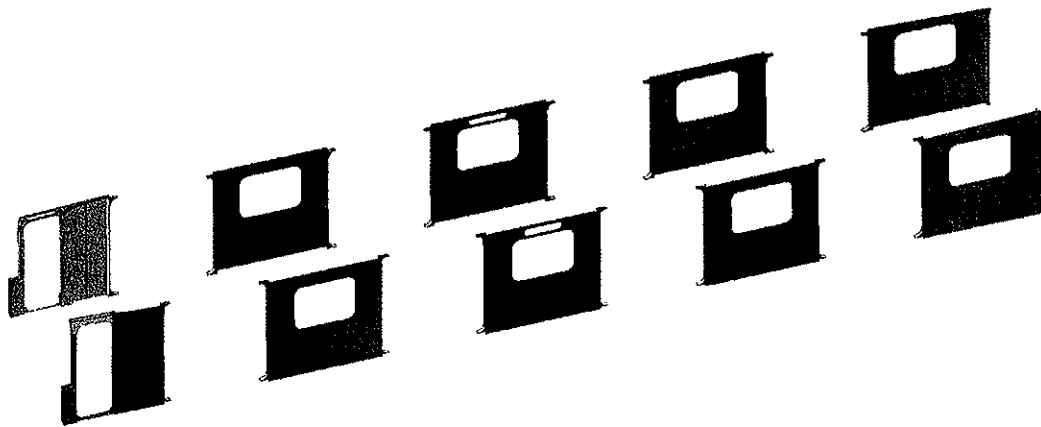
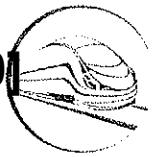


Figura 9–Costados caja motriz testero

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL





009072

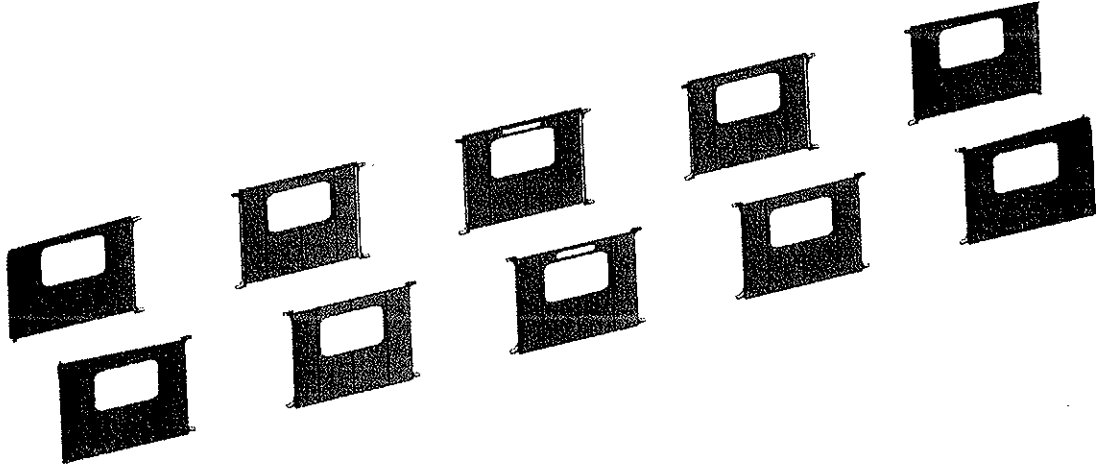


Figura 10–Costados caja intermedia

D.1.9.3.3 Techo

El techo estará compuesto por perfiles y extruidos de aluminio y en este subconjunto se obtendrán las interfaces para las instalaciones de climatización y los pantógrafos, de acuerdo con los layout previstos para las tres tipologías de caja "M1", "R" y "M2".

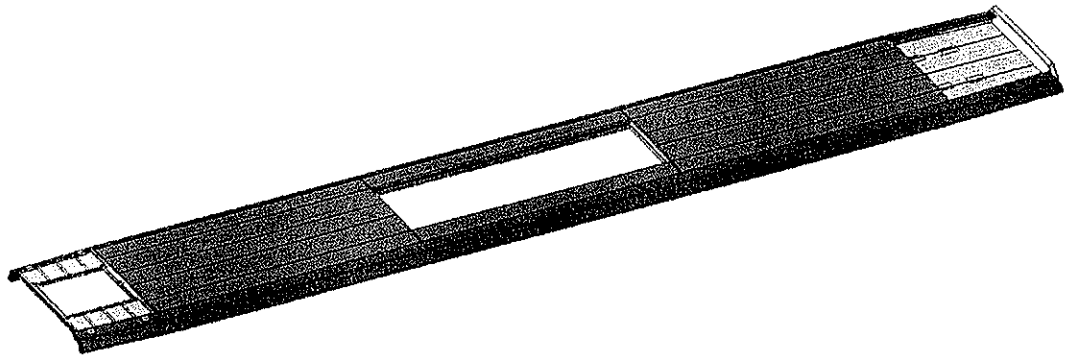
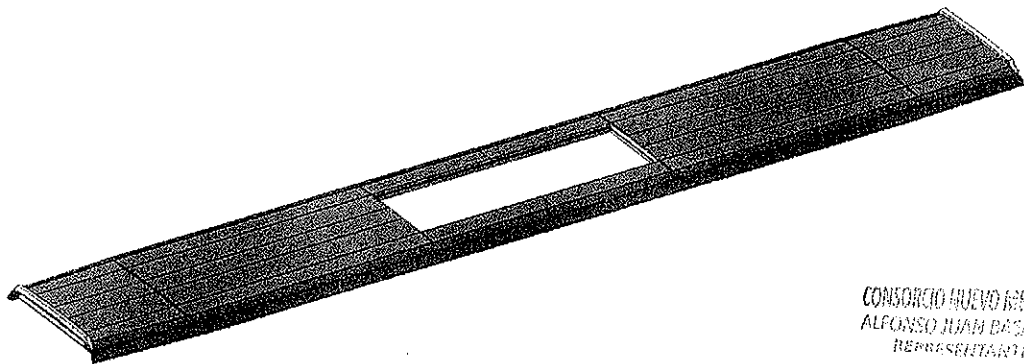


Figura 12 – Vista desde arriba techo caja motriz testero



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BAZABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



Figura 13–Vista desde arriba techo caja intermedia

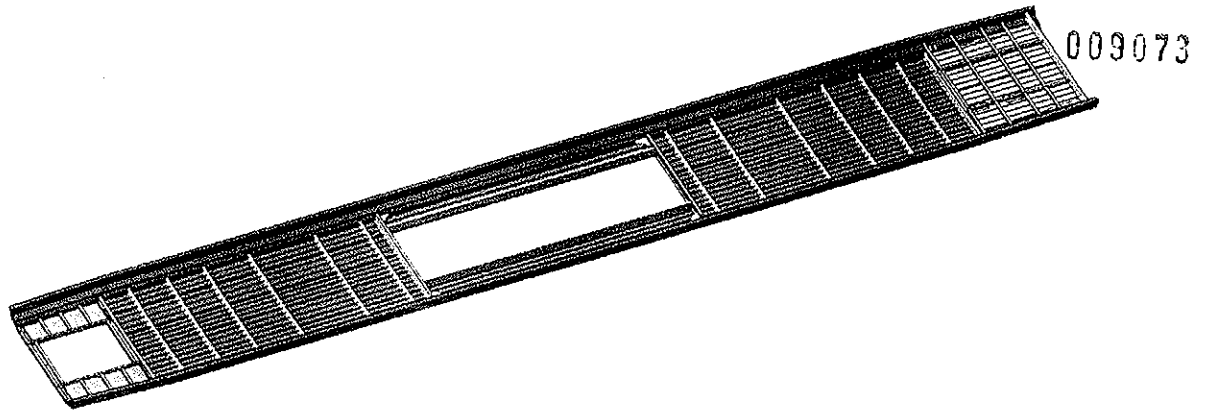


Figura 14–Vista por debajo techo caja motriz testero

D.1.9.3.4 Cabecero plano

Los cabeceros planos estarán constituidos para garantizar la correcta interface con el pasillo de intercomunicación y las dimensiones de la abertura previstas.

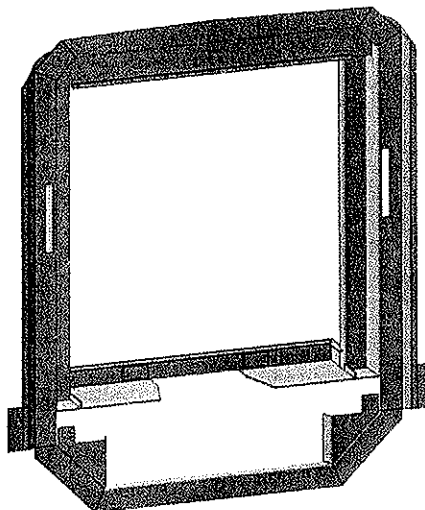


Figura 15 –Cabecero plano

D.1.9.4 Cálculos Estructurales

La estructura de la caja estará dimensionada para lo relativo a las cargas estáticas y de fatiga de acuerdo con la EN12663 [2], clase P-III y según los requisitos de sobrecarga máxima (8 pax/m²) y sobrecarga excepcionales (10 pax/m²) del Anexo 6 . Las relaciones de cálculo se entregarán al cliente en el EDI y en su interior se evidenciarán las masas tomadas en consideración, su distribución, los valores de los esfuerzos (calculados y admisibles) y los coeficientes de seguridad en los puntos más significativos, para cada condición de carga.

ALGONCALI INGENIEROS Y ARQUITECTOS
 REPRESENTANTE LEGAL

D.1.9.5 Seguridad pasiva, principios generales



Un moderno vehículo metropolitano debe satisfacer además de los clásicos requisitos de rigidez y de correcto dimensionamiento estructural también un adecuado nivel de seguridad pasiva.

Este último aspecto influye en toda la definición de la estructura de la caja y por lo tanto debe ser tomado en consideración ya desde las fases iniciales y conceptuales del proyecto, con el fin de preparar los elementos que constituyen la estructura principal y de esta manera soportar de modo eficaz y eficiente las sobrecargas generadas por el impacto.

Hoy en día sofisticados análisis de impacto (crash) son un paso fundamental en el camino de desarrollo del proyecto estructural del vehículo y AnsaldoBreda en tal sentido puede ofrecer una experiencia de más de diez años con referencias en todas las tipologías de producto, desde el tranvía al metro ligero y pesado, hasta el tren de altísima velocidad.

La colisión de un vehículo ferroviario es un fenómeno cuya física es muy compleja porque existen importantes interacciones entre las estructuras principales, los elementos de sacrificio y los efectos dinámicos que los embisten.

Evidentemente en caso de colisión la cabina, o más en general la caja testero, es la primera y la más sobrecargada que las cajas que siguen. Más allá de esta evidencia intuitiva es posible, con un adecuado estudio del sistema tren y de los componentes de absorción de energía distribuidos a lo largo del convoy, distribuir en modo eficiente la energía cinética vinculada a la colisión, implicando en su disipación también las interfaces intermedias.

En esta dirección AnsaldoBreda ha desarrollado sus sistemas de absorción de energía que por su innovación y comprobada eficacia han obtenido también la protección de la propiedad intelectual gracias a Patentes italianas extendidas luego en el extranjero.

D.1.9.6 Proyecto de impacto (crash)

La finalidad principal del proyecto de impacto es garantizar el respeto del volumen vital del maquinista y del volumen ocupado por los pasajeros. Este objetivo se debe perseguir limitando adecuadamente el nivel de la deceleración media sufrida por las cajas para contener los efectos de los posibles impactos secundarios, es decir, los que ven la interacción de los pasajeros contra el interior del compartimiento.

El enfoque de AnsaldoBreda para los vehículos metropolitanos es que prevé absorbedores de energía montados en voladizo respecto a la cabina de conducción, que sirven para absorber la energía en carga en la primera interface y absorbedores de energía intermedios, ubicados en cada interface entre cajas del mismo convoy, que gracias a su característica de rigidez, permiten absorber y redistribuir la energía residual no convertida en la zona de cabina.

Naturalmente tanto el bastidor de cabina como los extremos de las cajas se deben proyectar para soportar las cargas de agotamiento introducidas por los escenarios de referencia y transmitidas por los elementos de sacrificio, soportando a lo sumo deformaciones limitadas y garantizando los espacios vitales previstos por la norma.

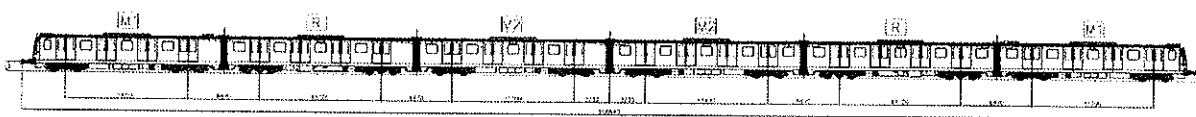


Figura 16: Vista externa del vehículo en la configuración de seis coches

D.1.9.7 Escenarios de impacto (crash)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN CASARE CARCIA
REPRESENTANTE LEGAL





El proyecto de impacto (crash) de un vehículo se debe afrontar de acuerdo con lo establecido por la norma EN15227. Este estándar Europeo clasifica los vehículos ferroviarios en 4 clases y los vehículos metropolitanos pertenecen a la clase C-II.

009075

Categoría	Definición	Ejemplos de tipo de vehículo
C-I	Vehículos proyectados para operar en TEN ROUTES, redes internacionales, nacionales y regionales (con pasos a nivel)	Locomotoras, vagones y unidades fijas
C-II	Vehículos urbanos proyectados para operar exclusivamente en infraestructuras ferroviarias, sin interfaz con el tráfico por carretera	Vehículos Metro
C-III	Vehículos ferroviarios ligeros proyectados para operar en redes urbanas o regionales en ejercicio en tramos compartidos e interfaz con tráfico por carretera	Tren-tram, tranvías periurbanos
C-IV	Vehículos ferroviarios ligeros proyectados para operar en redes urbanas con interfaz tráfico por carretera	Tranvías

Tabla categorías EN15227

Para cada clase la EN15227 define los escenarios de impacto (crash) de referencia según la siguiente tabla.

Escenario de choque	Obstáculo choque	Características operativas requisitos	Velocidad impacto – km/h				Objeto impactado y condiciones
			C-I	C-II	C-III	C-IV	
1	Tren idéntico	Todos los sistemas	36	25	25	15	Tren idéntico
2	Vagón 80 t	Tráfico mixto con vehículos equipados con topes laterales	36	na	25	na	Véase Anexo C.1 para especificaciones vagón
	Tren regional 129 t	Tráfico mixto con vehículos con acoplador central	na	na	10	na	Véase Anexo C.2 para representación tren regional
3	Obstáculo deformable 15 t	TEN y operaciones parecidas con paso a nivel	$v_{t-50} \leq 110$	na	25	na	Véase Anexo C.3 para representación obstáculo grande
	Objeto	Línea urbana	na	na	na	25	Véase Anexo C.3



	rígido 3 t	no aislada del tráfico por carretera					para representación obstáculo
4	Obstáculo bajo, pequeño	Requisitos requeridos al deflector obstáculos	Véase Tabla 3	Véase Tabla 3	Véase Tabla 3	na	Cuando el riesgo debido a este escenario sea ampliamente aceptable no se necesita el deflector obstáculos, según lo definido a continuación.

Tabla escenarios de choque EN15227

Para la categoría C-II el escenario aplicable es un impacto a 25 km/h, con las siguientes condiciones al contorno:

1. El impacto se produce entre dos trenes idénticos
2. Los dos trenes no están frenados
3. El impacto se produce en rectilíneo
4. La masa a considerar es la tara del vehículo con el añadido de la masa de mitad de los pasajeros sentados
5. Entre los dos vehículos impactados debe haber un offset vertical inicial de 40 mm.

Bajo estas condiciones el vehículo debe:

1. Preservar el espacio vital del maquinista
2. Limitar la deformación de las cajas dentro de los límites previstos por la EN15227 [3]
3. Garantizar la intervención de los anticlimber y, sólo si esto no es posible, limitar la elevación de los ejes dentro de una cuota igual al 75% de la altura pestaña.
4. Limitar la deceleración neta dentro de un valor medio de 5g.

D.1.9.8 Elementos de absorción de la energía

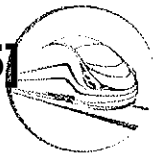
Los elementos de tracción y repulsión (acoplador frontal, barras semipermanentes y acoplador intermedio) estarán proyectados para despegarse de las cajas o de todos modos colapsar en modo controlado con el fin de garantizar una correcta intervención de los elementos de antiencañamiento (anticlimbers).

Dos diferentes tipos de absorbedores de energía estarán montados en diferentes zonas del tren: absorbedores de energía frontales, que estarán montados en la zona de la cabina y absorbedores de energía intermedios, que estarán montados en las zonas de interconexión entre las cajas.

Ambos sistemas tendrán una rigidez de impacto que hará posible la correcta absorción de la energía de choque.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO ELLAN BALABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL





009077

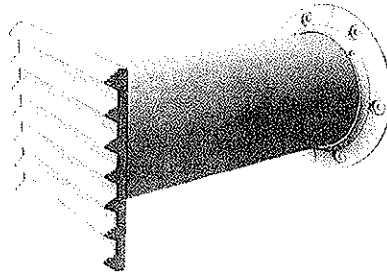


Figura 17: Interface absorbedor

Los absorbedores intermedios siguen una ley de rigidez creciente protegida por Patente de propiedad de AnsaldoBreda. Según necesidades, su funcionalidad puede englobarse directamente en el sistema de barra semipermanente con el fin de reducir los obstáculos en la zona de cabecero plano/pasillo de intercomunicación.

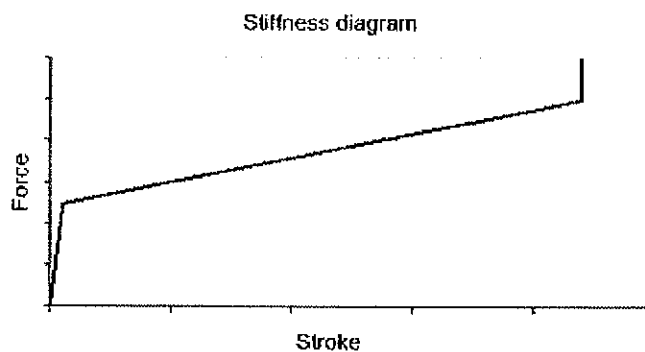


Figura 18: Interface absorbedor

De acuerdo con el proceso de validación descrito en la EN 15227 los componentes dedicados a la absorción de energía deben ser validados mediante impacto (crash) test. Según la norma EN15227 en el caso en que se vuelvan a utilizar objetos que ya habían sido ensayados y en el caso en que en la configuración ensayada no existan diferencias conceptuales de funcionamiento, no será necesario repetir el test sino que se podrá pasar directamente a las fases sucesivas del proyecto para obtener la homologación.

D.1.9.9 Anticlimber

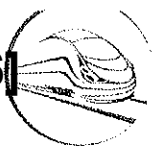
El bastidor de cada caja estará equipado, en todos los extremos, con dispositivos antiencaballamiento, dimensionados coherentemente con la resistencia a la colisión de la estructura de la caja. En el caso específico del bastidor con cabina (caja "M1") los elementos antiencaballamiento están integrados en los absorbedores de energía que desempeñan la función de elementos de sacrificio estructural.

D.1.9.10 Análisis de impacto (crash)

El análisis de impacto se efectuará con el software avanzado de simulación multifísica LS-Dyna y tomará en consideración todo el primer coche. El resto del convoy será esquematizado con un sistema monodimensional masa-resorte, que reproducirá la exacta rigidez y respuesta dinámica de las cajas y de sus elementos de interconexión.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN DASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL





009078

El modelo FEM 3D será muy detallado para lo relativo a los absorbedores de energía y las zonas donde se esperan deformaciones plásticas mientras que la dimensión de la malla de cálculo será más amplia en las zonas menos cargadas para garantizar tiempos de cálculo adecuados.

El informe de simulación impacto (crash) demostrará la conformidad con todos los requisitos de la EN15227 [3] mostrando como los extremos de las cajas quedan implicados en el impacto en forma progresiva, gracias a la intervención amortiguadora ofrecida por los elementos de sacrificio estructural. Oportunas imágenes mostrarán la localización de las zonas deformadas de la estructura de las cajas (cuando presentes) y evidenciarán la esencia de pérdidas de espacio vital, de deformaciones excesivas del compartimiento pasajeros.

D.1.9.11 Validación y experiencia en temas de seguridad pasiva

AnsaldoBreda siempre ha dado la máxima importancia a la seguridad de sus convoyes y a la protección de todos los ocupantes de los mismos. En virtud de este hecho fue la primera empresa europea en obtener la homologación de un vehículo según la prEN15227, en 2006, con el proyecto V250. Desde entonces muchos otros proyectos (sobre todo vehículos metropolitanos) fueron desarrollados, tanto siguiendo los requisitos de seguridad pasiva establecidos por las normas europeas como siguiendo la peculiar voluntad de los varios clientes (Metro Salónica, Metro Taipéi, Metro Génova, V300ZEFIRO, Metro Honolulu, Metro Miami, Metro Milano Expò).

Este camino ha permitido a AnsaldoBreda la puesta a punto de soluciones y procesos que tienden a una optimización y estandarización de las soluciones, que representan la garantía del buen resultado de los nuevos proyectos.

Ulterior confirmación de los esfuerzos efectuados en esta dirección es la obtención de varias patentes, tanto a nivel italiano como europeo, para soluciones de absorción de energía y control de los riesgos de encaballamiento.

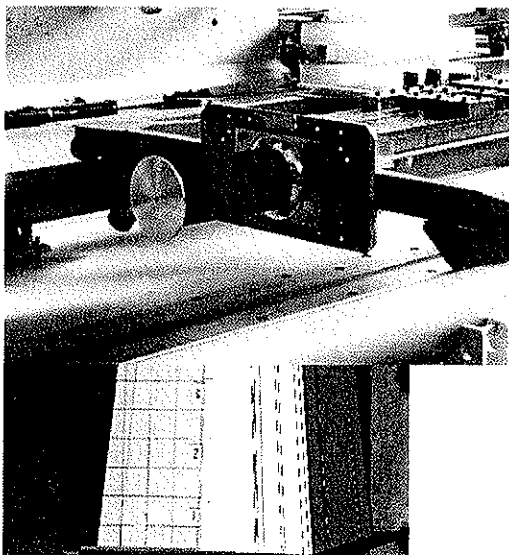
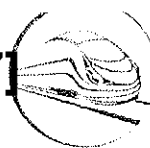


Figure 19–Absorbedor de impacto - test y comparación

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL





009079

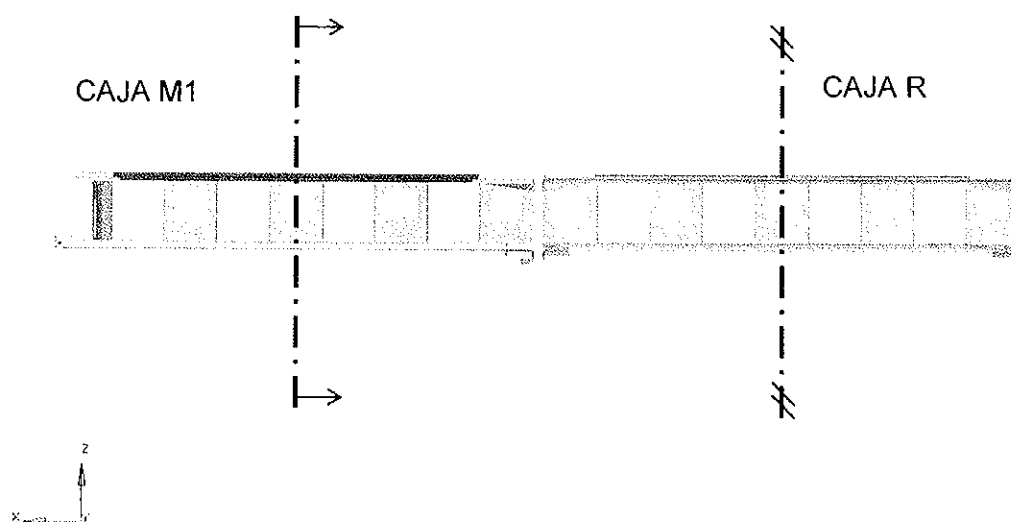
Apéndice 1 – Informe de cálculo de la estructura de la caja de extremo M1

Introducción

La presente apéndice describe la actividad de cálculo de elementos finitos efectuada en la caja de extremo "M1" del tren de la plataforma de referencia de AnsaldoBreda. Vehículo categoría P-III según [4].

La actividad comprende análisis estáticos, análisis de pandeo elástico y análisis modal.

La estructura de la caja intermedia "R" se ha considerado igual que la parte trasera de la caja de extremo "M1", reflejada longitudinalmente respecto a la línea central tal como se evidencia en la siguiente vista lateral.



Las actividades de pre-processing y post-processing han sido realizadas mediante software Altair-Hyperworks, mientras que el cálculo ha sido efectuado mediante MSC Nastran.

Las condiciones de carga están descritas en los respectivos capítulos.

Se observa que en esta apéndice se muestra el cálculo desarrollado considerando las condiciones de carga según la norma EN 12663; en el EDI, el cálculo se actualizará teniendo en cuenta también las condiciones de carga del contrato (sobrecarga máxima CC2, 8 pax/m², y sobrecarga excepcional CC3, 10 pax /m²) y los relacionados vínculos.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



Documentos de referencia

[1] Eurocódigo 9 Proyecto de estructuras de aluminio Parte 1-1: Reglas estructurales generales

- [2] UNI EN 1999-1-3 Eurocódigo 9 Proyecto de estructuras de aluminio Parte 1-3: Estructuras sometidas a fatiga. Octubre de 2011 009080
- [3] Estándar Europeo – EN 12663 – "Aplicaciones ferroviarias – Requisitos estructurales de las cajas de los vehículos ferroviarios" – Marzo de 2010.
- [4] Documento 017457BA01: diseños de conjunto estructura para caja M1

Símbolos

σ_c	Tensión de Von Mises calculada con análisis de elementos finitos
σ_{adm}	Tensión admisible para material base o soldado para cargas estáticas
σ_{adm_b}	Tensión admisible para material base o soldado para cargas de pandeo
$\sigma_{0.2}$	Tensión mínima de fluencia
σ_R	Tensión mínima de rotura
σ_{cb}	Tensión crítica de pandeo
$\Delta\sigma_{adm}$	Delta Tensión admisible para material base o soldado para cargas de fatiga
$\Delta\sigma_N$	Delta Tensión admisible a la fatiga por N ciclos para una particular junta o para material base
$\Delta\sigma_c$	Delta Tensión admisible a la fatiga para una particular junta o para material base, referencia a 2000000 ciclos
$\Delta\sigma_i$	Delta tensión principal calculada con análisis de elementos finitos
D	Valor calculado del daño por fatiga ($0 > D > 1$)
g	Aceleración de la gravedad
E	Módulo de elasticidad normal
G	Módulo de elasticidad transversal
ν	Coefficiente de Poisson
S1	Factor de seguridad estático
S2	Factor de seguridad a la fatiga
S3	Factor de seguridad por pandeo elástico

Unidades de medición y sistema de referencia

Las unidades de medición utilizadas en el presente documento están resumidas en la siguiente tabla.

Magnitud	Unidad de medición
Masa	Tonelada
Fuerza	Newton
Presión / tensión	MPa
Longitud	mm
Aceleración	mm/s ²

El sistema de referencia utilizado tiene el eje X que coincide con el eje longitudinal del tren (sentido concorde con la marcha), el eje Z vertical ascendente y el eje Y transversal (dirección positiva lado derecho).

009081

Tensiones admisiblesCARGAS ESTATICAS

La tensión admisible del material se deberá calcular de la siguiente manera:

$\sigma_{adm} = \sigma_{0.2}$	material base
$\sigma_{adm} = s \sigma_{0.2}$	material térmicamente alterado

Las utilizadas para $\sigma_{0.2}$ son:

EN AW 6082 T6	$\sigma_{adm}=250\text{MPa}$
EN AW 6005 T6	$\sigma_{adm}=200\text{MPa}$
EN AW 5083	$\sigma_{adm}=250\text{MPa}$

El coeficiente s vale 0.65 para la aleación de aluminio en estado T6 y H.

Por consiguiente, para la verificación estática del material térmicamente alterado se han tomado los siguientes valores de tensión admisible:

EN AW 6082 T6	$\sigma_{adm}=162\text{MPa}$
EN AW 6005 T6	$\sigma_{adm}=130\text{MPa}$
EN AW 5083	$\sigma_{adm}=162\text{MPa}$

Está permitida la presencia de concentraciones locales de tensión que superen la fluencia del material [3]. Tales áreas con deformaciones plásticas locales deberán ser lo suficientemente pequeñas para no causar deformaciones permanentes significativas una vez eliminada la carga.

Verificaciones de resistenciaVERIFICACIONES DE RESISTENCIA ESTÁTICA

La estructura se considera conforme a los requisitos de resistencia estática cuando cumple la siguiente condición:

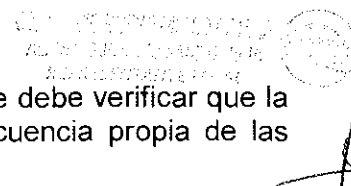
$$S1 = \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_c} \geq 1$$

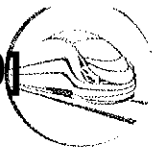
VERIFICACIONES DE PANDEO ELÁSTICO LINEAL

El margen de seguridad al pandeo para la estructura (relación entre carga aplicada y primera carga crítica de pandeo) se ha considerado igual a 1 cuando el pandeo calculado sea de carácter local, mientras que para pandeo de tipo global se ha utilizado un factor de seguridad de al menos 1,5.

ANÁLISIS MODAL

Para que la caja resulte conforme a los requisitos del análisis modal, se debe verificar que la primera frecuencia propia sea al menos 2.5 veces mayor que la frecuencia propia de las suspensiones secundarias.

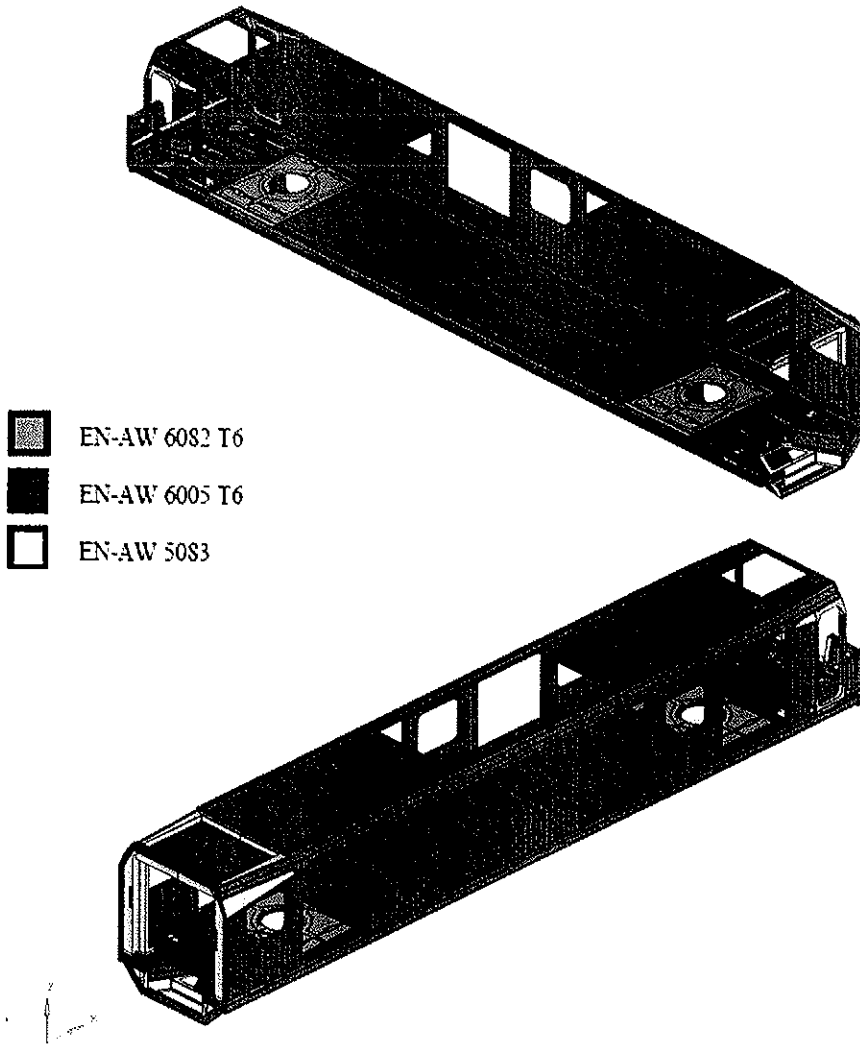




Materiales de los perfiles extruidos/lamidados

009082

Los materiales utilizados para los perfiles extruidos y las chapas de aleación de aluminio están representados en la siguiente figura.



En primer lugar la distribución de los materiales para la estructura de la caja se puede resumir de la siguiente manera:

EN AW 6082 T6	piezas trabajadas a máquina
EN AW 6005 T6	extruidos
EN AW 5083	piezas de chapa

CONSORCIO [19490]
NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIACIÓN

Masas

009083

Para las masas las definiciones responden a las siguientes tablas:

Masas	
CC0 (AW 0) Vehículo vacío en orden de marcha	Masa en vacío + materiales de consumo + conductor
AW 2	AW 0 + Todos los asientos fijos ocupados + Áreas accesibles a los pasajeros ocupadas a razón de 4 pasajeros de pie/m ²
CC1 (AW 3) Plena carga	AW 0 + Todos los asientos fijos ocupados + Áreas accesibles a los pasajeros ocupadas a razón de 6 pasajeros de pie/m ²
CC2 (AW 4) Sobrecarga máxima	AW 0 + Todos los asientos fijos ocupados + Áreas accesibles a los pasajeros ocupadas a razón de 8 pasajeros de pie/m ²
CC3 (AW 5) Sobrecarga excepcional	AW 0 + Todos los asientos fijos ocupados + Áreas accesibles a los pasajeros ocupadas a razón de 10 pasajeros de pie/m ²

Come indicato in premessa, in questa appendice si riporta il calcolo sviluppato considerando le prime tre condizioni di carico di ANTERIORE tavola, queste condizioni di carico sono collegati alla piattaforma di stazione di riferimento per il progetto della metropolitana di Lima.

En el EDI, el cálculo se actualizará teniendo en cuenta también las condiciones de carga del contrato: CC2, 8 pax/m², y CC3, 10 pax /m².

009084

Vehículo vacío en orden de marcha sobre las secundarias

Caja M1	Secundarias bogie 1	10.787 kg	19.900 kg
	Secundarias bogie 2	9.114 kg	

AW 2 – Carga normal sobre las secundarias

Caja M1	Secundarias bogie 1	14.939 kg	29.566 kg
	Secundarias bogie 2	14.627 kg	

AW 3 – Plena carga sobre las secundarias

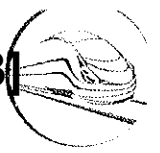
Caja M1	Secundarias bogie 1	16.593 kg	33.349 kg
	Secundarias bogie 2	16.756 kg	

La masa en vacío está constituida por:

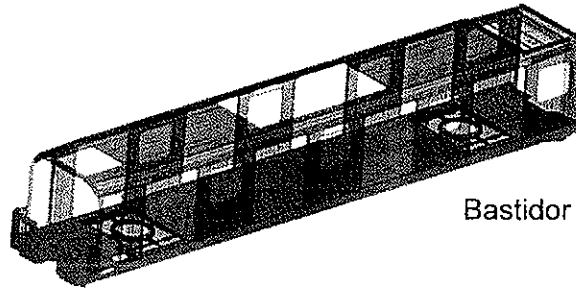
- Masa propia de la estructura, **5,3 toneladas**
- Completamiento en vacío, **14,6 toneladas**, aplicado a la estructura mediante masas distribuidas según el reparto en zonas evidenciado en la siguiente figura

CONSORCIO [9492]
NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA

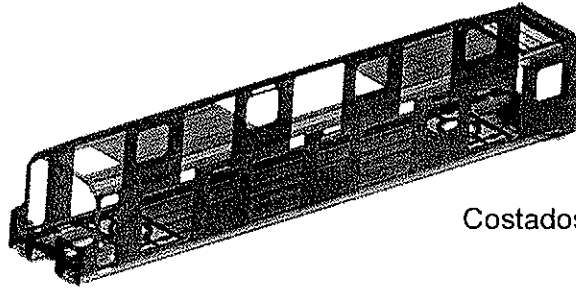




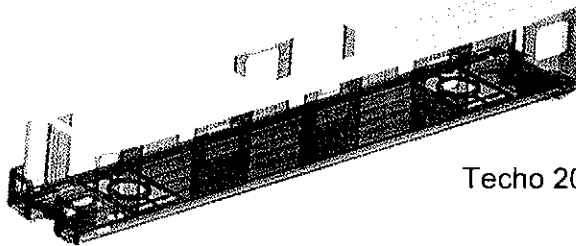
009085



Bastidor y sub-caja 60%



Costados 20%



Techo 20%

Cuando los casos de carga lo requieren, el peso de los pasajeros ha sido simulado mediante cargas de presión (*pressure on element face*) sobre los elementos correspondientes a la zona pisable (fig. siguiente).



009086

El peso de los pasajeros está distribuido uniformemente mediante cargas de presión aplicadas sobre la superficie del pavimento.

La resultante del peso pasajeros varía entre los casos de carga según lo descrito en el documento pesos [1].

AW2: 9,7 toneladas, pasajeros sentados + 4 pasajeros/m²

AW3: 13,4 toneladas, pasajeros sentados + 6 pasajeros/m²

Modelo elementos finitos

GENERALIDADES

La geometría de la caja ha sido realizada mediante CAD 3D, en relación al diseño de conjunto [5], a continuación elaborada para la realización del modelo FEM.

El modelo de la caja del testero en su totalidad consta de aproximadamente:

- 701000 nodos
- 3.96 millones de grados de libertad
- 761000 elementos

La estructura, principalmente compuesta por perfiles extruidos o chapas, está modelada principalmente mediante elementos shells (4 nodos, funciones de forma lineales). Algunas piezas trabajadas mediante remoción de material han sido modeladas mediante elementos sólidos (8 nodos, funciones de forma lineales) puesto que no son comparables a estructuras shell. La dimensión media de los elementos es 25 mm.

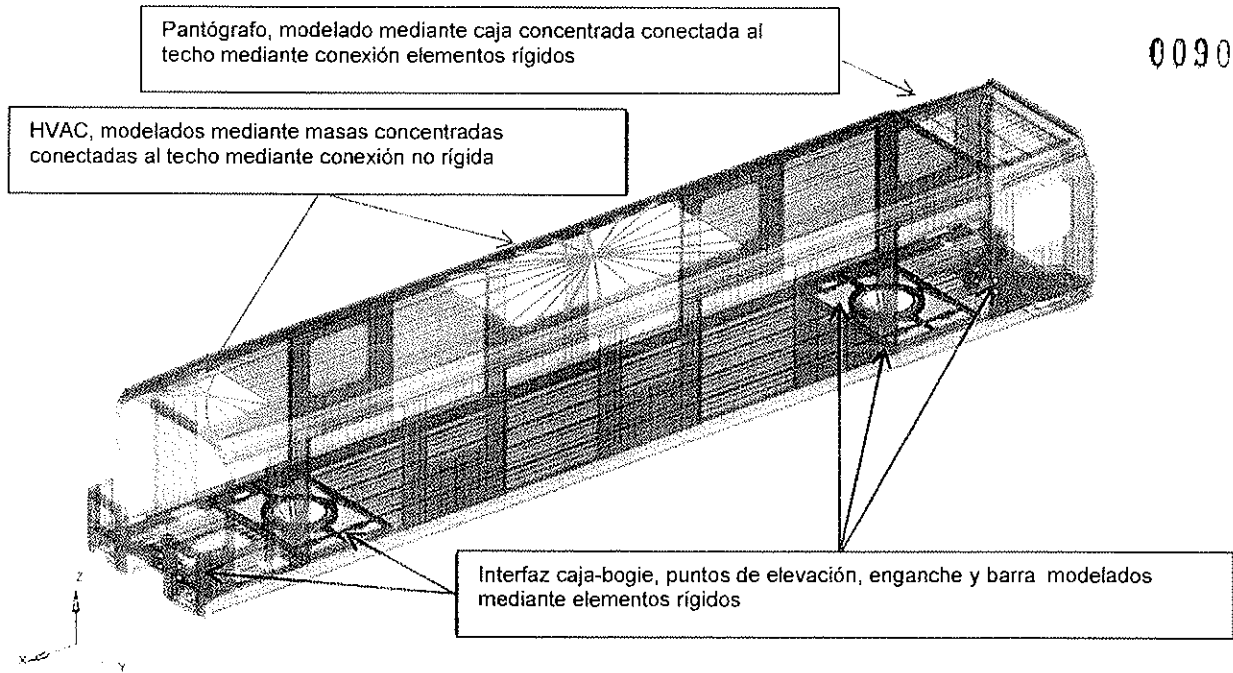
Los componentes accesorios, de los que no se solicita la modelación detallada (equipos sobre el techo, enganche, enganche y barra) han sido modelados mediante masas concentradas conectadas con el resto de la estructura en los puntos de fijación mediante elementos RBE3 (distribución de la carga) o RBE2 (rígidos) respectivamente si su rigidez es menor o superior a la de la caja.

CONSORCIO 9494
 NUEVO METRO DE LIMA
 REPRESENTANTE LEGAL





009087

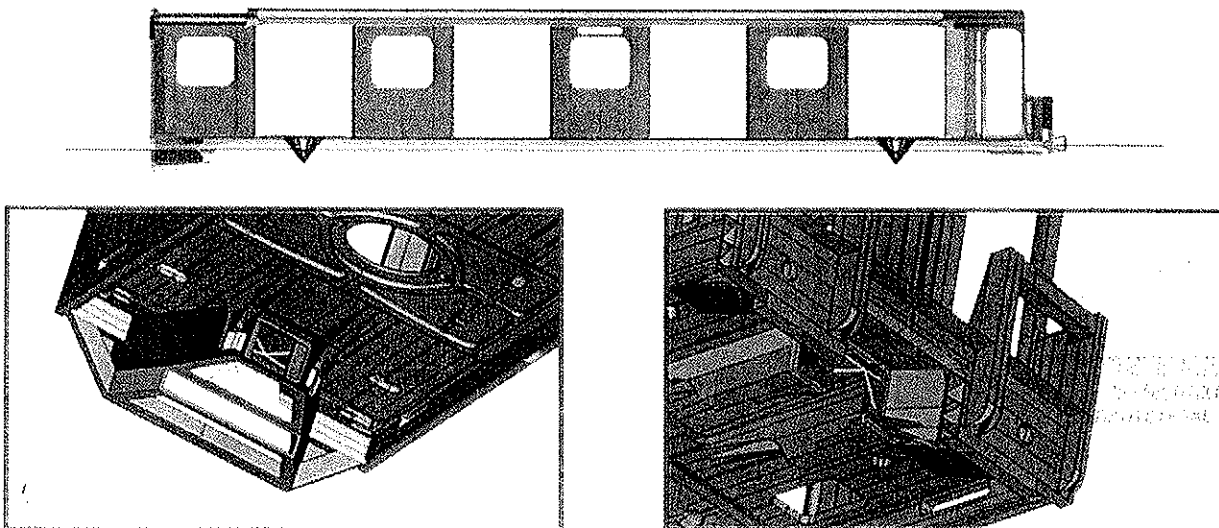


Compresión a nivel del enganche y plena carga AW3

CASO DE CARGA: CARGAS Y VINCULOS

La caja está sujeta a las siguientes cargas estáticas:

fuerza de compresión aplicada a nivel del enganche (con reacción a nivel de la barra): 1000 KN.





carga vertical, plena carga AW3: 33,3 toneladas

Condiciones vinculares: caja apoyada en la interfaz caja-bogie

009088

RESULTADOS, INTRODUCCIÓN Y SINTESIS

Los resultados del análisis estático se presentan a continuación en forma de:

- Reacciones vinculares
- Desplazamientos, deformación
- Tensiones de Von Mises

En la siguiente tabla se sintetizan los resultados principales del análisis en términos de valor pico de los esfuerzos:

Material	Material base			Material soldado		
	σ_c [MPa]	σ_{adm} [MPa]	S_I	σ_c [MPa]	σ_{adm} [MPa]	S_I
EN AW 6082 T6	200	250	1.25	122	162	1.33
EN AW 6005 T6	177	200	1.13	127	130	1.02
EN AW 5083	106	250	2.36	106	162	1.53

RESULTADOS, REACCIONES VINCULARES

Se indican en forma de tabla los valores de las reacciones vinculares:

Vínculo	X resultante [KN]	Y resultante [KN]	Z resultante [KN]
soporte delantero	*	-	154,6
soporte trasero	*	-	172,6

* resultante longitudinal de las fuerzas aplicadas nula

RESULTADOS, DEFORMACIONES

Los desplazamientos nodales de la configuración indeformable están visualizados en escala 30:1. Vista lateral + configuración indeformable (de color gris claro).

La unidad de medición utilizada en la leyenda es [mm]. La leyenda se refiere al valor absoluto del desplazamiento nodal $\Delta = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}$.

CONSORCIO [9496]
NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA

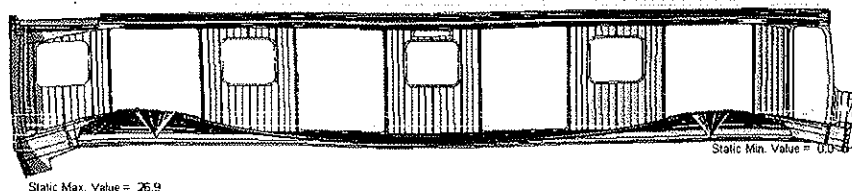


Contour Plot
Displacement(Mag)
Analysis system

2.638E+01
2.390E+01
2.091E+01
1.793E+01
1.494E+01
1.195E+01
8.963E+00
5.976E+00
2.988E+00
1.432E-14

SUBCASE 902 = 1000kN Compresione accoppiatore +AW3

009089



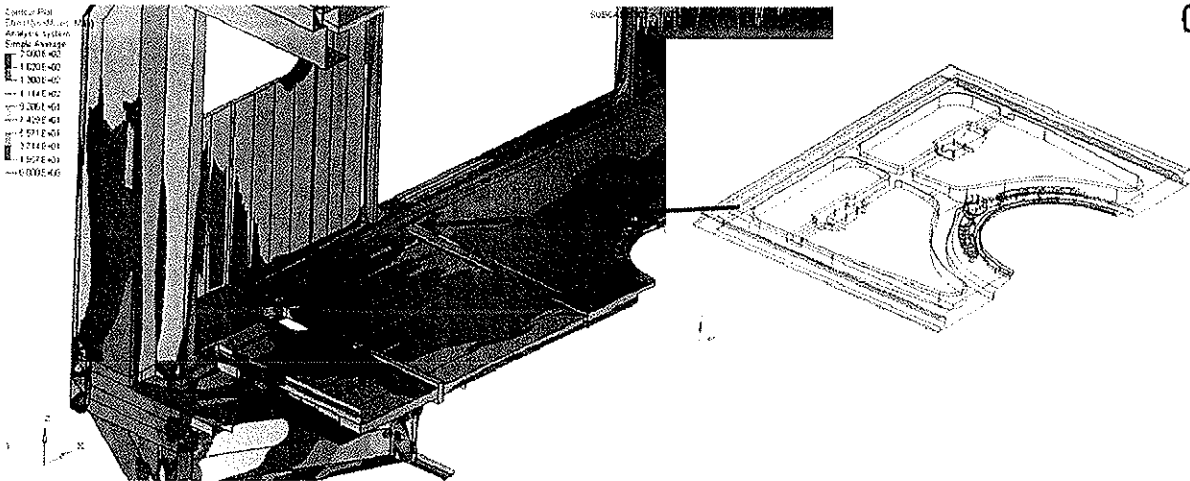
RESULTADOS, TENSIONES DE VON MISES

El caso de carga es simétrico según Y, se visualiza solamente la mitad de la caja.

El mapa de la tensión de Von Mises se muestra en las siguientes figuras.

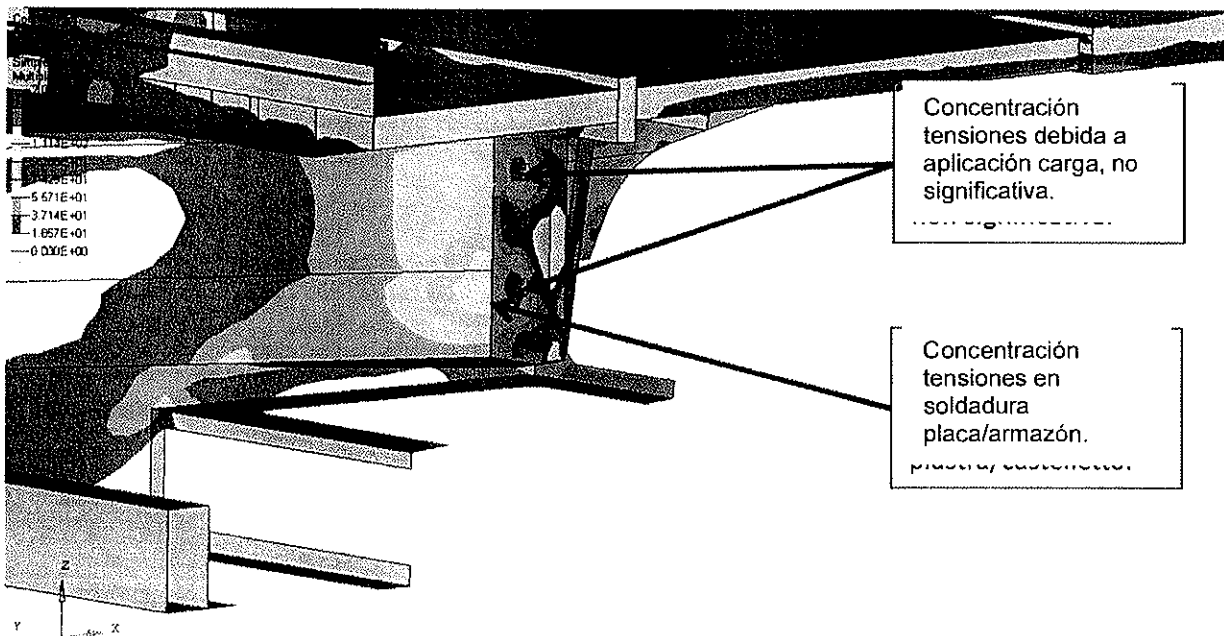
CONSORCIO 9497
NUEVO METRO DE LIMA
REVISADO POR: [Signature]

009091



Distribución de la tensión de Von Mises [MPa], ángulo viga portante.

El valor máximo, 200 MPa, está referido a un punto de concentración de las tensiones localizado sobre la viga portante, material base EN AW 6082 T6. En la zona de la soldadura adyacente entre viga portante y larguero, el valor observado es 122 MPa, inferior al admisible.

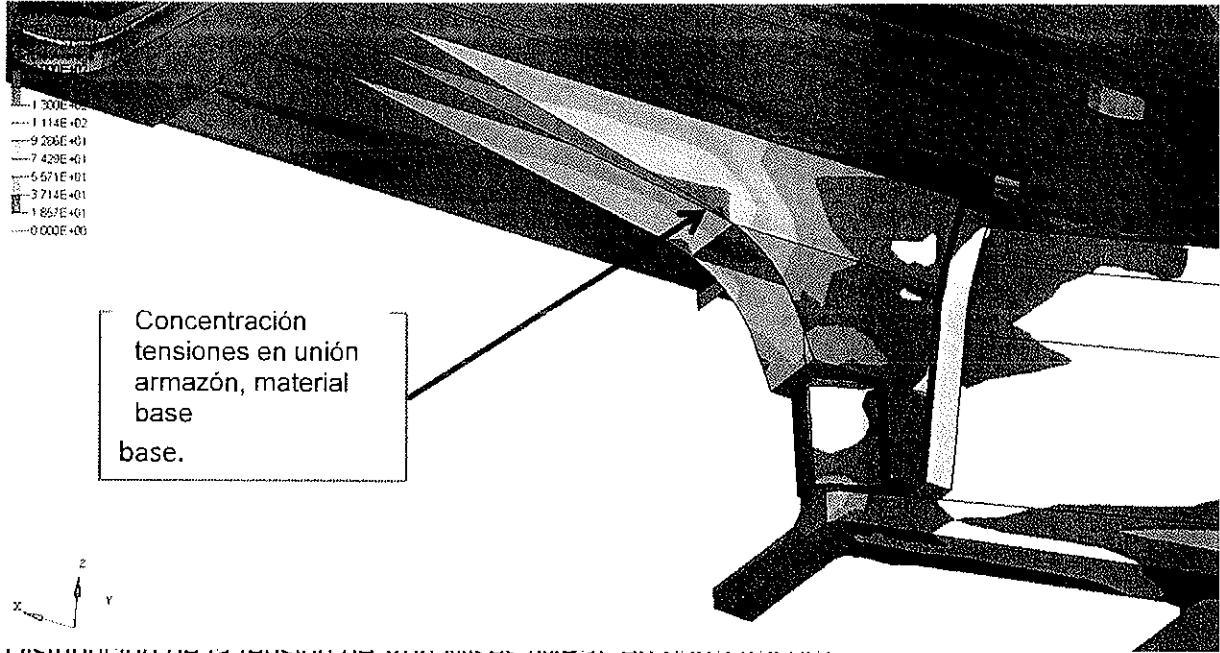


Distribución de la tensión de Von Mises [MPa], en barra trasera.

El valor de la tensión observada en la soldadura placa/armazón, 127 MPa, es inferior al valor admisible para EN AW 6005 T6.

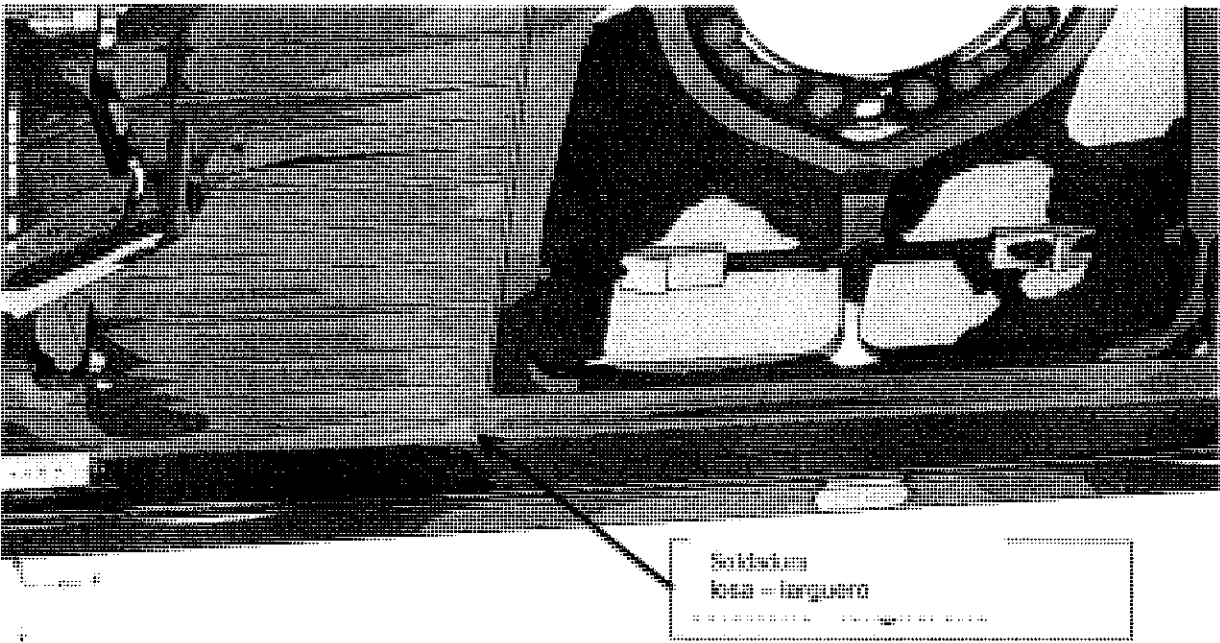
CONSORCIO 19498
NUEVO METRO DE LIMA
BARRIO CENTRAL LIMA

009092



Distribución de la tensión de von Mises [MPa], en barra trasera.

El valor de la tensión observado en la unión armazón, 177 MPa, es inferior al valor admisible para el material base EN AW 6005 T6.

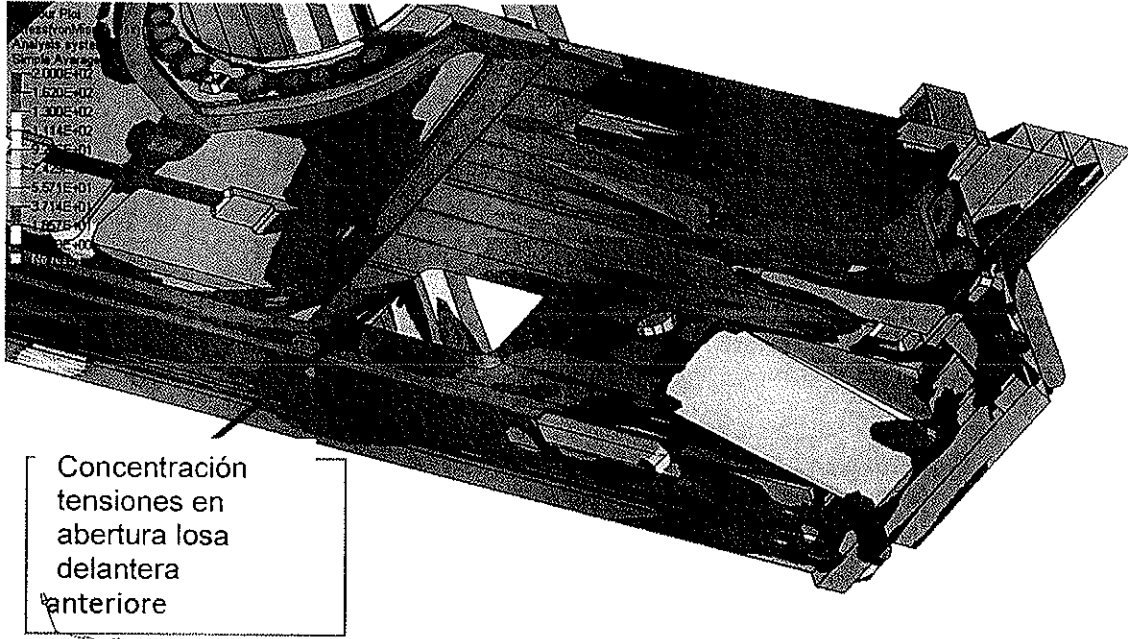


Distribución de la tensión de Von Mises [MPa], soldadura entre losa trasera y larguero.

El valor de la tensión observada, 118 MPa, es inferior al valor admisible para la soldadura, material EN AW 6005 T6.

Handwritten signature and stamp area.

009093



Y
Distribución de la tensión de von Mises [MPa], en la losa delantera.

El valor de la tensión observado en el zunchado, 106 MPa, es inferior al valor admisible para material soldado, EN AW 5083.

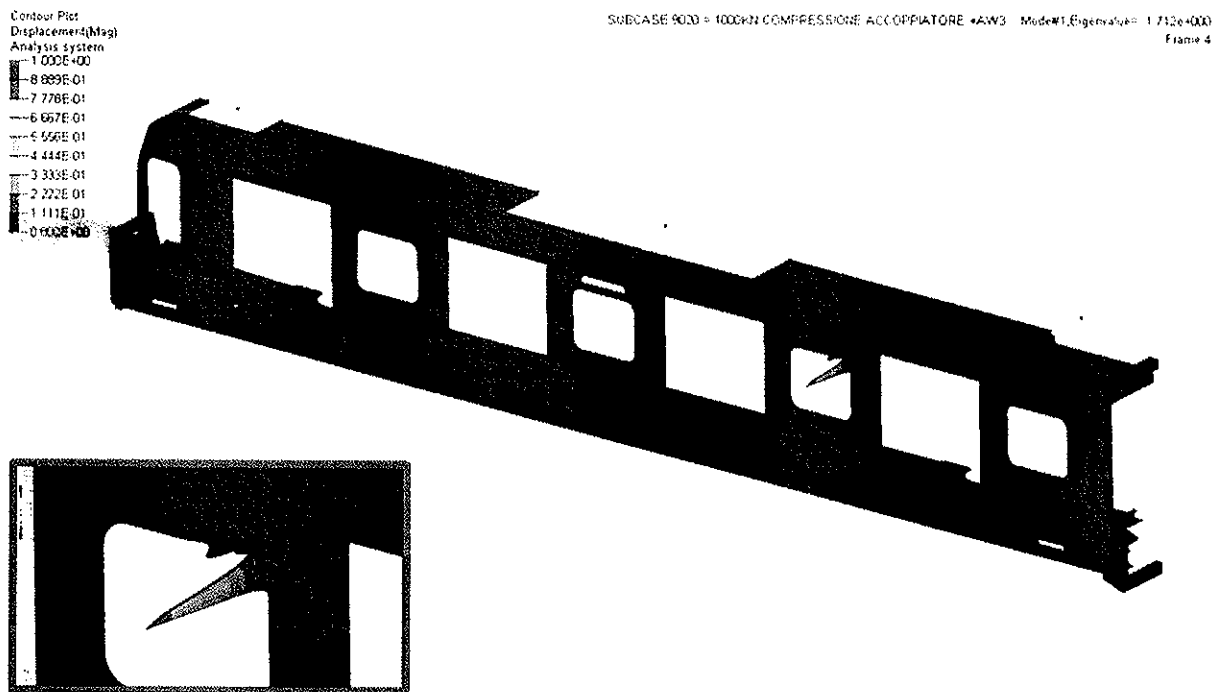
CONSORCIO 195001
AL SEÑOR GOBIERNO REGIONAL
DE PIURA

RESULTADOS, PANDEO ELÁSTICO LINEAL

009094

El primer modo de pandeo (relación entre la primera carga crítica y la carga corriente) es equivalente a 1.71.


El primer modo de pandeo es de tipo local, la forma se muestra en la siguiente figura.



La condición de pandeo elástico lineal, factor de seguridad >1 para pandeo local y >1.5 para pandeo global, se cumple para el caso de carga corriente.

La caja es conforme a las especificaciones de pandeo para el corriente caso de carga.

CONSORCIO 9501
NUEVO METRO DE LIMA
RESUMEN DE RESULTADOS





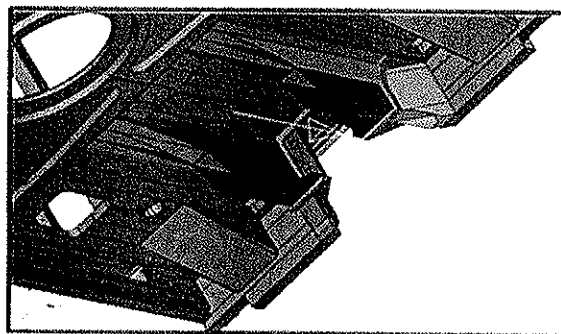
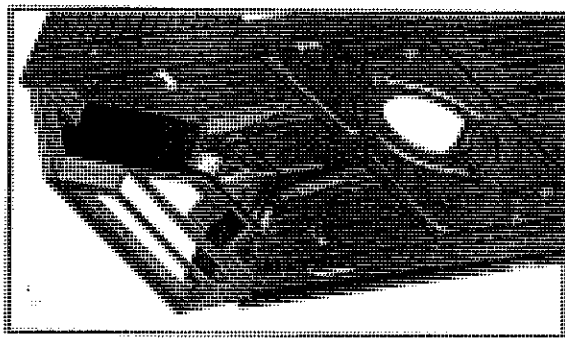
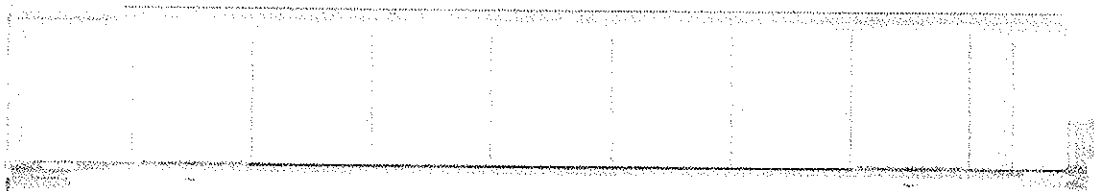
Tracción a nivel del enganche y plena carga AW3

009095

CASO DE CARGA: CARGAS Y VÍNCULOS

La caja está sujeta a las siguientes cargas estáticas:

fuerza de tracción aplicada a nivel del enganche (con reacción a nivel de la barra): 600 KN.



carga vertical, plena carga AW3 según cap. 0: 33,3 toneladas

Condiciones vinculares: caja apoyada en la interfaz caja-bogie

RESULTADOS, INTRODUCCIÓN Y SÍNTESIS

Los resultados del análisis estático se presentan a continuación en forma de:

- Reacciones vinculares
- Desplazamientos, deformación
- Tensiones de Von Mises

En la siguiente tabla se sintetizan los resultados principales del análisis en términos de valor de pico de los esfuerzos:

CONSORCIO [9502]
NUEVO METRO DE LIMA



009096

Material	Material base			Material soldado		
	σ_c [MPa]	σ_{adm} [MPa]	S_l	σ_c [MPa]	σ_{adm} [MPa]	S_l
EN AW 6082 T6	76	250	3.29	76	162	2.13
EN AW 6005 T6	129	200	1.55	76	130	1.71
EN AW 5083	56	250	4.46	56	162	2.89

RESULTADOS, REACCIONES VINCULARES

Se indican en forma de tabla los valores de las reacciones vinculares:

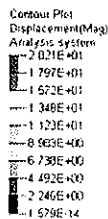
Vínculo	X resultante [KN]	Y resultante [KN]	Z resultante [KN]
soporte delantero	*	-	170,4
soporte trasero	*	-	156,8

* resultante longitudinal de las fuerzas aplicadas nula

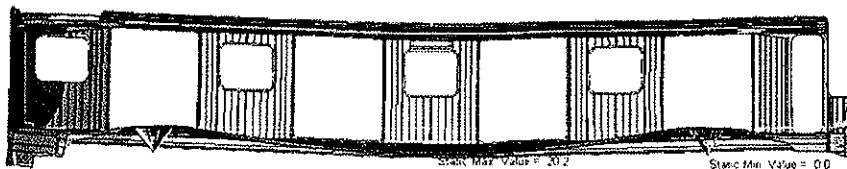
RESULTADOS, DEFORMACIONES

Los desplazamientos nodales de la configuración indeformable están visualizados en escala 30:1. Vista lateral + configuración indeformable (de color gris claro).

La unidad de medición utilizada en la leyenda es [mm]. La leyenda se refiere al valor absoluto del desplazamiento nodal $\Delta = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}$.



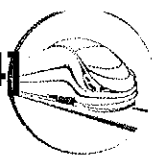
SUBCASE 905 = 600kN Tracción accoppiatore +AW3



RESULTADOS, TENSIONES DE VON MISES

El caso de carga es simétrico según Y, se visualiza solamente la mitad de la caja. El mapa de la tensión de Von Mises se muestra en las siguientes figuras.

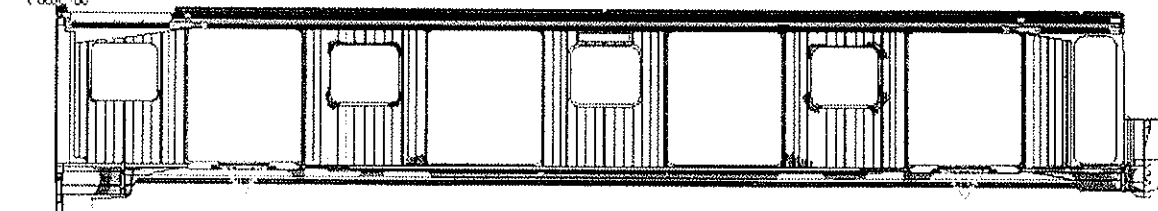
CONSORCIO 9503
NUEVO METRO DE LIMA
REVISADO POR: [Signature]



009097

SUBCASE 909 = 600kN Tracción acoplamiento -AW3

Contour Plot
Eltres (vonMises, Max)
Analysis system:
Simple Average
1.000E+02
1.629E+02
3.300E+02
1.114E+03
5.222E+03
7.429E+03
4.571E+04
1.714E+05
1.857E+06
1.000E+09



Z
Y
X



Y
X

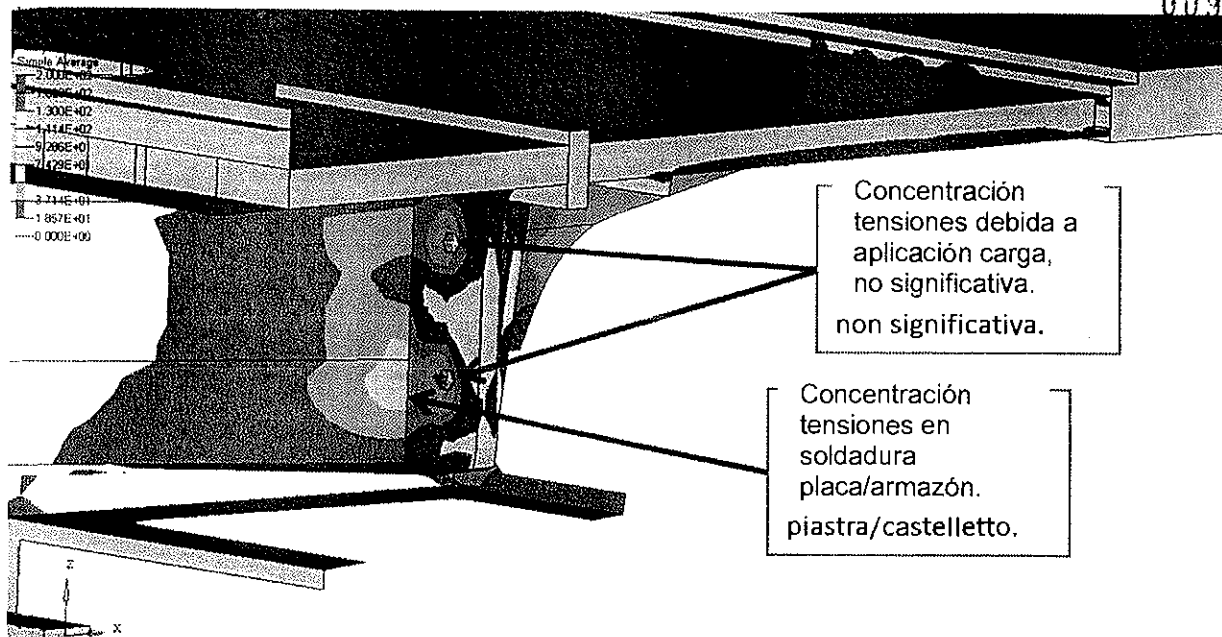
DISTRIBUCION DE LA TENSION DE VON MISES [MPa], vista lateral y vista por debajo.

COMITÉ TECNICO DE EVALUACION
ALTERNATIVA 19504 - SUBCASA
909 - 600kN TRACCION ACOPLO
MANTENIMIENTO



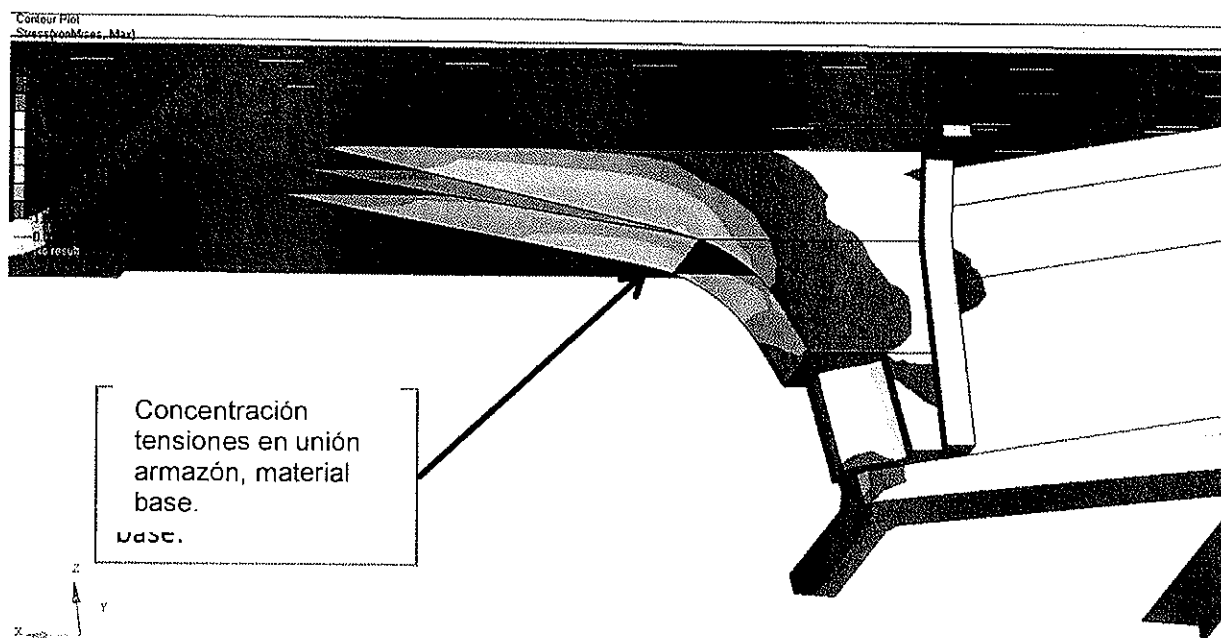


009098



Distribución de la tensión de von mises [MPa], en la barra trasera.

El valor de la tensión observada en la soldadura placa/armazón, 76 MPa, es inferior al valor admisible para EN AW 6005 T6.



Distribución de la tensión de Von Mises [MPa], en barra trasera.

El valor de la tensión observado en la unión armazón, 129 MPa, es inferior al valor admisible para el material base EN AW 6005 T6.

CONSORCIO 9505
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
S.A. - C.P. 10010 - LIMA

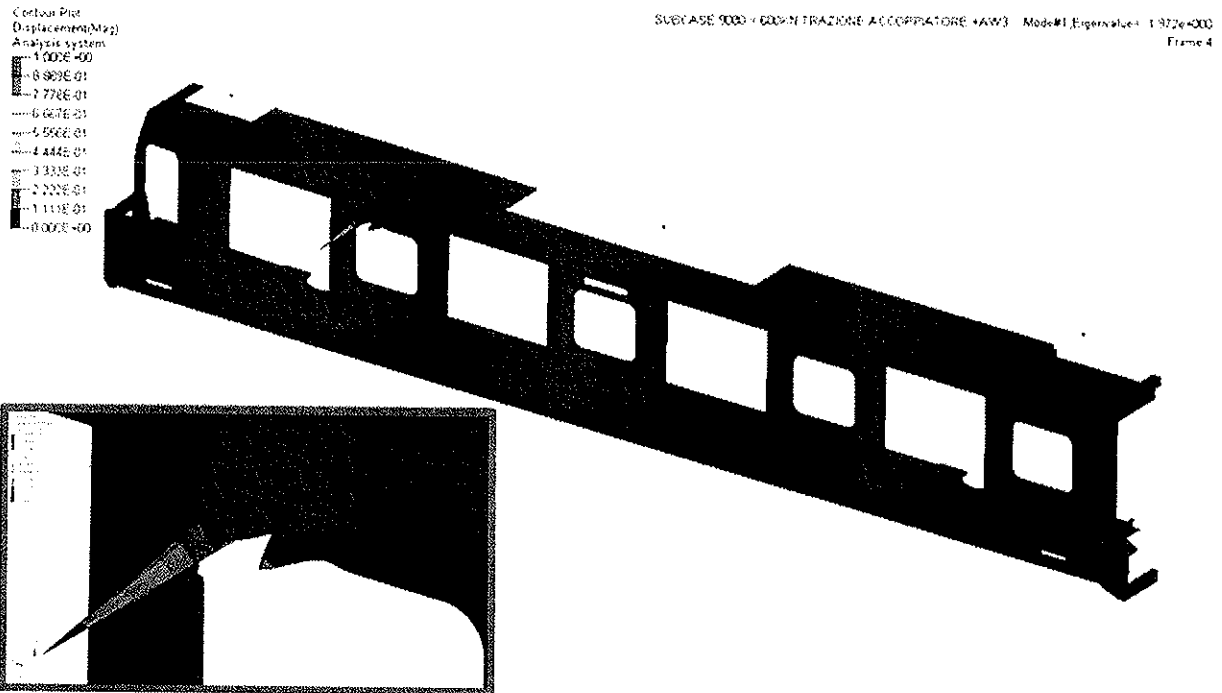


RESULTADOS, PANDEO ELÁSTICO LINEAL

009199

El primer modo de pandeo (relación entre la primera carga crítica y la carga corriente) es equivalente a 1.97.

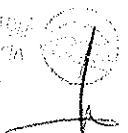
El primer modo de pandeo es de tipo local, la forma se muestra en la siguiente figura.



La condición de pandeo elástico lineal, factor de seguridad >1 para pandeo local y >1.5 para pandeo global, se cumple para el caso de carga corriente.

La caja es conforme a las especificaciones de pandeo para el corriente caso de carga.

CONSORCIO [9506]
ANEXO AL T.P.C. N.º 10
REDUCCIÓN DE COSTOS



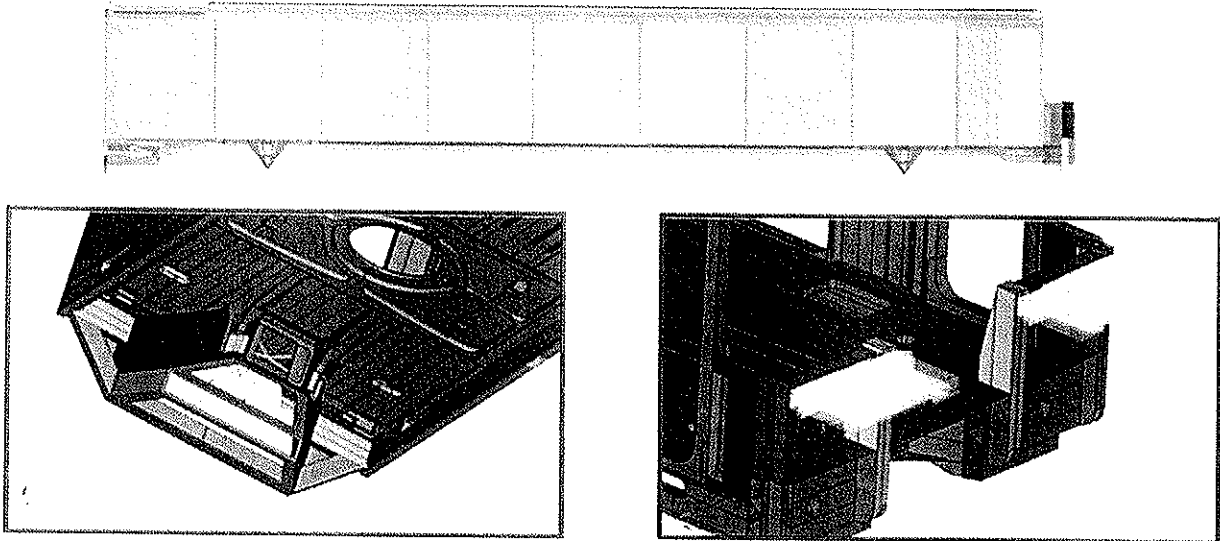
Compresión a nivel de la viga de cinturón

009100

CASO DE CARGA: CARGAS Y VÍNCULOS

La caja está sujeta a las siguientes cargas estáticas:

fuerza de compresión aplicada a nivel del absorbedor (con reacción a nivel de la barra): 150 KN aplicados uniformemente sobre cada viga de cinturón.



Condiciones vinculares: caja apoyada en la interfaz caja-bogie

RESULTADOS, INTRODUCCIÓN Y SÍNTESIS

Los resultados del análisis estático se presentan a continuación en forma de:

- Reacciones vinculares
- Desplazamientos, deformación
- Tensiones de Von Mises

En la siguiente tabla se sintetizan los resultados principales del análisis en términos de valor de pico de los esfuerzos:

Material	Material base			Material soldado		
	σ_c [MPa]	σ_{adm} [MPa]	S_1	σ_c [MPa]	σ_{adm} [MPa]	S_1
EN AW 6082 T6	151	250	1.66	94	162	1.72
EN AW 6005 T6	181	200	1.10	125	130	1.04
EN AW 5083	70	250	3.57	70	162	2.31

RESULTADOS, REACCIONES VINCULARES

Se indican en forma de tabla los valores de las reacciones vinculares:



009101

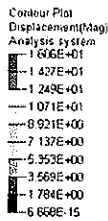
Vínculo	X resultante [KN]	Y resultante [KN]	Z resultante [KN]
soporte delantero	*	-	72,0
soporte trasero	*	-	123,2

* resultante longitudinal de las fuerzas aplicadas nula

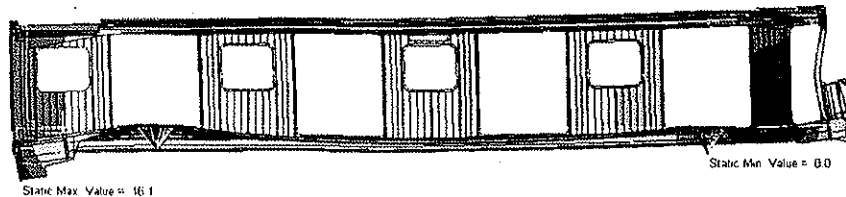
RESULTADOS, DEFORMACIONES

Los desplazamientos nodales de la configuración indeformable están visualizados en escala 30:1. Vista lateral + configuración indeformable (de color gris claro).

La unidad de medición utilizada en la leyenda es [mm]. La leyenda se refiere al valor absoluto del desplazamiento nodal $\Delta = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}$.



SUBCASE 910 = 300kN Compresión cultura +AV0



RESULTADOS, TENSIONES DE VON MISES

El caso de carga es simétrico según Y, se visualiza solamente la mitad de la caja.

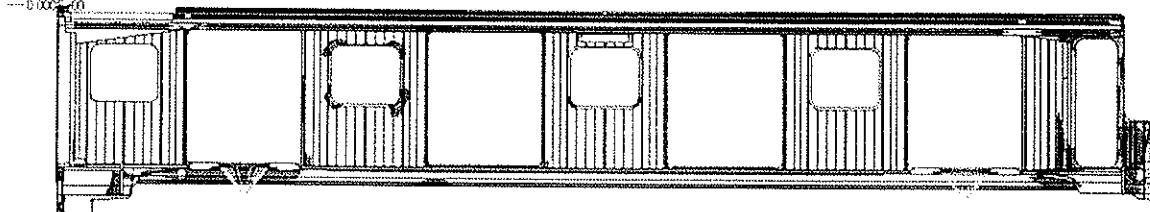
El mapa de la tensión de Von Mises se muestra en las siguientes figuras.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
REPRESENTANTE LEGAL

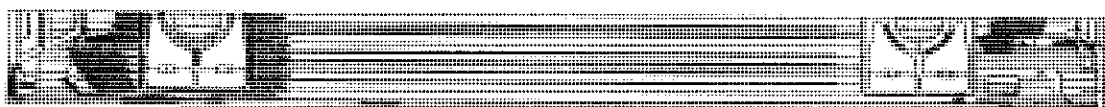
009102

SUBCASE 910 - 3000N Compresión cintura +AWD

Concutor Plot
Stress (conMises, MPa)
Analysis system
Simple Average
-2.000E+02
-1.600E+02
-1.300E+02
-1.114E+02
-9.266E+01
-7.429E+01
-5.571E+01
-3.714E+01
-1.857E+01
0.000E+00



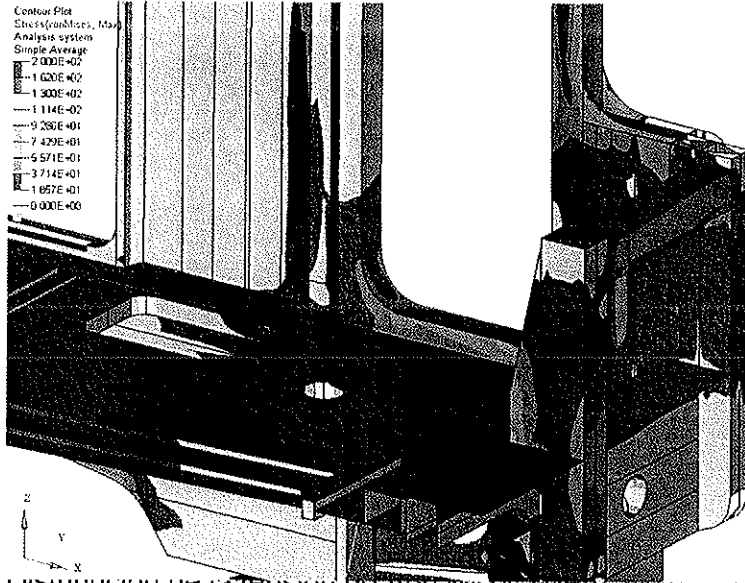
Z
Y



X

Distribución de la tensión de von Mises [MPa], vista lateral y vista por debajo.

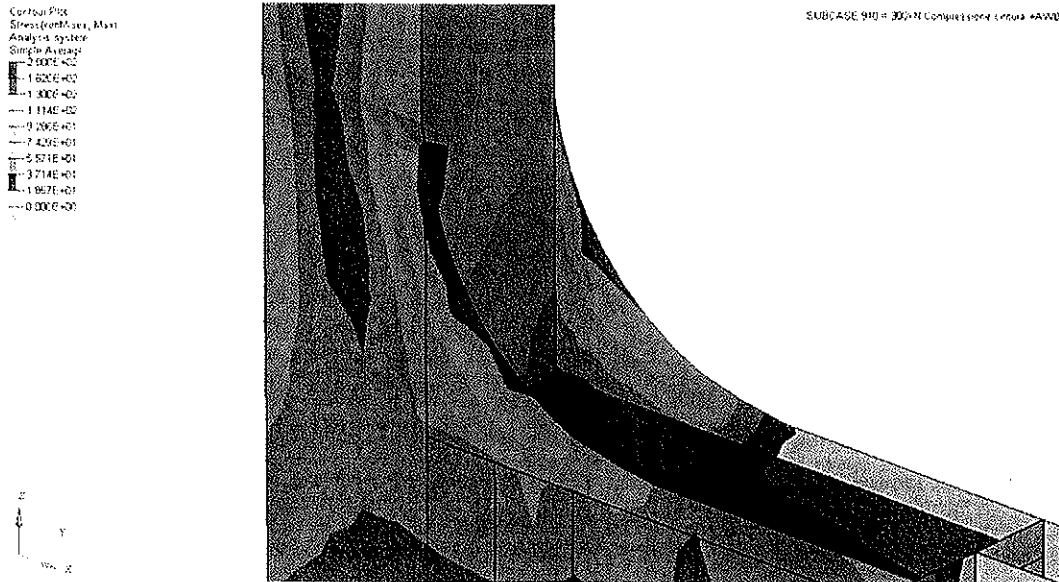
CONSORCIO 9509
NUEVO METRO DE LIMA



009103

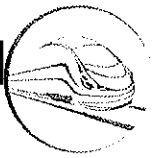
Distribución de la tensión de Von Mises [MPa], vista delantera.

Los valores observados en la viga de cinturón, 124 MPa en material base, son inferiores al valor admisible, material EN AW 6005 T6.

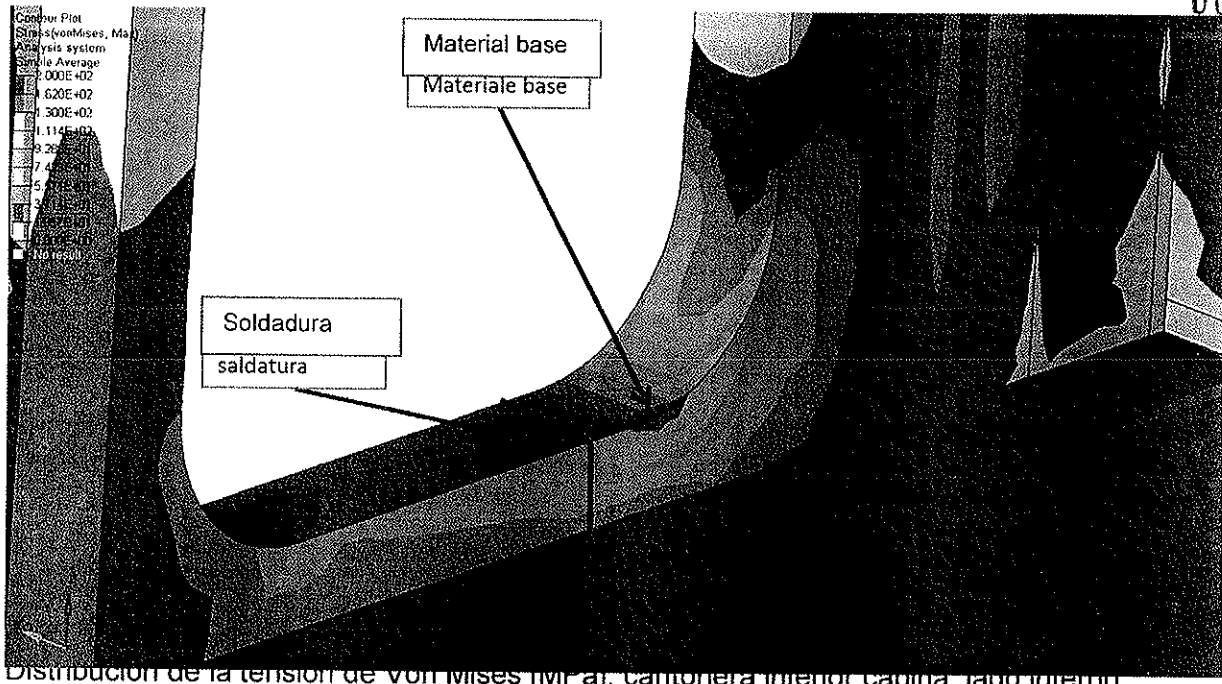


Distribución de la tensión de Von Mises [MPa], unión montante cabina.

El valor máximo, 181 MPa en material base, es inferior al valor admisible, EN AW 6005 T6.

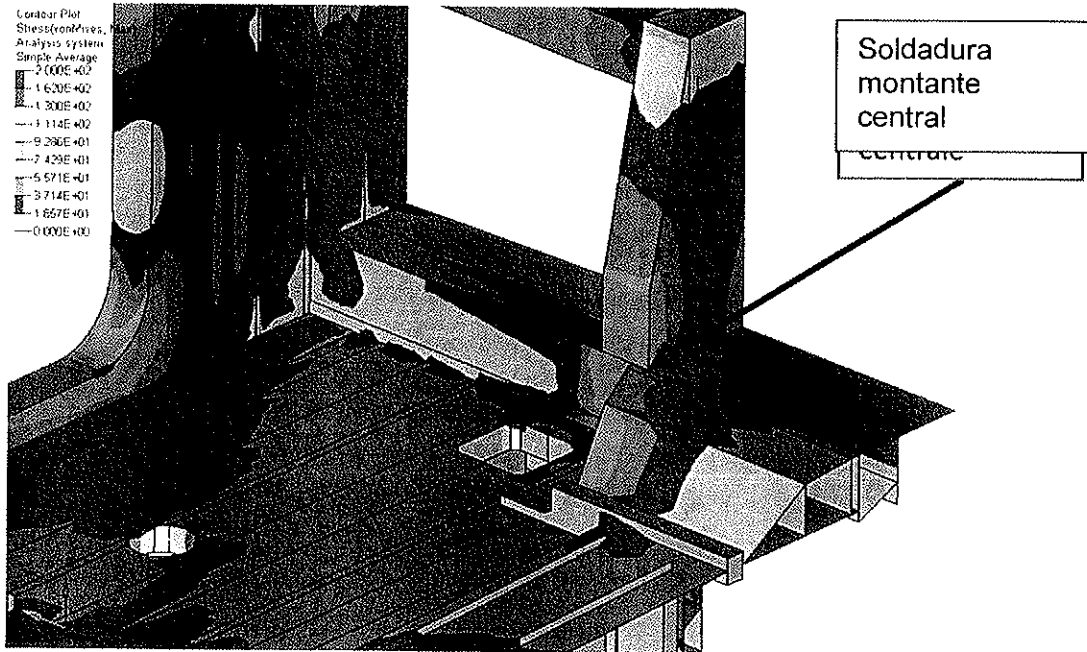


009104



Distribución de la tensión de von Mises [MPa], cantonera interior cabina, lado interno.

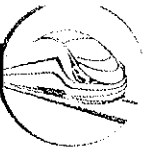
El valor de la tensión observada, 151 MPa en material base, y 94 MPa en material soldado, son inferiores al valor admisible, material EN AW 6082 T6.



Distribución de la tensión de Von Mises [MPa], base montante delantero.

El valor de la tensión observada en la soldadura en la base del montante, 125 MPa, es inferior al valor admisible para material soldado EN AW 6005 T6.

INGENIERO CIVIL
 R.O. Nº 125070, 125071, 125072, 125073, 125074
 R.C. Nº 125070, 125071, 125072, 125073, 125074

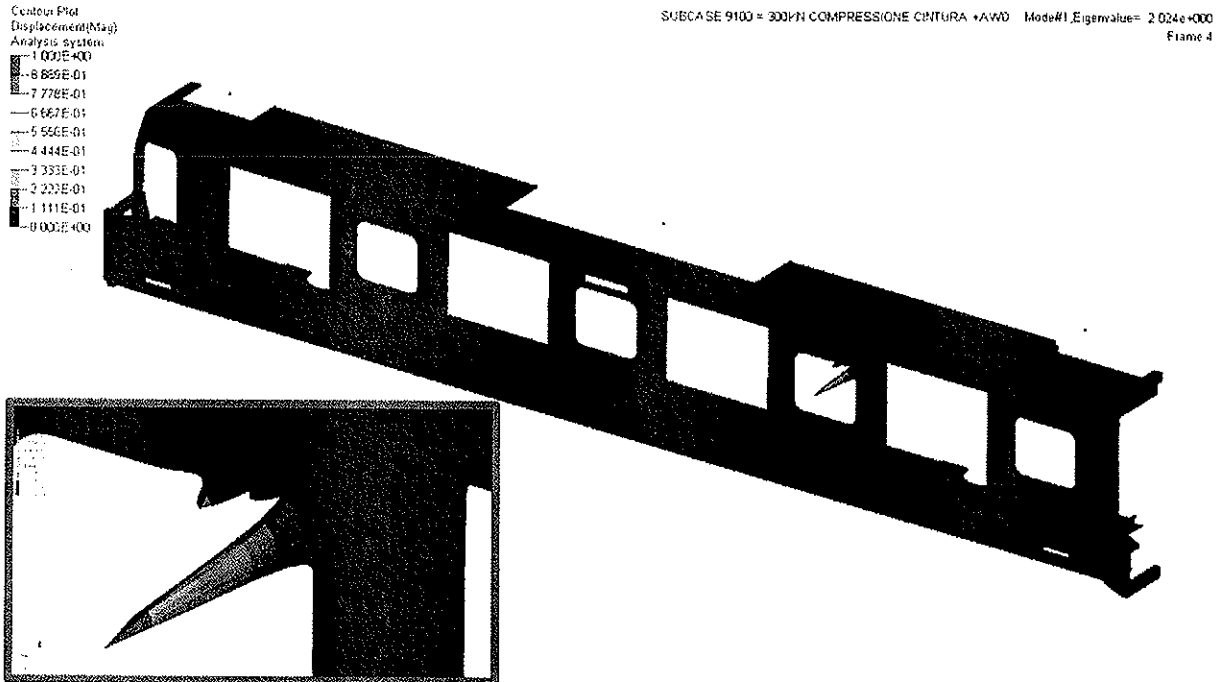


RESULTADOS, PANDEO ELÁSTICO LINEAL

009105

El primer modo de pandeo (relación entre la primera carga crítica y la carga corriente) es equivalente a 2.0.

El primer modo de pandeo es de tipo local, la forma se muestra en la siguiente figura.



La condición de pandeo elástico lineal, factor de seguridad >1 para pandeo local y >1.5 para pandeo global, se cumple para el caso de carga corriente.

La caja es conforme a las especificaciones de pandeo para el corriente caso de carga.

INGENIERIA DE ESTRUCTURAS
 ALI-CORONA S.A.
 REPRESENTANTE LEGAL

**Carga vertical exceptional**

009106

CASO DE CARGA: CARGAS Y VÍNCULOS

La caja está sujeta a las siguientes cargas estáticas:

carga vertical, plena carga AW3 según cap. 0, incrementada de un factor 1,3: 43,3 toneladas

Condiciones vinculares: caja apoyada en la interfaz caja-bogie

RESULTADOS, INTRODUCCIÓN Y SÍNTESIS

Los resultados del análisis estático se presentan a continuación en forma de:

- Reacciones vinculares
- Desplazamientos, deformación
- Tensiones de Von Mises

En la siguiente tabla se sintetizan los resultados principales del análisis en términos de valores de pico de los esfuerzos:

Material	Material base			Material soldado		
	σ_c [MPa]	σ_{adm} [MPa]	S_I	σ_c [MPa]	σ_{adm} [MPa]	S_I
EN AW 6082 T6	117	250	2.14	88	162	1.84
EN AW 6005 T6	91	200	2.20	88	130	1.48
EN AW 5083	72	250	3.47	72	162	2.25

RESULTADOS, REACCIONES VINCULARES

Se indican en forma de tabla los valores de las reacciones vinculares:

Vínculo	X resultante [KN]	Y resultante [KN]	Z resultante [KN]
soporte delantero	*	-	213,8
soporte trasero	*	-	211,4

RESULTADOS, DEFORMACIONES

Los desplazamientos nodales de la configuración indeformable están visualizados en escala 30:1. Vista lateral + configuración indeformable (de color gris claro).

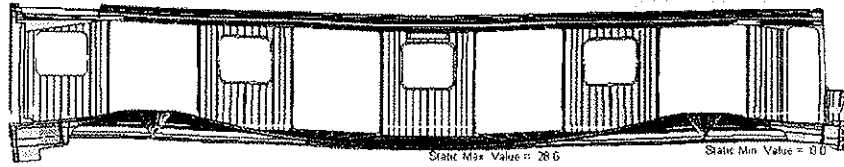
La unidad de medición utilizada en la leyenda es [mm]. La leyenda se refiere al valor absoluto del desplazamiento nodal $\Delta = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}$.

CONSORCIO [9513]
NUEVO METRO DE LIMA

009107

Contour Plot
Displacement (Mm)
Analysis system
2.658E+01
2.541E+01
2.223E+01
1.906E+01
1.688E+01
1.270E+01
9.626E+00
6.352E+00
3.176E+00
1.991E-14

SUBCASE 913 = Carga vertical máxima (1.3xAW3)



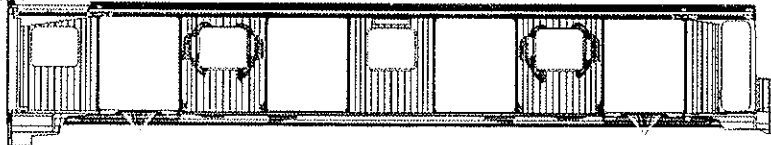
RESULTADOS, TENSIONES DE VON MISES

El caso de carga es simétrico según Y, se visualiza solamente la mitad de la caja.

El mapa de la tensión de Von Mises se muestra en las siguientes figuras.

Contour Plot
Stress (MPa), Max
Analysis system
Simple Average
2.000E+02
1.620E+02
1.300E+02
1.114E+02
9.285E+01
7.435E+01
5.678E+01
3.714E+01
1.867E+01
0.000E+00

SUBCASE 913 = Carga vertical máxima (1.3xAW3)



X




X

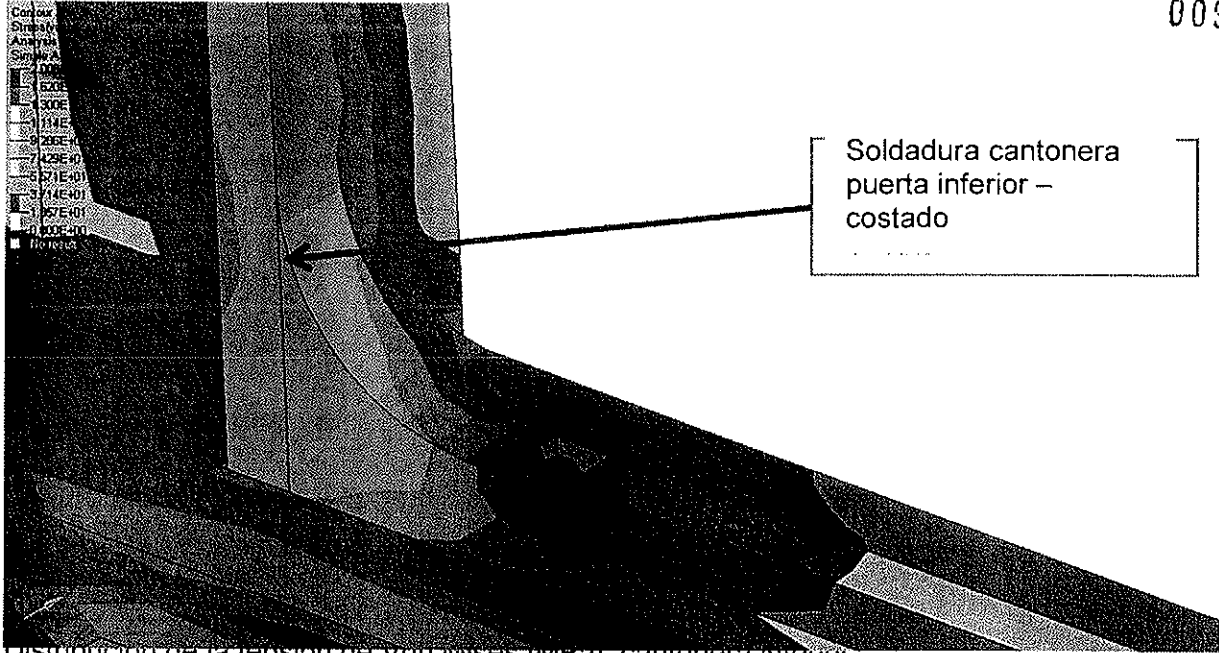
Y

Distribución de la tensión de Von Mises [MPa], vista lateral y vista por debajo.

CONSORCIO 9514
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE INVERSIÓN PRIVADA



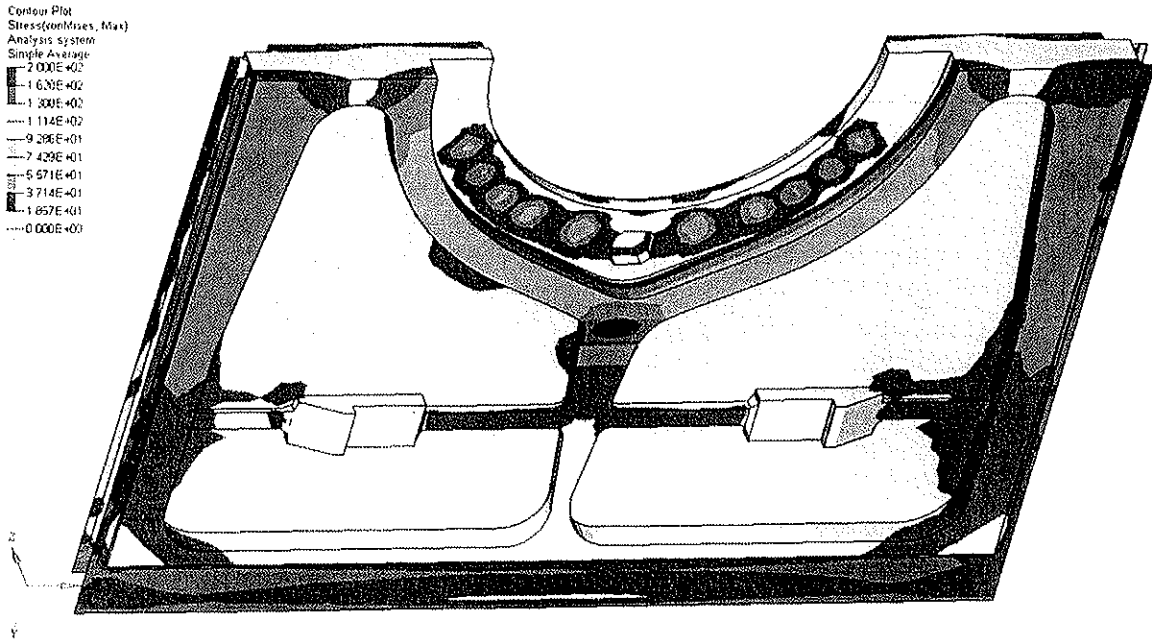
009108



Soldadura cantonera
 puerta inferior –
 costado

Distribución de la tensión de von mises [MPa], cantonera interior

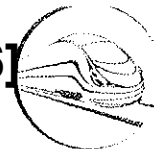
Los valores observados en las soldaduras entre cantonera y costados, 88 MPa, son inferiores al valor admisible.



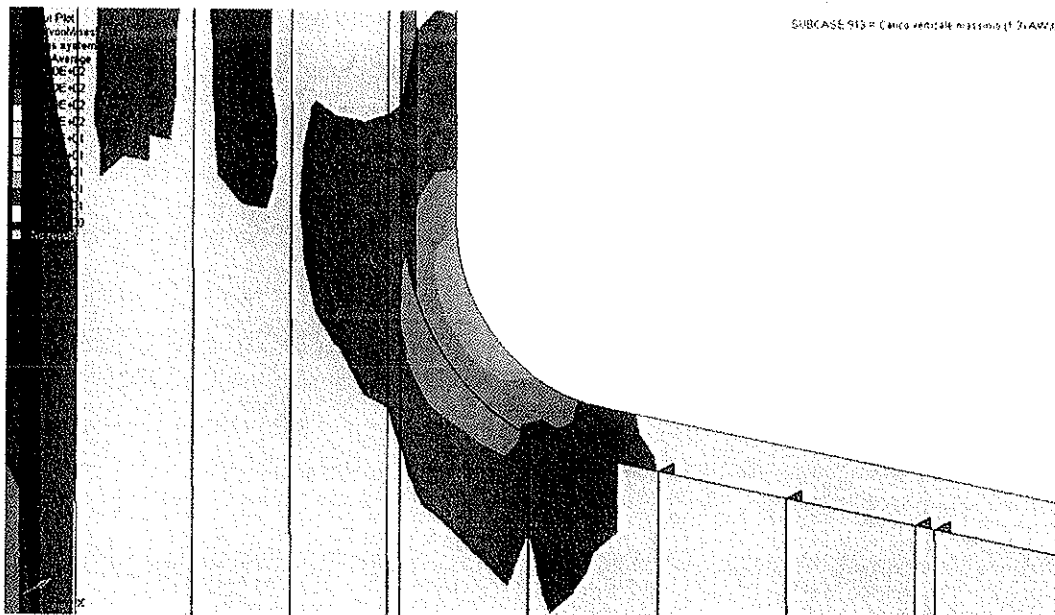
Distribución de la tensión de Von Mises [MPa], viga portante.

Los valores máximos observados, 117 MPa, son inferiores al valor admisible para material base, EN AW 6082 T6.

CONSORCIO [9515]
 NUEVO METRO DE LIMA
 INSP. CIVIL No. 12-044



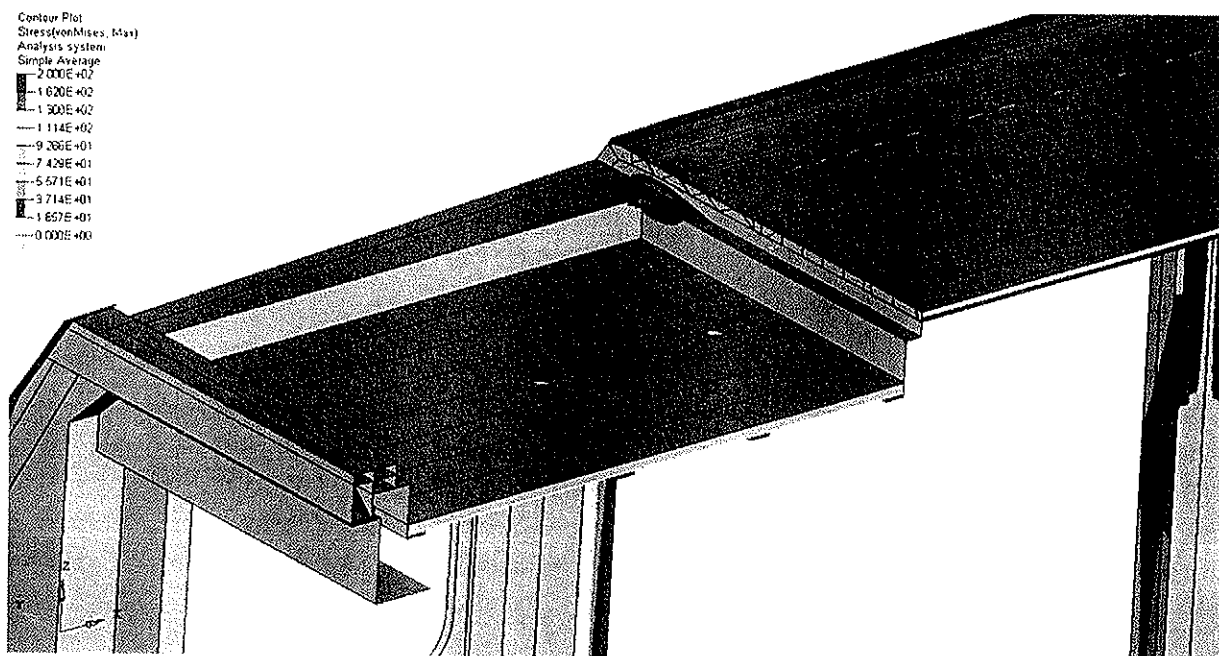
009109



SUBCASE 913 = Carga ventales máxima (1.7xAW2)

Distribución de la tensión de Von Mises [MPa], ventanas en los costados.

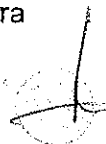
Los valores observados en las uniones ventana, 79MPa, son inferiores al valor admisible, material EN AW 6005 T6.



Distribución de la tensión de Von Mises [MPa], en la cubeta pantógrafo.

El valor de la tensión observada en el zunchado, 72 MPa, es inferior al valor admisible para material soldado, EN AW 5083.

CONSORCIO DEL METRO
NUEVO METRO DE LIMA
INGENIERIA DE LIMA

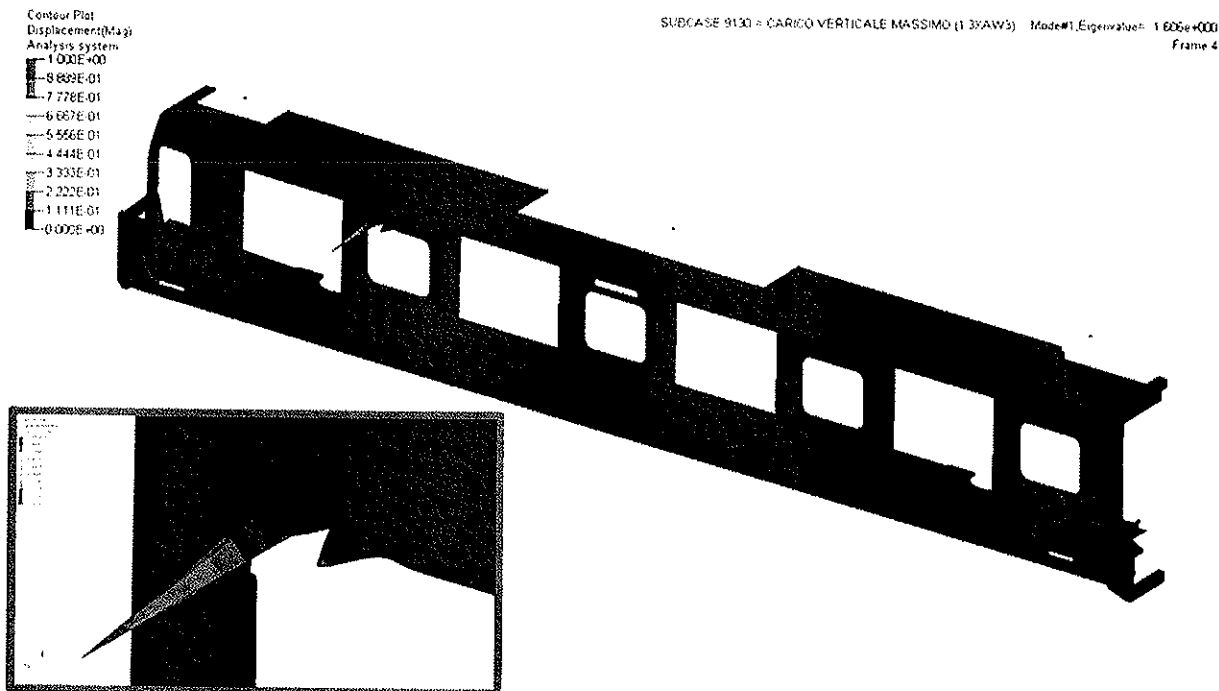


RESULTADOS, PANDEO ELÁSTICO LINEAL

009110

El primer modo de pandeo (relación entre la primera carga crítica y la carga corriente) es equivalente a 1.61.


El primer modo de pandeo es de tipo local, la forma está mostrada en la siguiente figura.



La condición de pandeo elástico lineal, factor de seguridad >1 para pandeo local y >1.5 para pandeo global, se cumple para el caso de carga corriente.

La caja es conforme a las especificaciones de pandeo para el corriente caso de carga.

CONSORCIO [9517]
ADMINISTRACIÓN DEL METRO DE LIMA
REGISTRANTE LEGAL

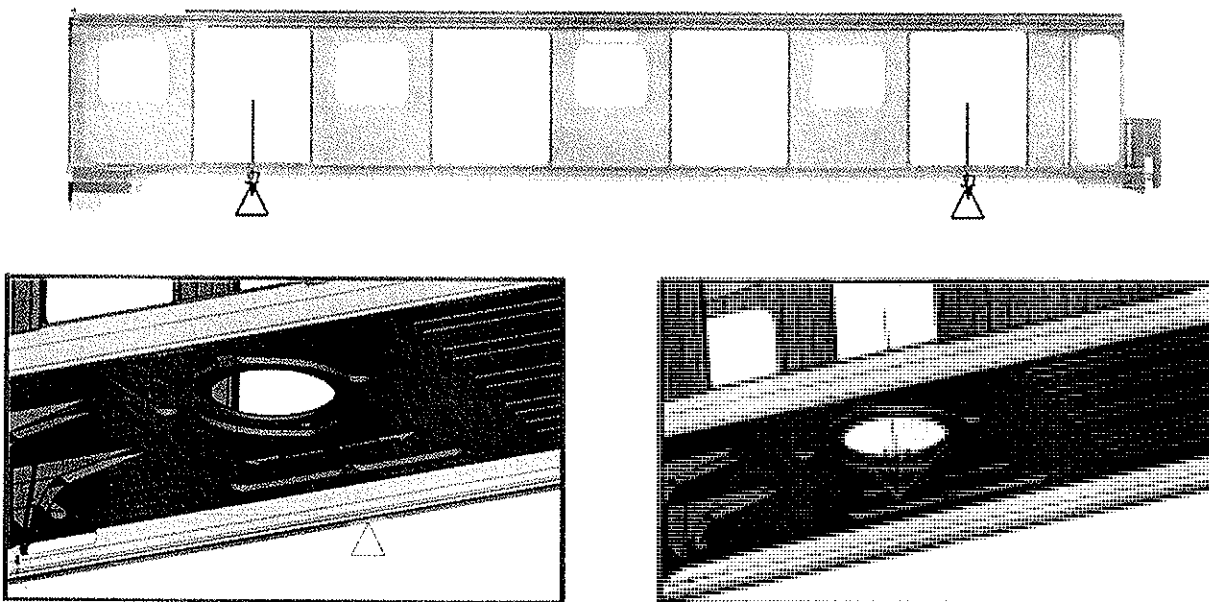


Elevación del vehículo por los puntos de elevación

CASO DE CARGA: CARGAS Y VÍNCULOS

La caja está sujeta a las siguientes cargas estáticas:

009111



Bogies motor colgados, masa 7,86 toneladas cada uno.

Carga vertical, tara AW0 según cap. 0 .

Ambas cargas son incrementadas con un coeficiente 1,1.

Condiciones vinculares: caja apoyada en las cuatro placas de elevación

RESULTADOS, INTRODUCCIÓN Y SÍNTESIS

Los resultados del análisis estático se presentan a continuación en forma de:

- Reacciones vinculares
- Desplazamientos, deformación
- Tensiones de Von Mises

En la siguiente tabla se sintetizan los resultados principales del análisis en términos de valores de pico de los esfuerzos:

INGENIERO CIVIL
ALYSSA MORALES
BOYD GONZALEZ

009112

Material	Material base			Material soldado		
	σ_c [MPa]	σ_{adm} [MPa]	S_1	σ_c [MPa]	σ_{adm} [MPa]	S_1
EN AW 6082 T6	73	250	3.42	73	162	2.22
EN AW 6005 T6	125	200	1.60	95	130	1.37
EN AW 5083	42	250	5.95	42	162	3.86

RESULTADOS, REACCIONES VINCULARES

Se indican en forma de tabla los valores de las reacciones vinculares:

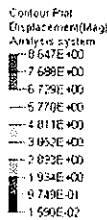
Vínculo	X resultante [KN]	Y resultante [KN]	Z resultante [KN]
placas delanteras *	*	-	96,3
placas traseras*	*	-	95,9

* valor en cada una de las dos placas de elevación

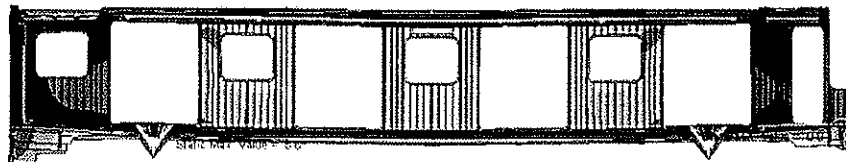
RESULTADOS, DEFORMACIONES

Los desplazamientos nodales de la configuración indeformable están visualizados en escala 30:1. Vista lateral + configuración indeformable (en color gris claro).

La unidad de medición utilizada en la leyenda es [mm]. La leyenda se refiere al valor absoluto del desplazamiento nodal $\Delta = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}$.



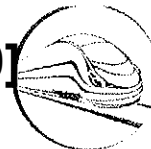
SUBCASE 916 = Sollevamiento de 4 puntos



INGENIERIA CIVIL
 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 PUNO

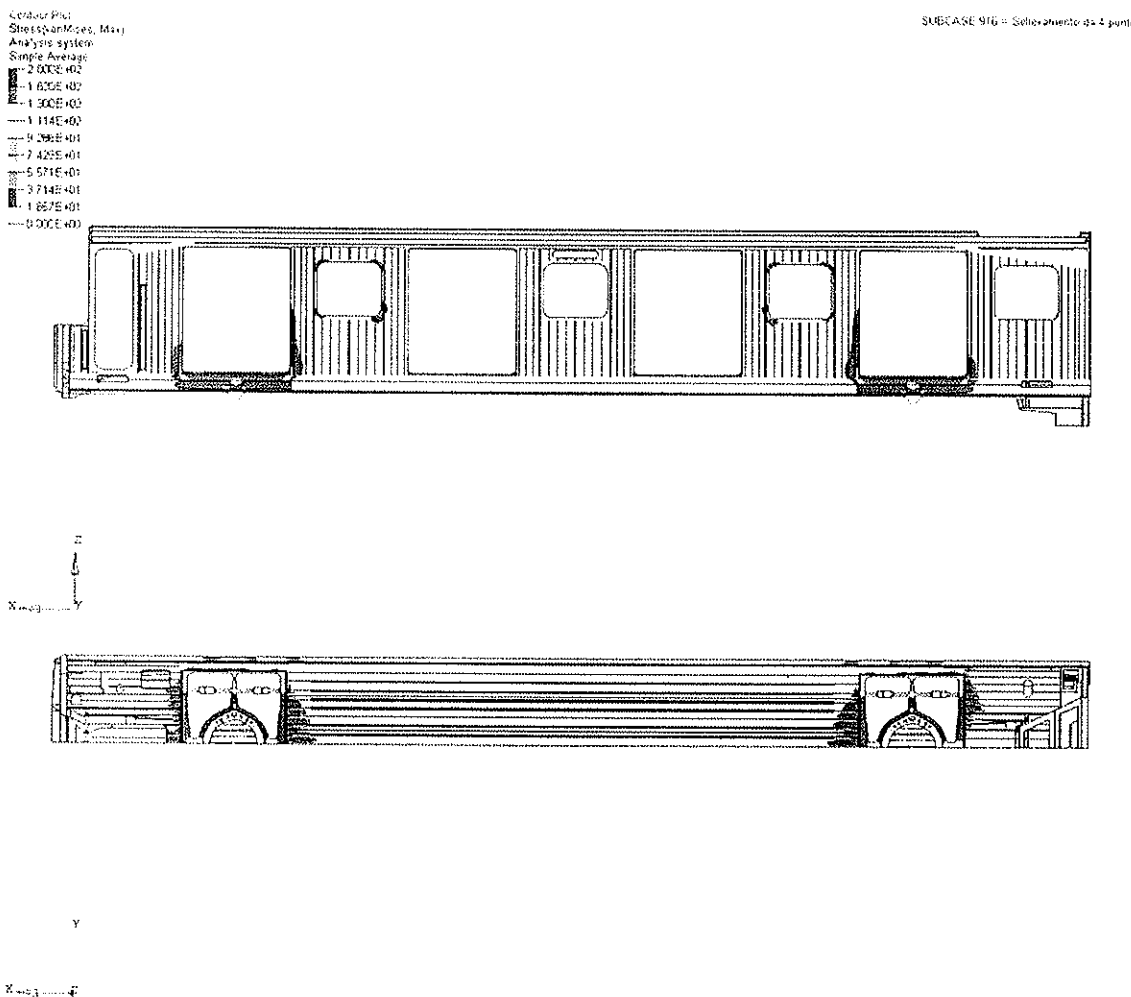
RESULTADOS, TENSIONES DE VON MISES

El caso de carga es simétrico según Y, se visualiza solamente la mitad de la caja.

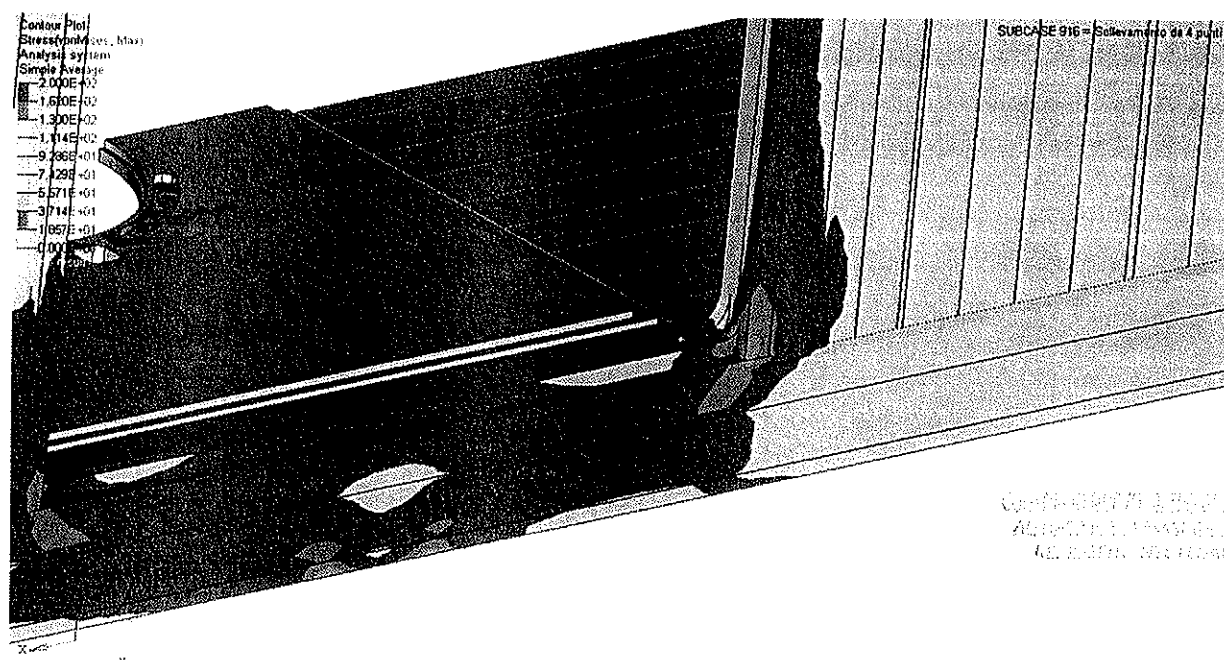


009113

El mapa de la tensión de Von Mises se muestra en las siguientes figuras.



Distribución de la tensión de Von Mises [MPa], vista lateral (lado exterior) y vista por debajo.

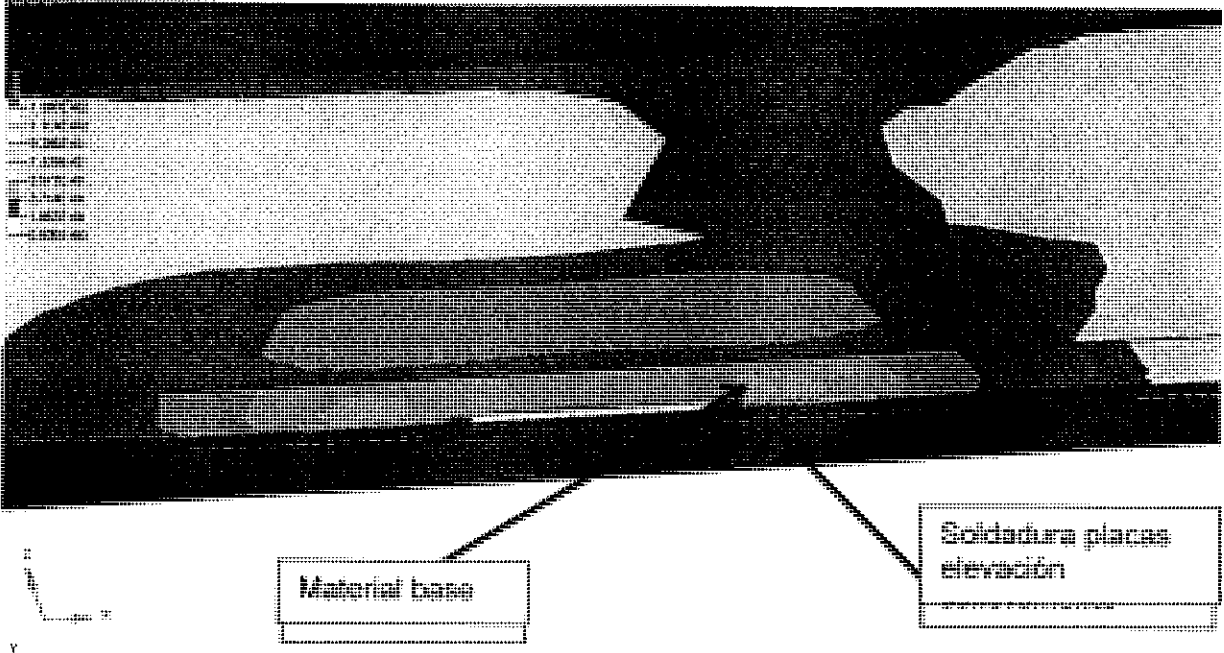




Distribución de la tensión de Von Mises [MPa], cantonera inferior.

009114

Los valores observados en las soldaduras entre cantonera y costados, 73MPa, son inferiores al valor admisible, EN AW 6082 T6.



Distribución de la tensión de Von Mises [MPa], larguero, en la placa de elevación.

Los valores observados en la soldadura de las placas, 95MPa, y en el material base del larguero, 125 MPa, son inferiores al valor admisible, material EN AW 6005 T6.

CONSORCIO [9521]
NUEVO METRO DE LIMA
RD - CONSTRUCCIÓN

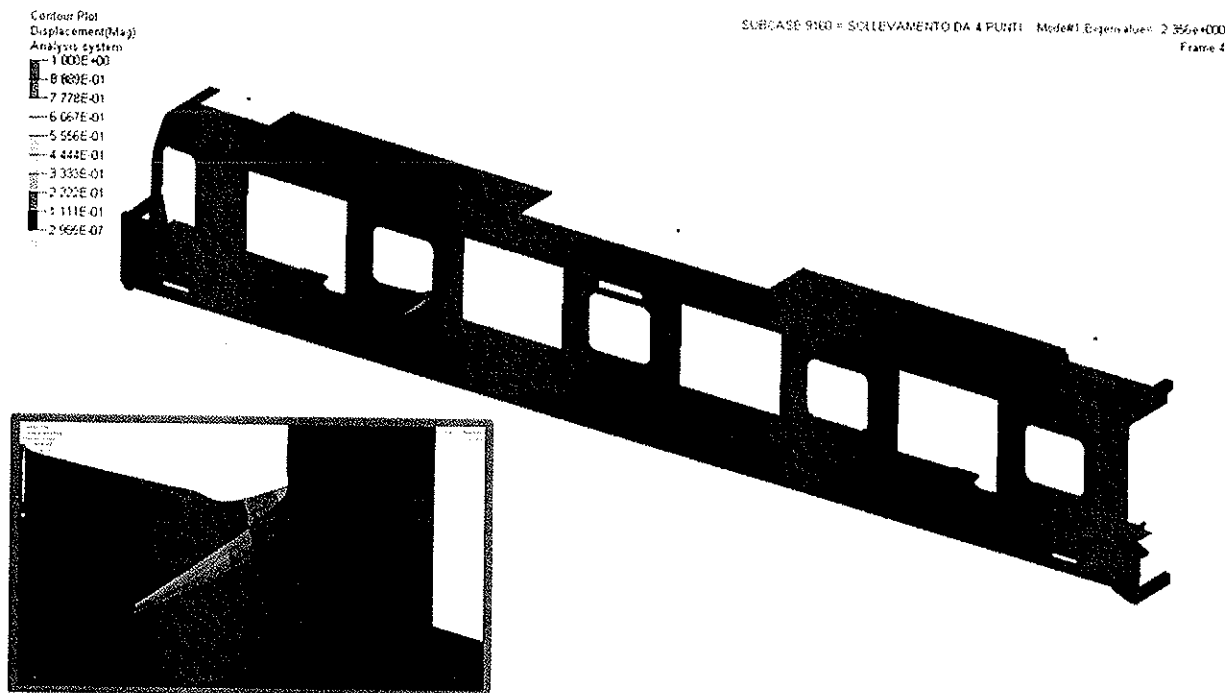


009115

RESULTADOS, PANDEO ELÁSTICO LINEAL

El primer modo de pandeo (relación entre la primera carga crítica y la carga corriente) es equivalente a 2.4.

El primer modo de pandeo es de tipo local, la forma se muestra en la siguiente figura.



La condición de pandeo elástico lineal, factor de seguridad >1 para pandeo local y >1.5 para pandeo global, se cumple para el caso de carga corriente.

La caja es conforme a las especificaciones de pandeo para el corriente caso de carga.

COMITÉ TECNICO DE CONTROL DE CALIDAD
CICOM
REVISOR TÉCNICO ESPECIAL



Análisis modal

009116

CONDICIONES DE ANÁLISIS

Los modos de vibrar de la caja han sido calculados sobre la masa en vacío, tal como se ha descrito en el capítulo 8 por un total de 19.9 toneladas.

La estructura se ha considerado libre de vínculos: condición "free-free"

Han sido obtenidos los 5 primeros modos de vibrar.

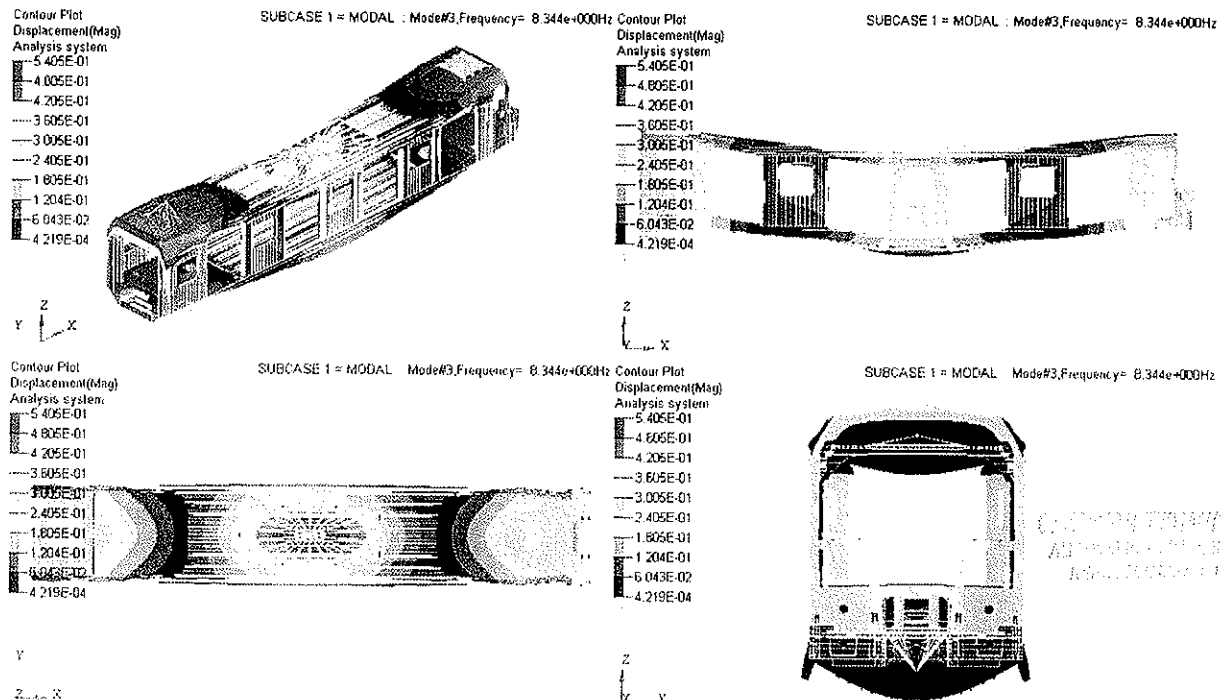
FRECUENCIAS PROPIAS Y MODOS DE VIBRAR

La siguiente tabla resume las primeras frecuencias propias de la caja en orden creciente.

Modo número	Breve descripción	Frecuencia [Hz]
1	Corte lateral, global caja	6.5
2	Torsional, 1 nodo en línea central caja	7.8
3	Flexional, global caja	8.3
4	Techo, vertical HVAC de compartimiento	8.9
5	Corte lateral, 1 nodo en línea central caja	10.2

La primera frecuencia propia que comprende desplazamiento vertical de la interfaz con los bogies es la del tercer modo, 8.3 Hz.

En las siguientes figuras se visualiza la forma del tercer modo de vibrar.



modo de vibrar # 3, 8.3 Hz

Sumario de los resultados


CASOS DE CARGAS ESTÁTICAS

La siguiente tabla resume los factores de seguridad más bajos proporcionados por el análisis de elementos finitos para los casos de cargas estáticas en material soldado.

Caso de carga	Material	Factor seguridad		
		σ_c [MPa]	σ_{adm} [MPa]	S_1
Compresión a nivel del enganche y plena carga AW3	EN AW 6005 T6	127	130	1.02
Tracción a nivel del enganche y plena carga AW3	EN AW 6005 T6	76	130	1.71
Compresión a nivel de la viga de cinturón	EN AW 6005 T6	125	130	1.04
Carga vertical excepcional	EN AW 6005 T6	88	130	1.48
Elevación del vehículo por los puntos de elevación	EN AW 6082 T6	95	130	1.37

Los casos de cargas estáticas con los que ha sido simulada la caja proporcionan valores de tensión inferiores a los valores admisibles y son conformes a la EN 12663 [4]. Los factores de seguridad mediante análisis de pandeo elástico son todos superiores a los factores admisibles solicitados para modos globales y locales. El primer modo de vibrar que implica el desplazamiento vertical de las suspensiones secundarias de la caja se encuentra a 8.3 Hz.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO B. GONZALEZ GARCIA
 INGENIERO CIVIL





009113

D.1.10.	D) DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE
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"

D.1.10. CRONOGRAMA DE SUMINISTRO DEL MATERIAL RODANTE PARA PRIMERA ETAPA A, PRIMERA ETAPA B Y SEGUNDA ETAPA DEL PROYECTO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN URSABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



Índice

D.1.10.1 Memoria descriptiva2
D.1.10.2 Cronograma – Gantt3

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN CASAGI, CABALLA
REPRESENTANTE LEGAL



009120

D.1.10.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

A la Fecha de Cierre se emitirá un orden único para los trenes de la Primera y Segunda Etapa según un plano de provisión de material rodante que tiene en cuenta una continuidad de producción y de conformidad con los plazos del artículo. 6.24 del Contrato de Concesión:

- a) Para la Primera Etapa A, un total de 5 trenes con conformación de seis (06) coches cada uno, con capacidad para transportar mil doscientos sesenta y cuatro (1,264) pasajeros por tren, con una capacidad Estándar de seis (06) pasajeros por metro cuadrado, disponibles para las Pruebas de Puesta en Marcha al mes 24 desde la Fecha de Cierre;
- b) Para la Primera Etapa B , un total de 15 trenes (por tanto la Primera Etapa tendrá un total de 20 trenes) con conformación de seis (06) coches cada uno, con capacidad para transportar mil doscientos sesenta y cuatro (1,264) pasajeros por tren, con una capacidad Estándar de seis (06) pasajeros por metro cuadrado, disponibles para las Pruebas de Puesta en Marcha al mes 40 desde la Fecha de Cierre;
- c) Para la Segunda Etapa, un total de 22 trenes con conformación de seis (06) coches cada uno, con capacidad de mil doscientos sesenta y cuatro (1,264) pasajeros por tren, con una capacidad Estándar de seis (06) pasajeros por metro cuadrado, disponibles para las Pruebas de Puesta en Marcha al mes 58 desde la Fecha de Cierre (por tanto la Primera y Segunda Etapas tendrán un total de 42 trenes);

El cronograma de provisión de material rodante se desarrolla de acuerdo a las interfaces con las obras civiles y tecnológicas, es decir disponibilidad del depósito probado y equipado y de un tramo de la línea, suficiente para ejecutar las pruebas dinámicas y las pruebas de cualificación y pruebas de serie, al llegar en Lima del primer tren.

La construcción del material rodante se desarrollará en Italia, en al menos dos sitios de producción de AnsaldoBreda:

- El sitio de Nápoles (Italia), donde se llevará a cabo la producción y las pruebas de los bogies y de la tracción eléctrica ;
- El sitio en Reggio Calabria (Italia), donde se llevará a cabo la producción, ensamblaje y pruebas de las cajas y pruebas de trenes completos.

Los siguientes principales equipos y sistemas serán provistos por los Proveedores internacionales, tal como:

- Frenado, Climatización, Puertas: Knorr Bremse/Faiveley
- Intercirculación: Hubner/Ultimate
- Acopladores: Dellner/Voith/Faiveley
- Interiores: Ultimate/Ciesse
- Reductores: ZF

Cajas, bogies, Inversores de Tracción, motores de tracción, convertidores y diagnostic serán de diseño y producción AnsaldoBreda.

Para los trenes siguientes de la Primera Etapa B y de la Segunda Etapa se llevarán a cabo las pruebas de serie, según el cronograma y plan de pruebas aprobado, considerando las pruebas de cualificación completadas durante la primera etapa A .

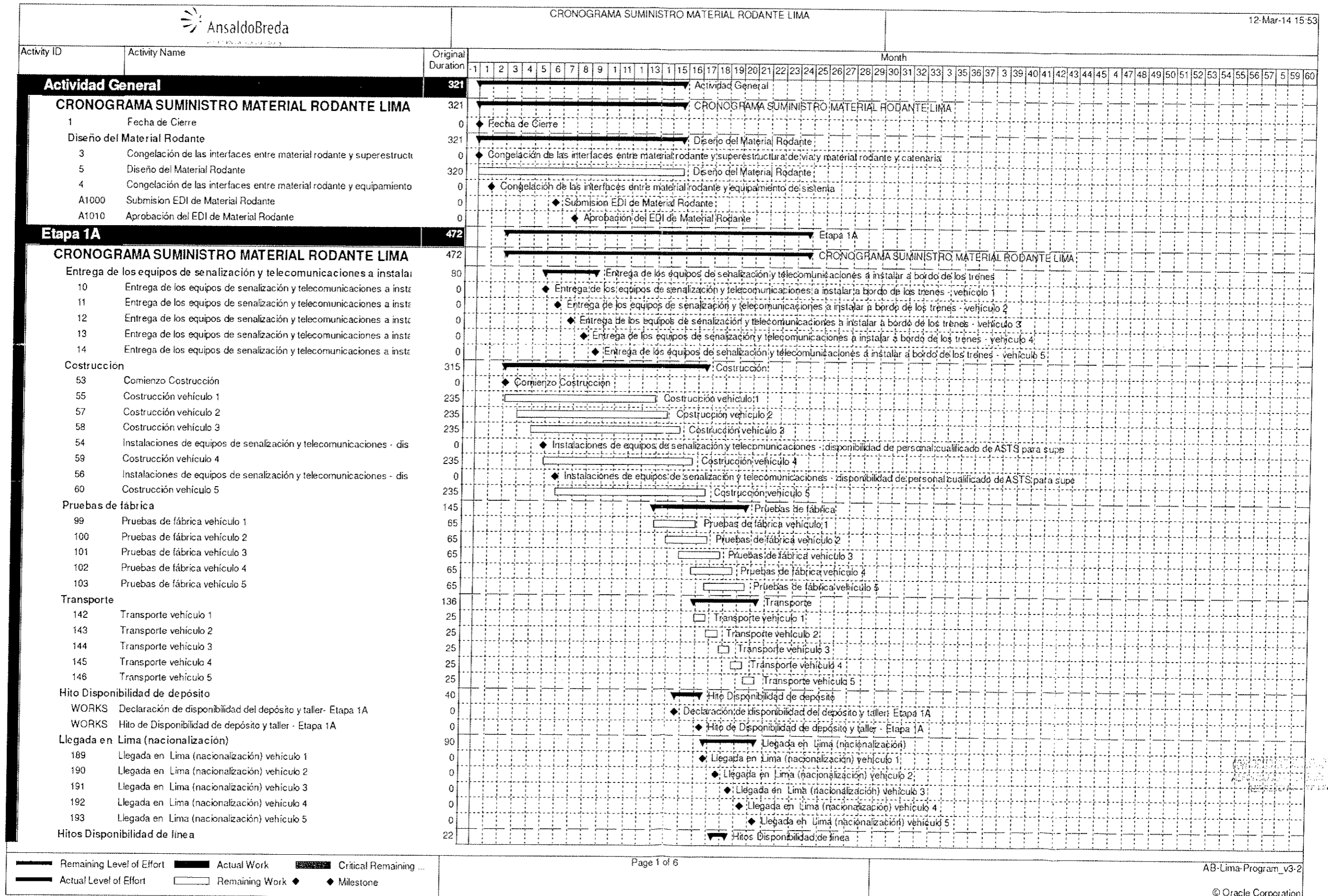
Para cada una de las tres Etapas, los trenes, una vez concluidas las pruebas de tipo y de serie en Lima, estarán listos para el comienzo de las " Pruebas de Puesta en Marcha GOA2 y

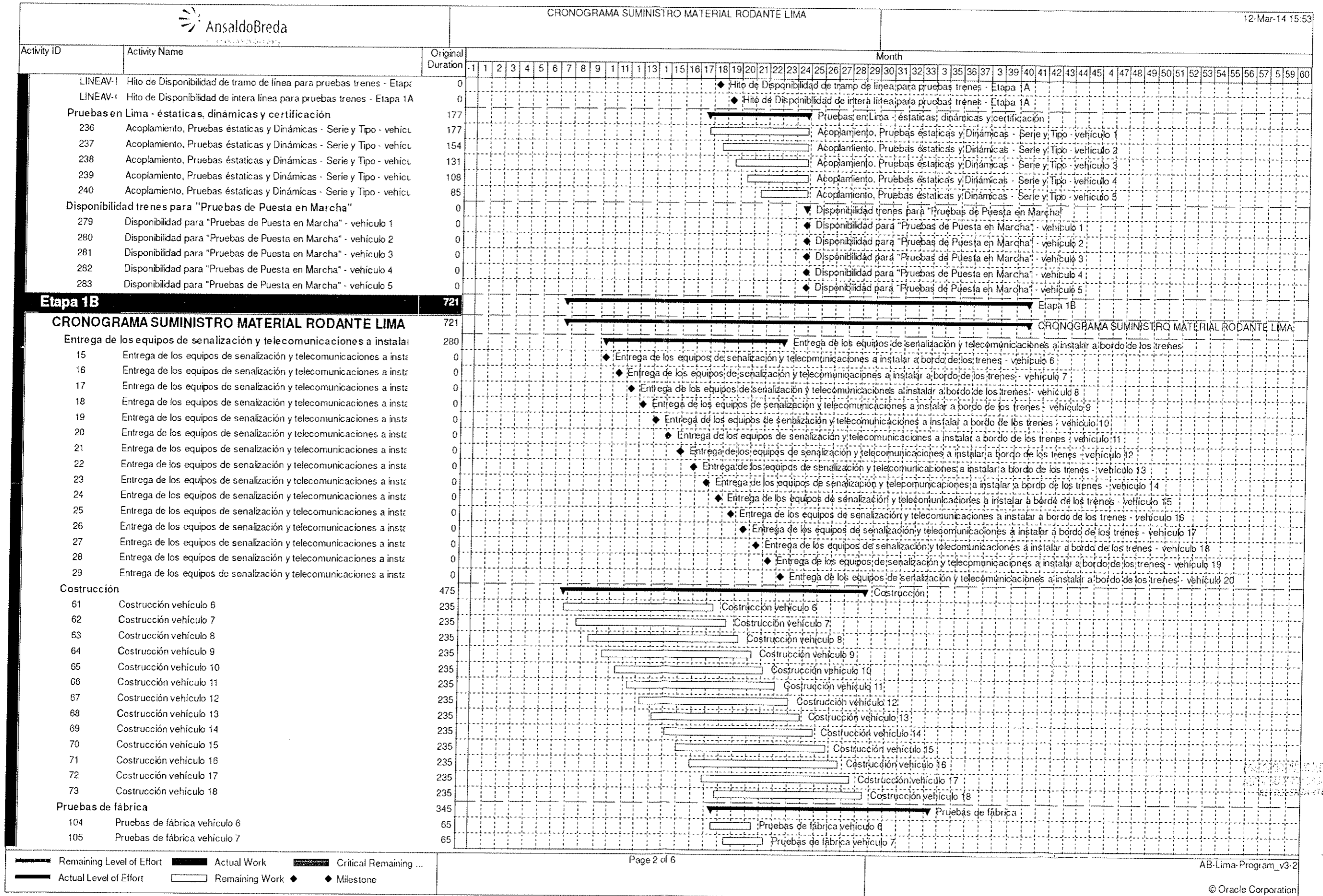
009121

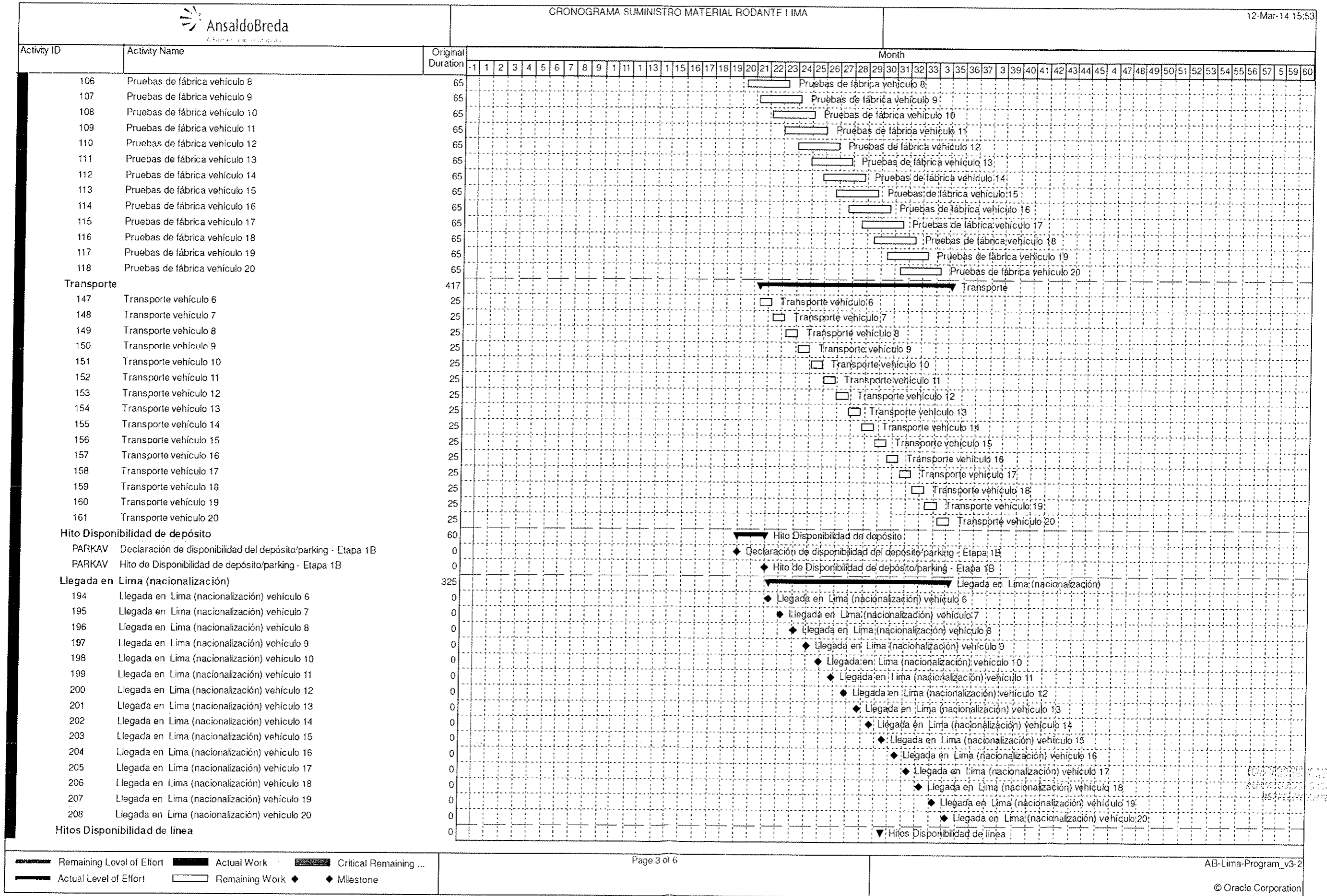
GoA4", realizadas bajo la dirección de Ansaldo STS, de conformidad con los plazos del Contrato de Concesión. Ver también el CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS a la sección G.

D.1.10.2 CRONOGRAMA - GANTT

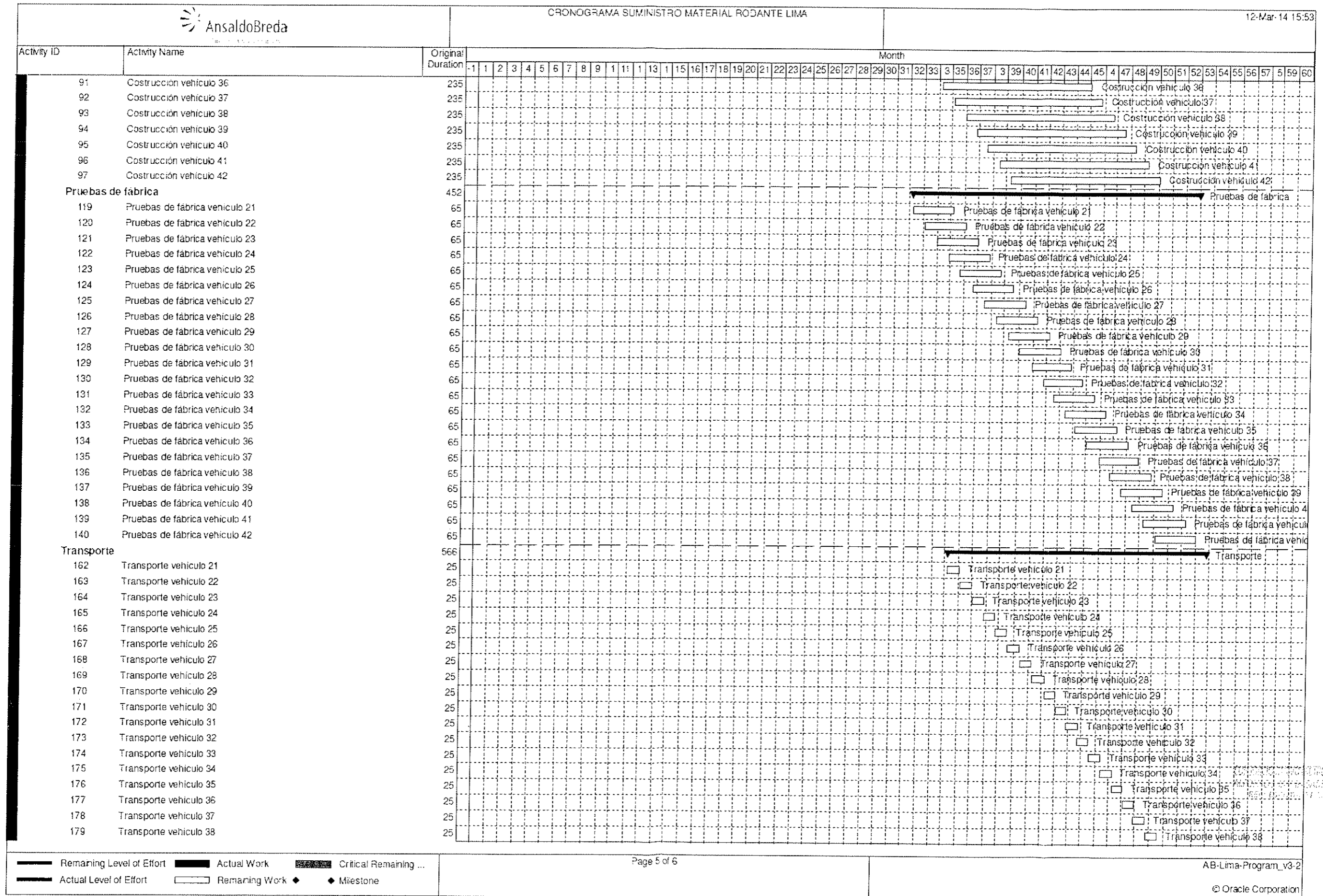


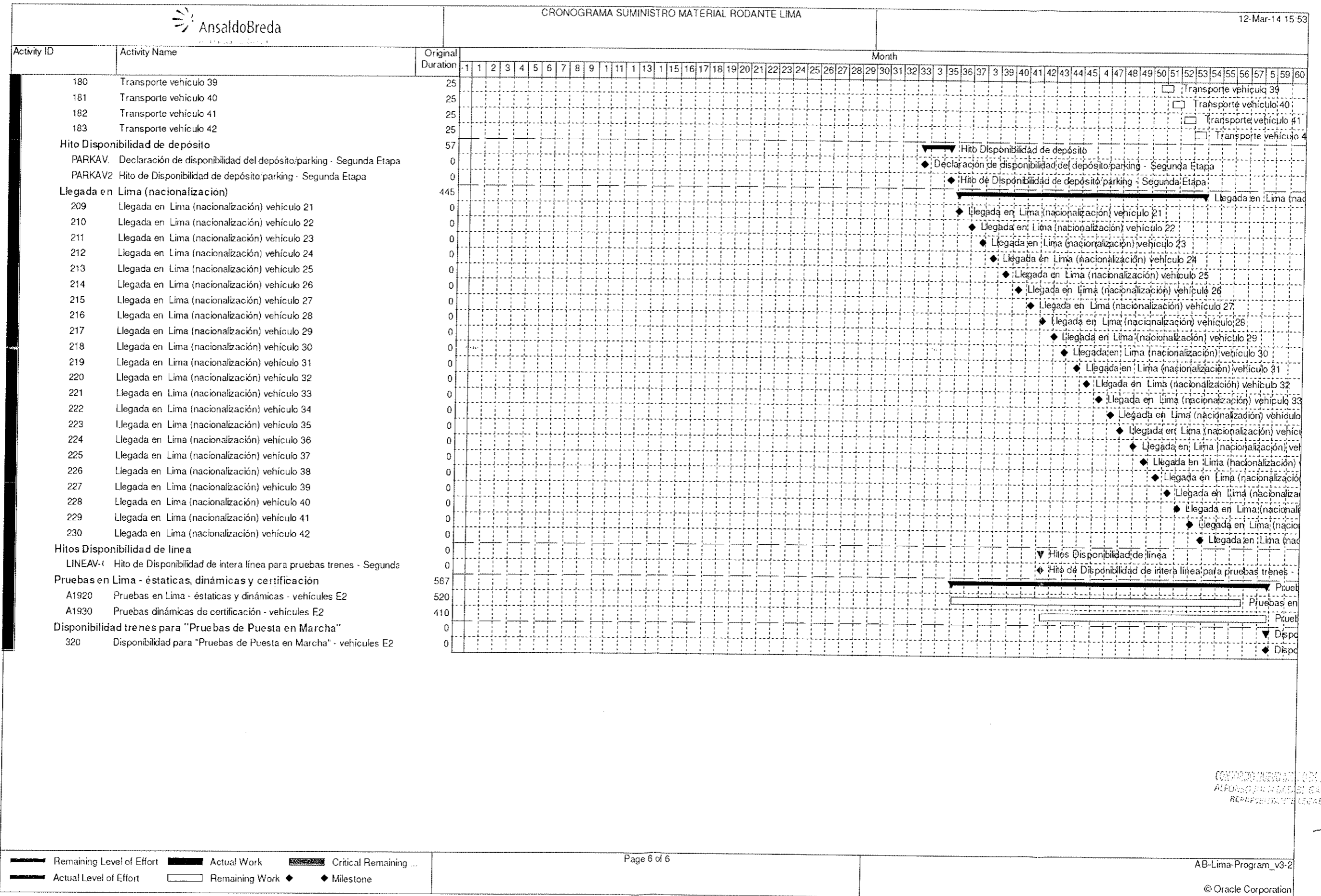






ALFONSO BARRERA
 Director General
 15/03/2014






CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO P. GARCÉS DEL GARCÉS
RESPONSABLE LEGAL

009128

<p>D.1.11.</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>D) DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
------------------------------------	---

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

D.1.11. DESIGN BOOK

COMERCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN DE SOTELO GARCIA
ALP. REPRESENTANTE LEGAL 

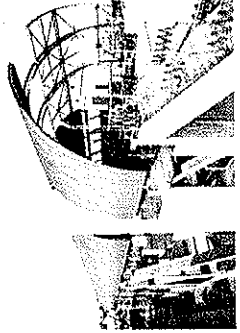
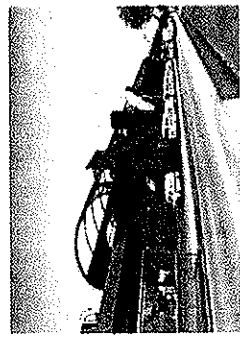
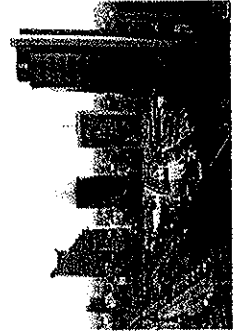
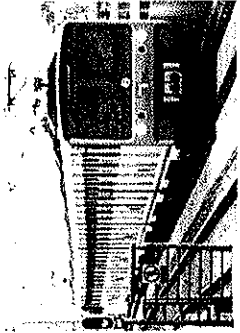
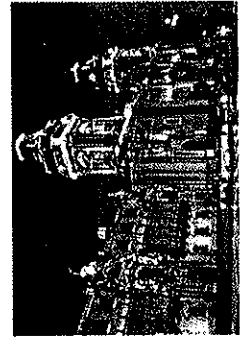


AnsaldoBreda

A Finmeccanica Company



**CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA**



Design Book





CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

Cultura de diseño

La cultura de diseño forma parte integral de los orígenes de AnsaldoBreda.

El Equipo de Diseño Industrial dedicado de AnsaldoBreda garantizará el control y el cumplimiento de los vehículos con los estándares ergonómicos requeridos tanto desde un punto de vista funcional como estético.

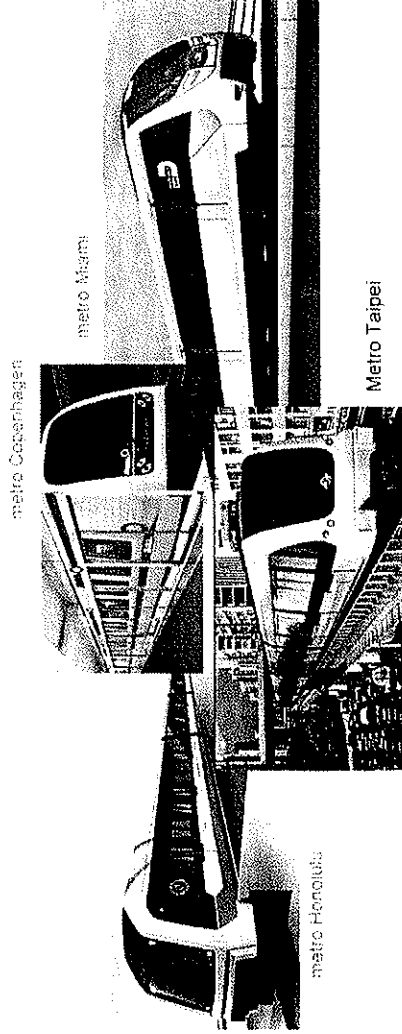
El Equipo de Diseño Industrial de AnsaldoBreda, compuesto por diseñadores de la empresa y respaldados por diseñadores italianos externos líderes del sector, también garantiza que se implementan diseños funcionales, estéticos y ergonómicos, teniendo en cuenta los siguientes componentes:

- Simplicidad
- Funcionalidad
- Seguridad
- Confort



AnsaldoBreda

A Finmeccanica Company



CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA
REPRESENTA

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA
REPRESENTA

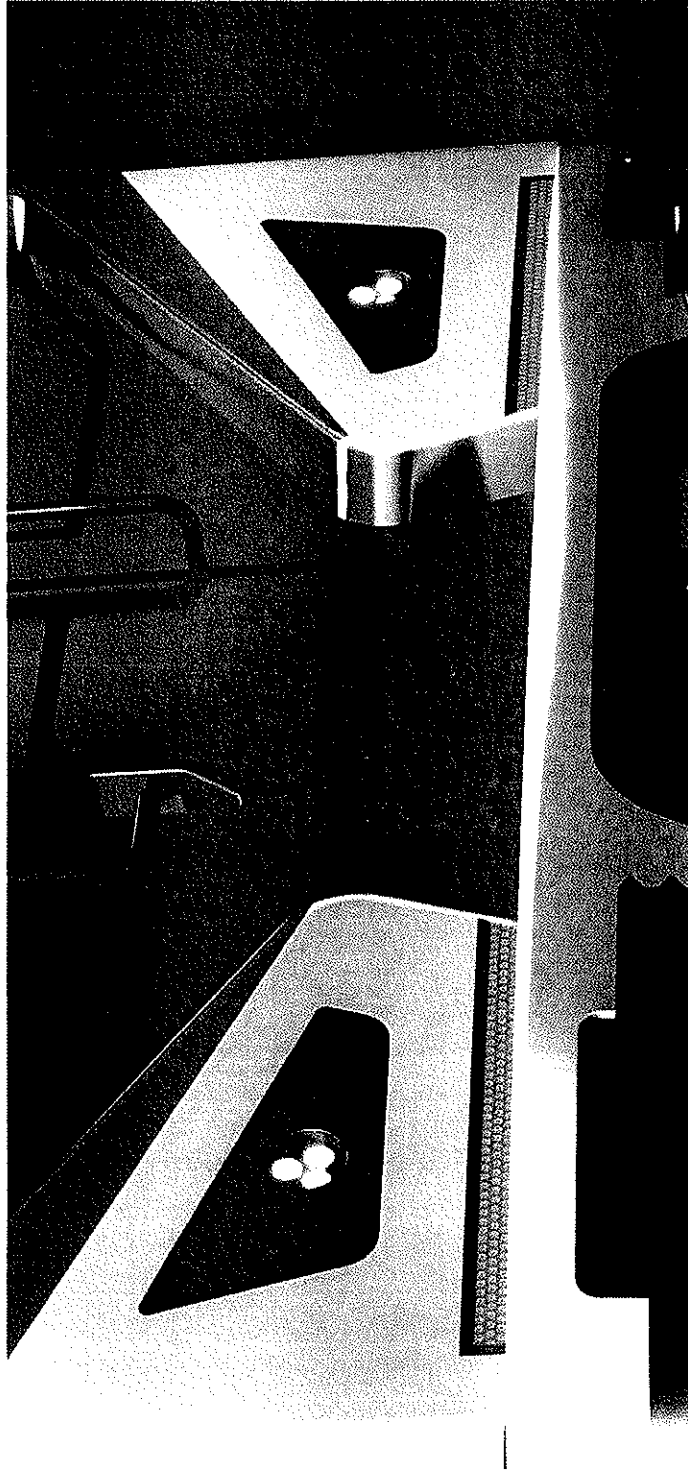


[9538]

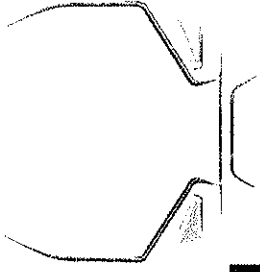


CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

Diseño exterior



Solución -A-



00[9539]
192

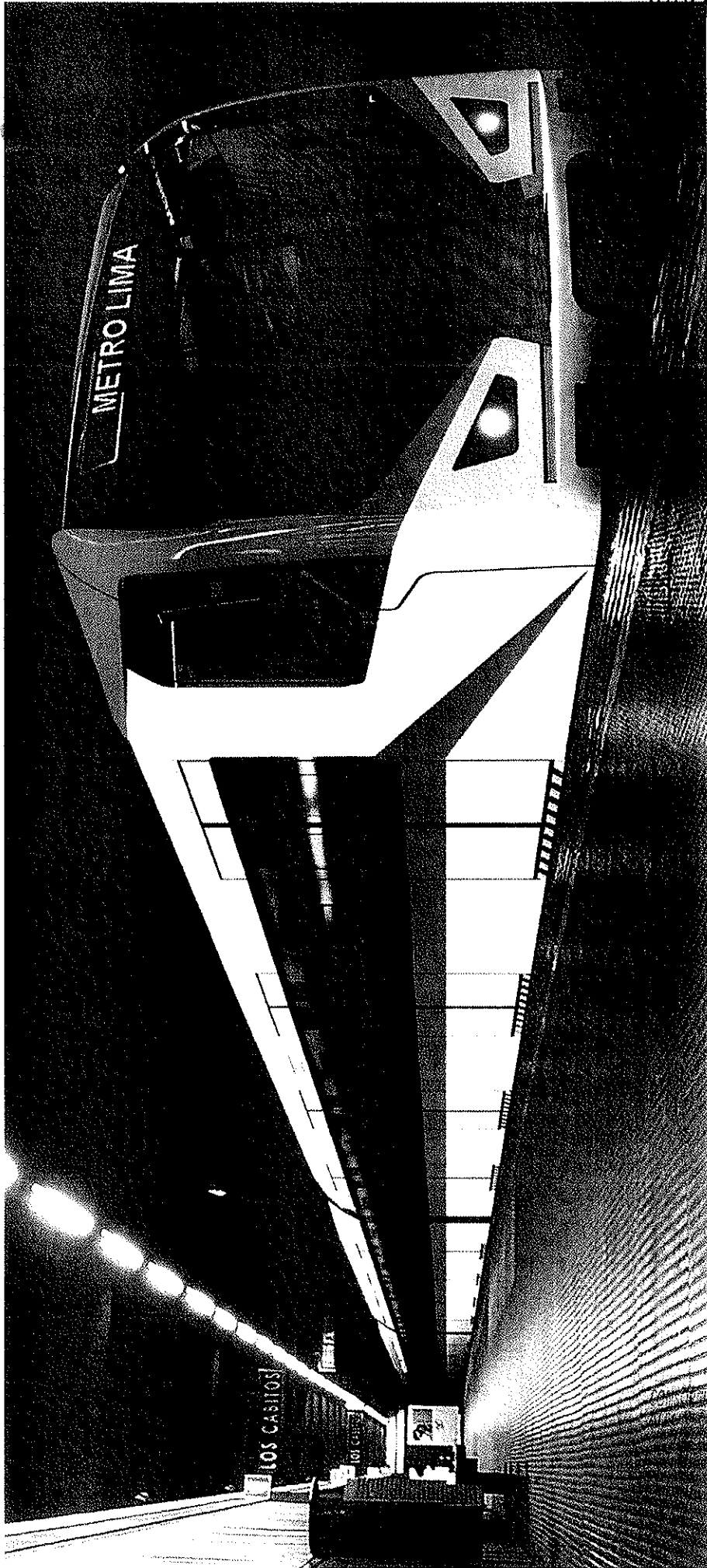
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALICIA RIVERA CASABE GARCIA
DEPTO. DE PLANEACION Y ESTUDIOS





CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

Solución -A-



000 [9540]

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

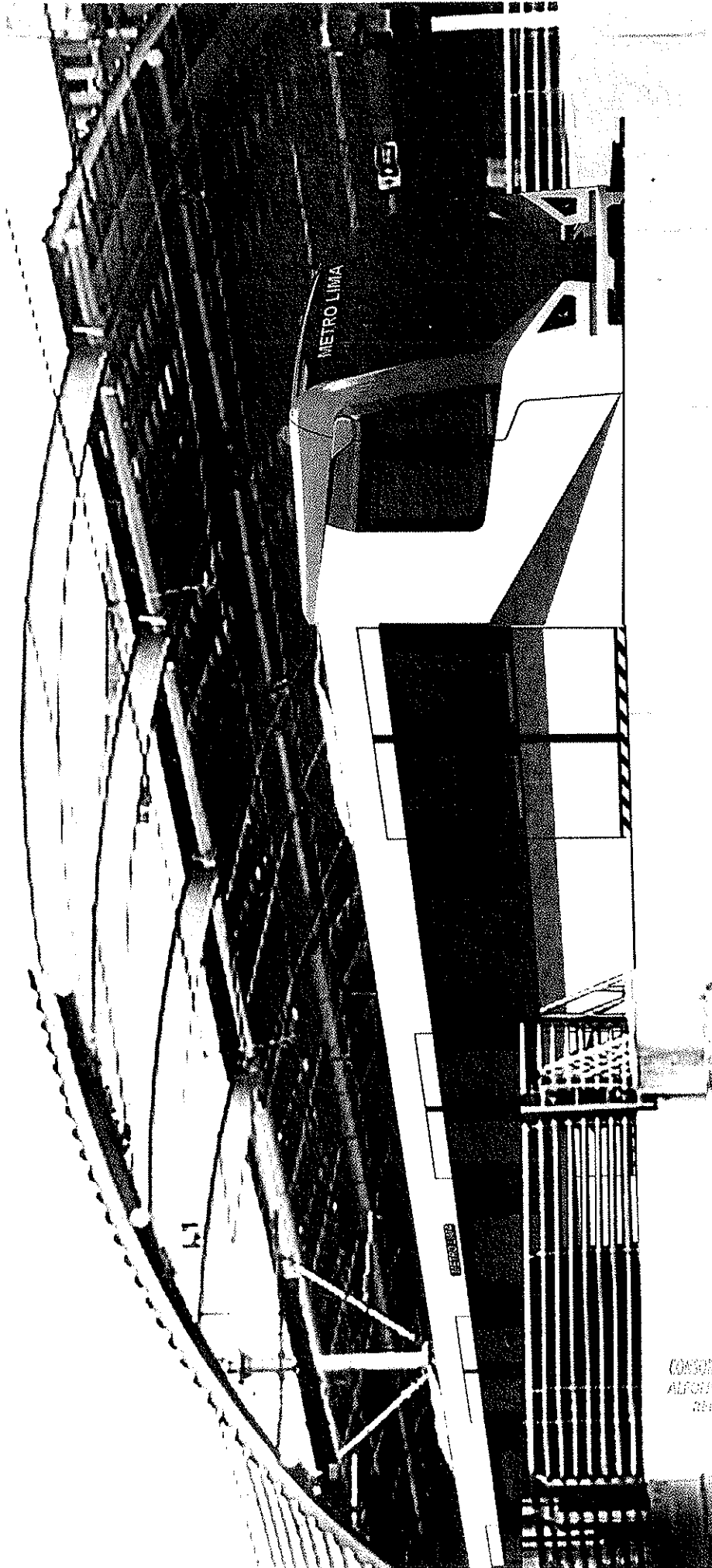




AnsaldoBreda

A Finmeccanica Company

Solución -A-



[9541]
009134

(INGEGNERE) ALFONSO MONTANARI
REVOLUCION/1977





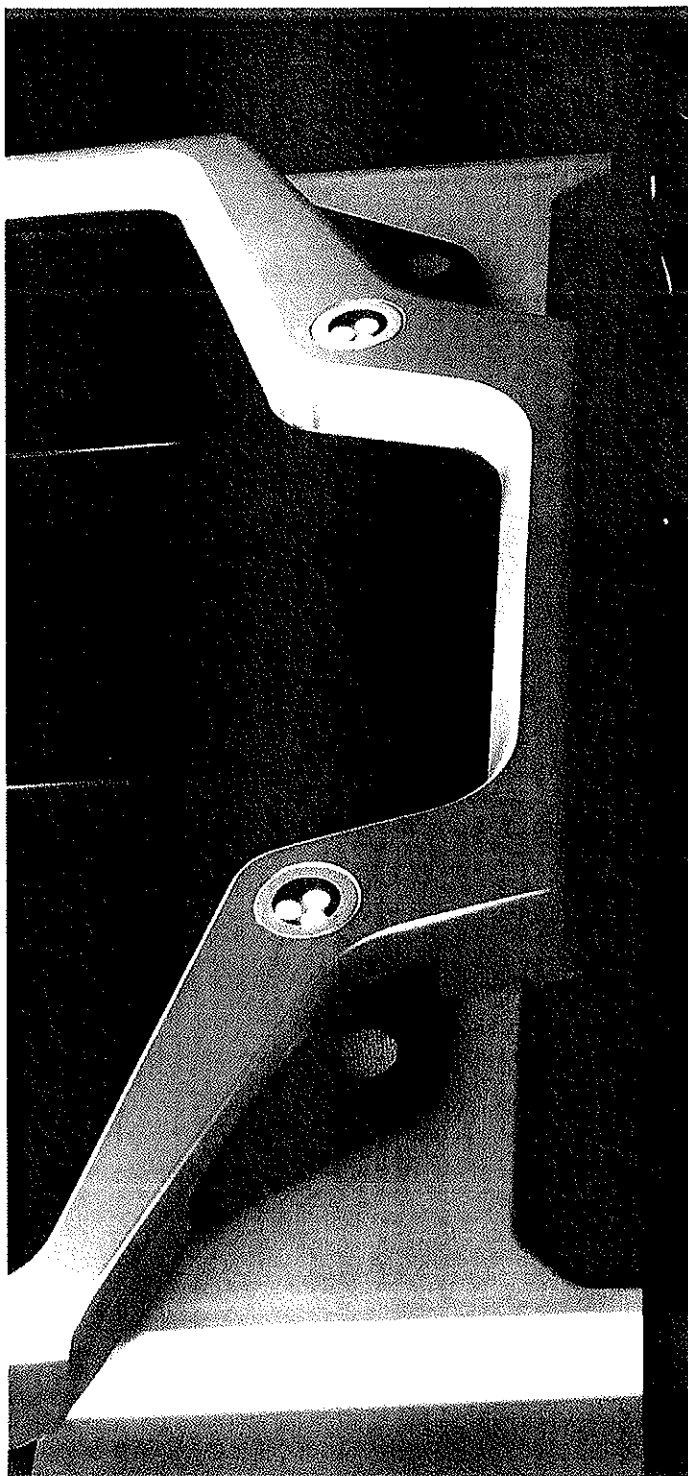
AnsaldoBreda

A Finmeccanica Company



Solución -B-

Diseño exterior



CONSORCIO NUCLEUS ENTIDAD DE FINDA
ALFONSO JUAN CASAS DE CARRIZO
REPRESENTANTE LEGAL

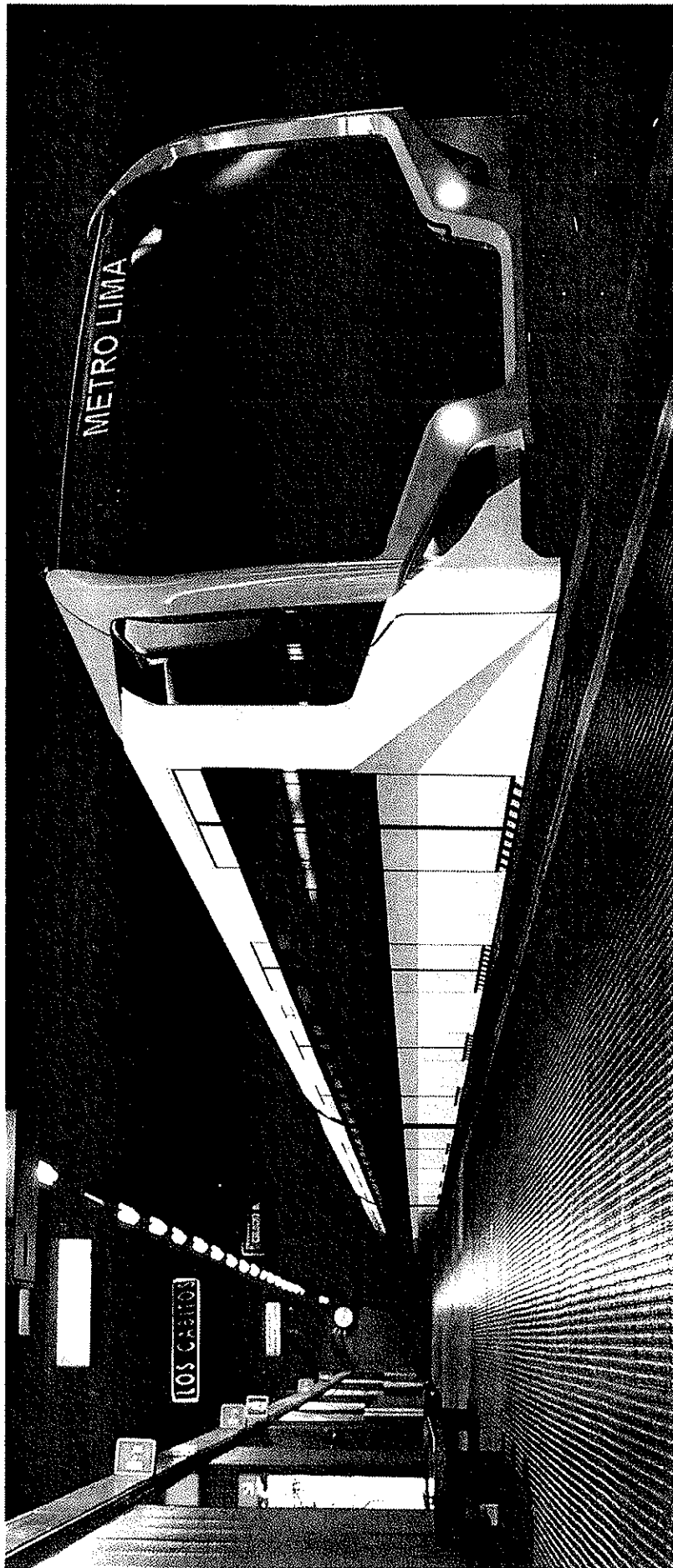


009[9542]



CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

Solución -B-



09 [9543]

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
CASO N° 1141 CASALDI CARGIA
REPRESENTANTE LEGAL

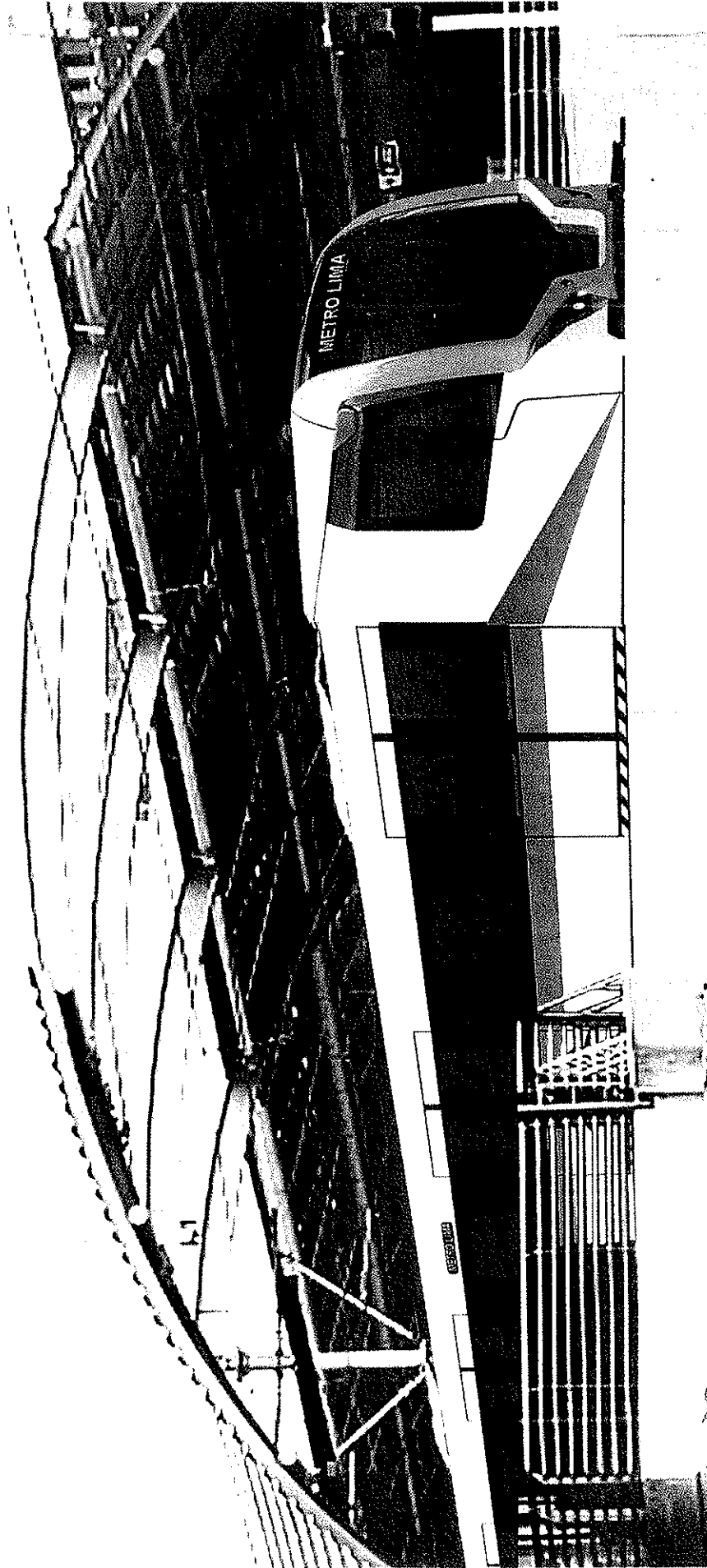




AnsaldoBreda

A Finmeccanica Company

Solución -B-



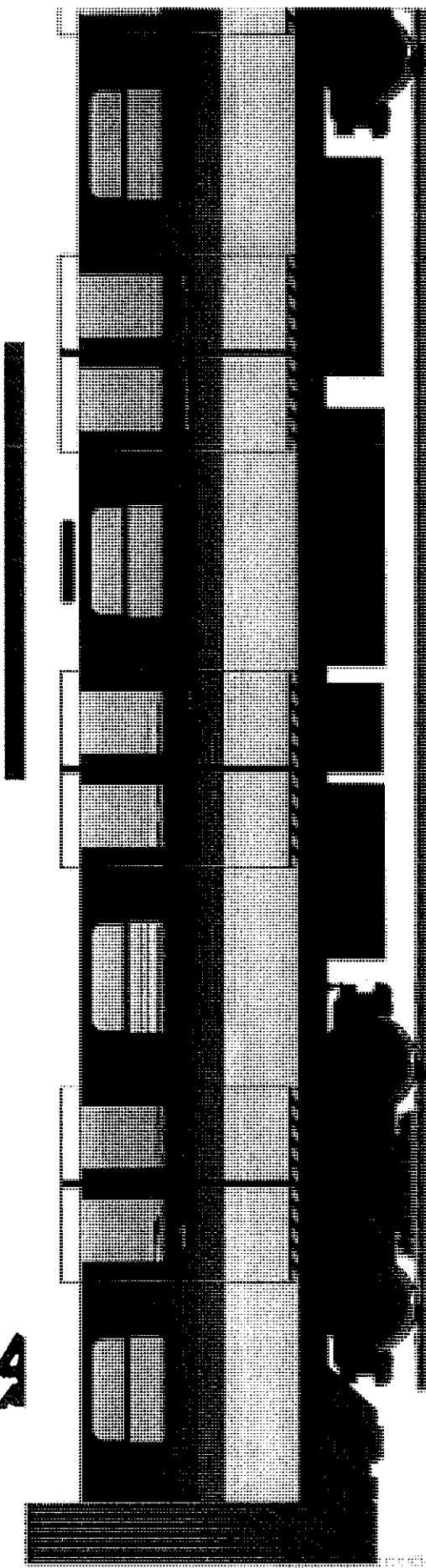
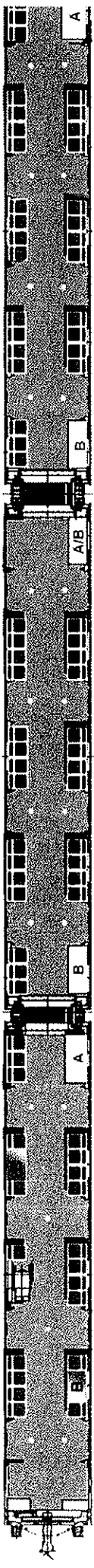
[9544]
009137

COMERCIO INTERNACIONAL
ALFONSO HERRERA
REPRESENTANTE LEGAL

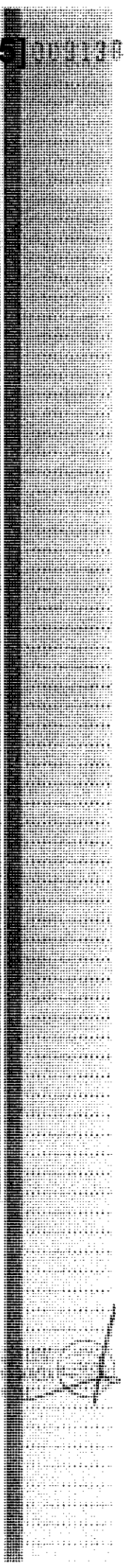




CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA



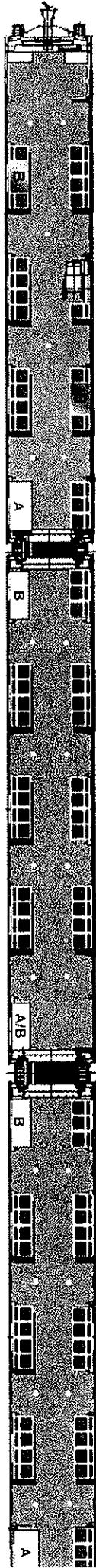
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA



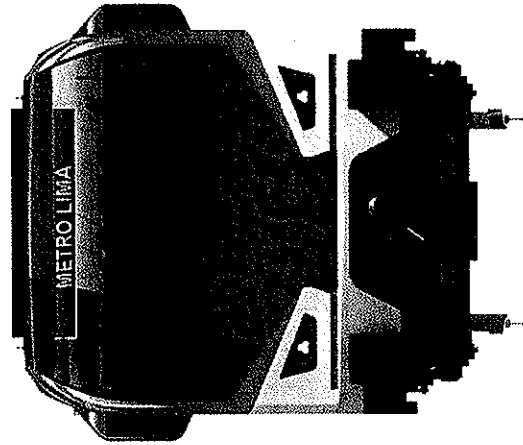


AnsaldoBreda

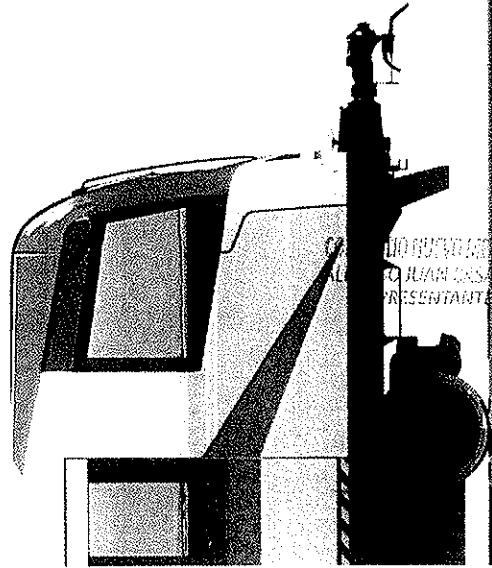
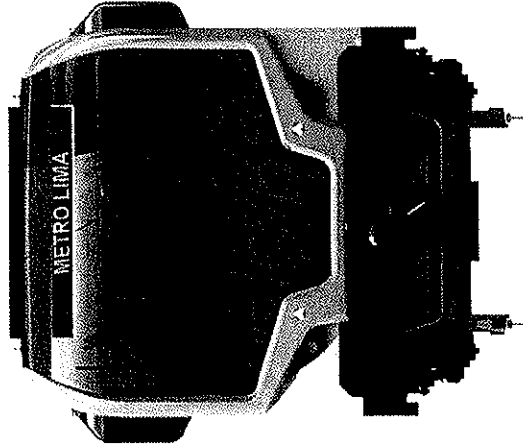
A Finmeccanica Company



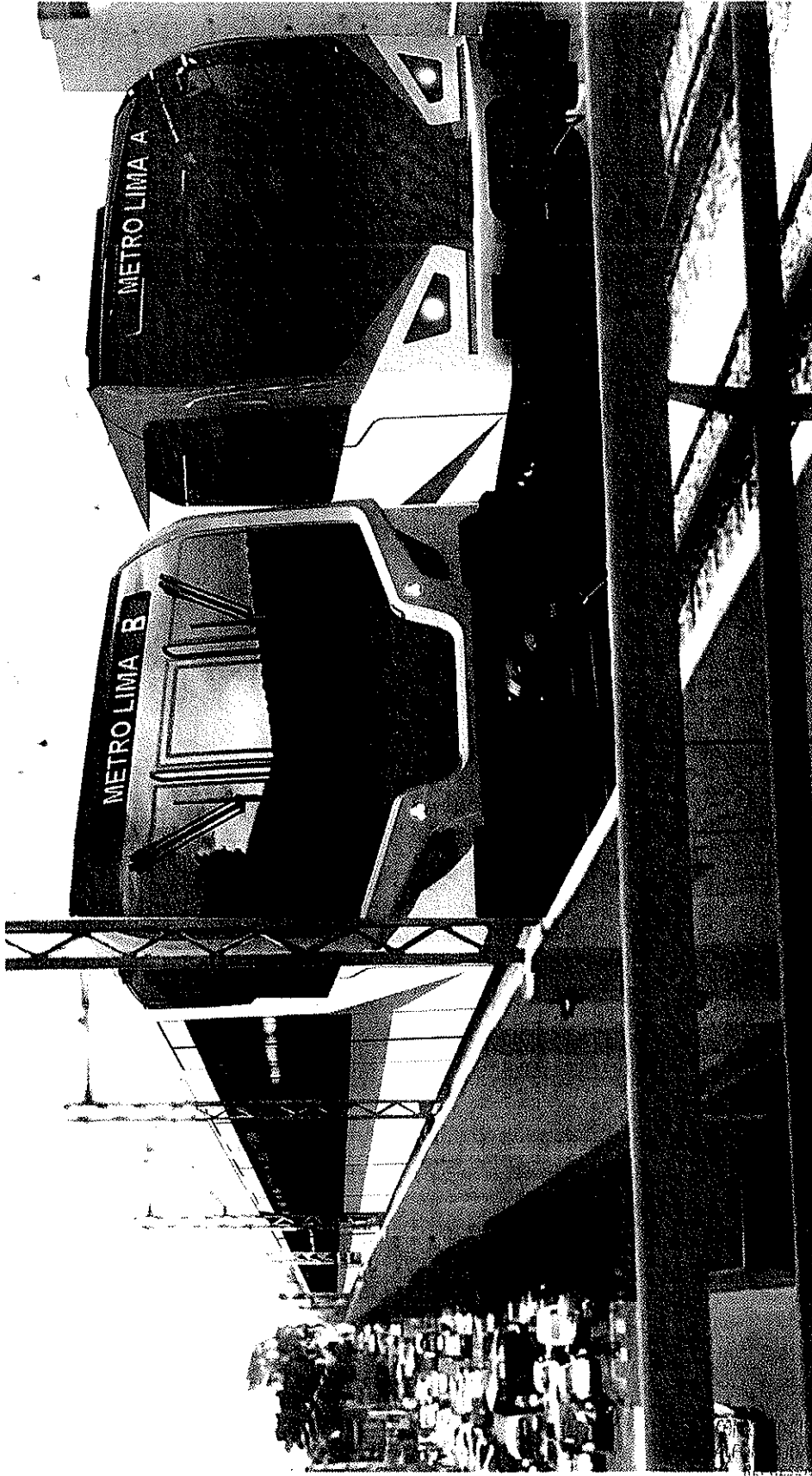
Solución -A-



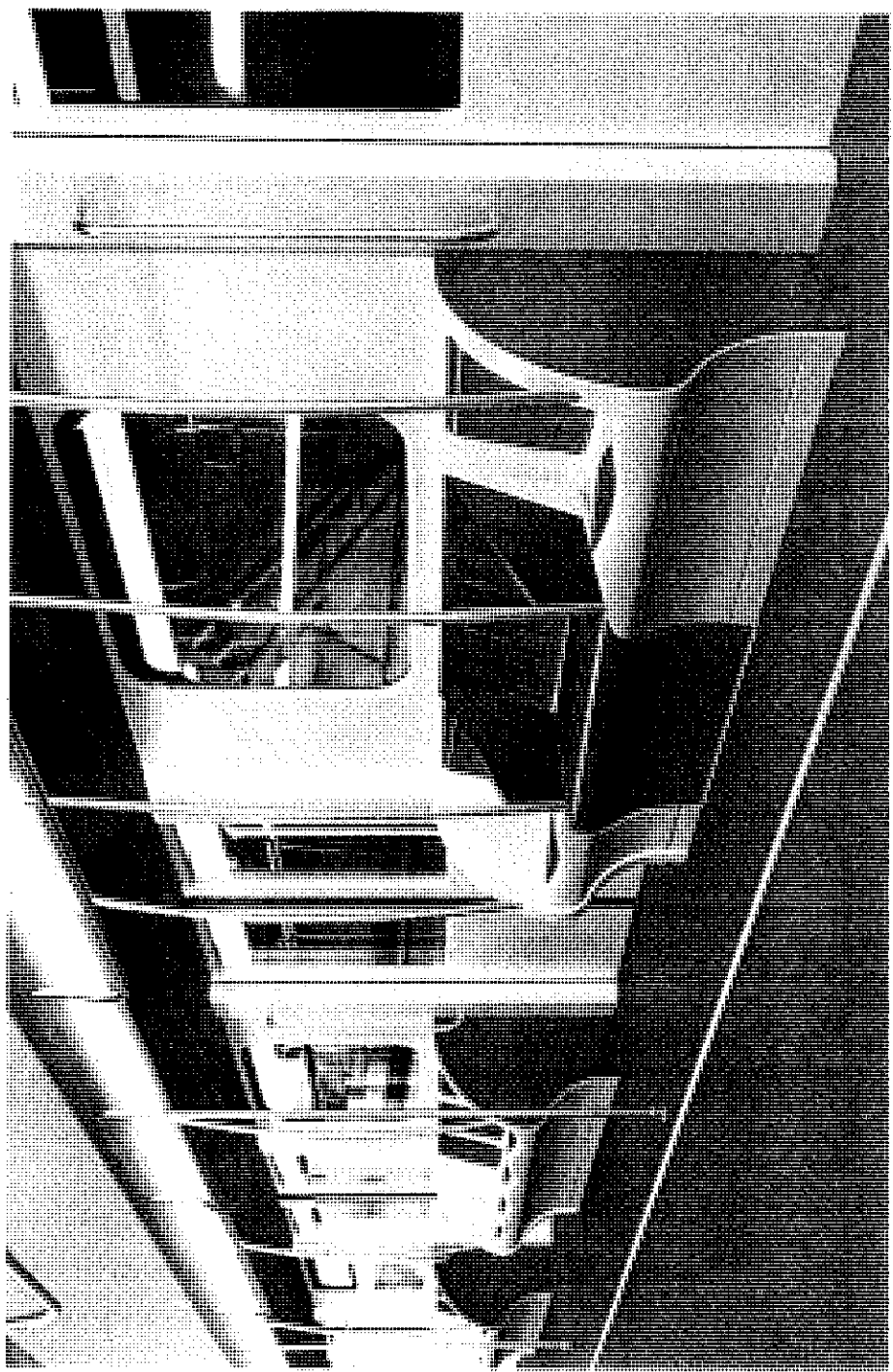
Solución -B-



[9546]
009139

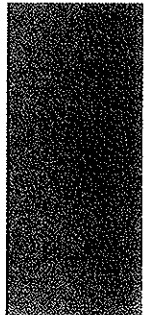


Solución interior -A-



CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

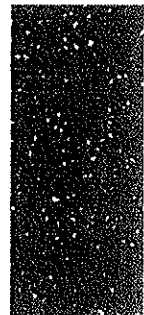
RAL 9002



RAL 3020



Acciaio Inox



Morado Punti 33

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
FONSO JUAN DASAGUE GA
REPRESENTANTE LEGAL

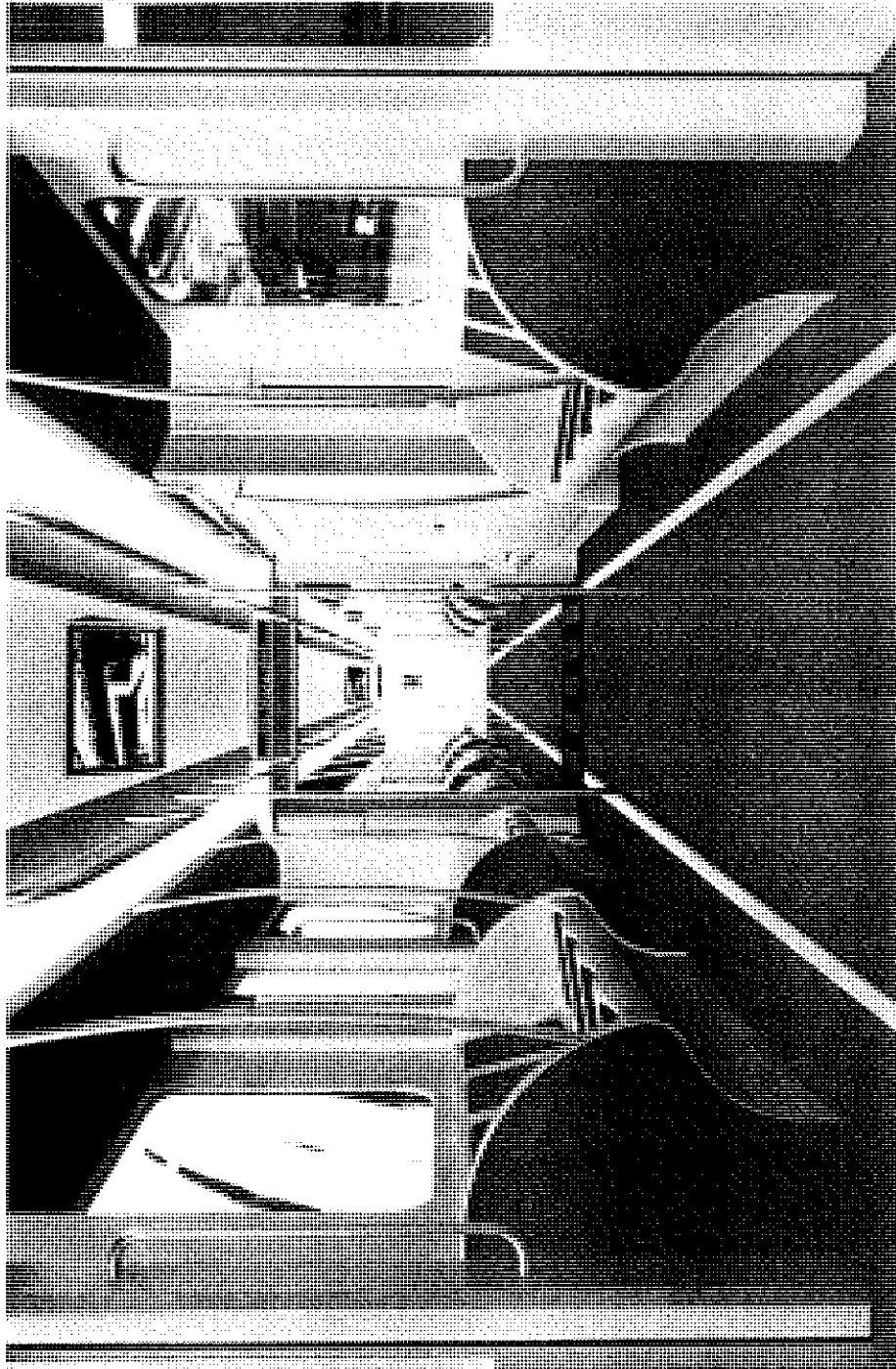




AnsaldoBreda

A Finmeccanica Company

Solución interior -A-



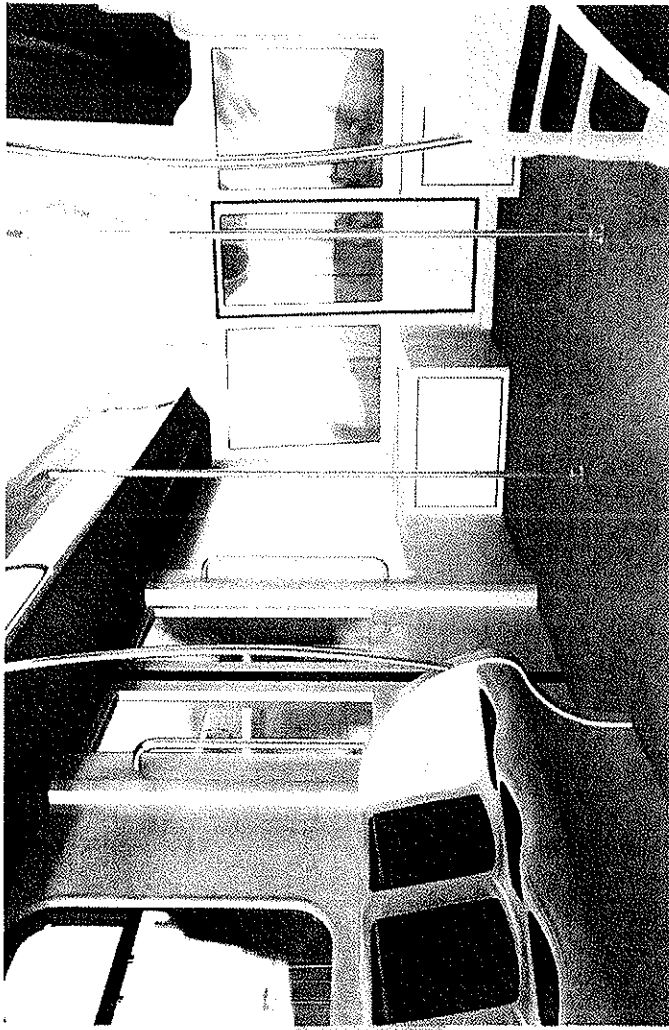
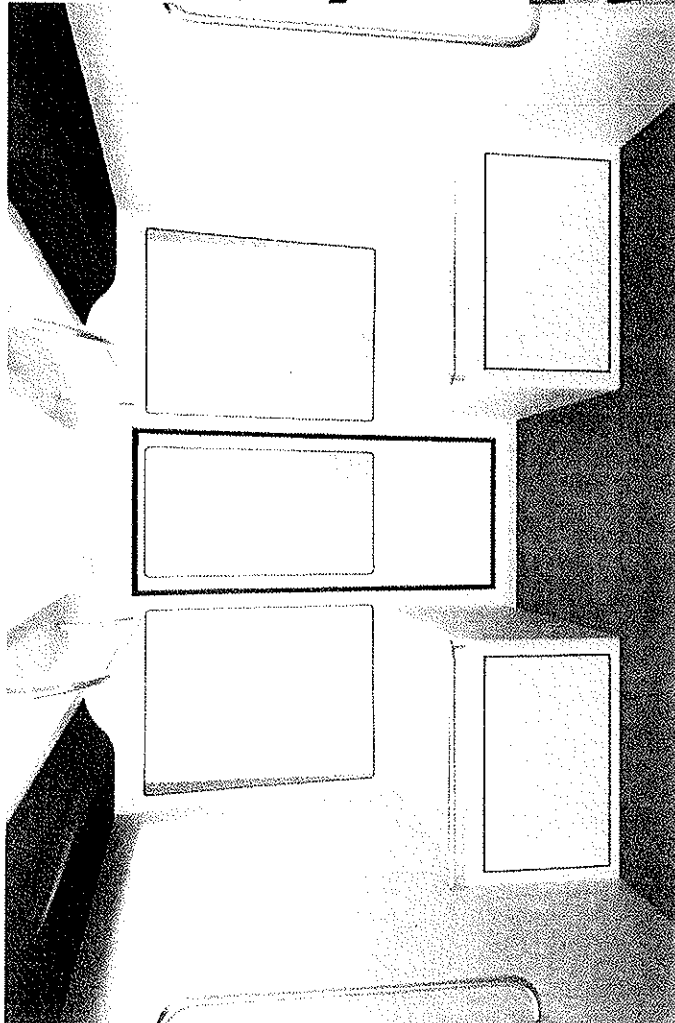
[9550]
069143

CONSORCIO NUEVO MET
ALFONSO JUAN BASAL
REPRESENTANTE





CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA



1955
9144

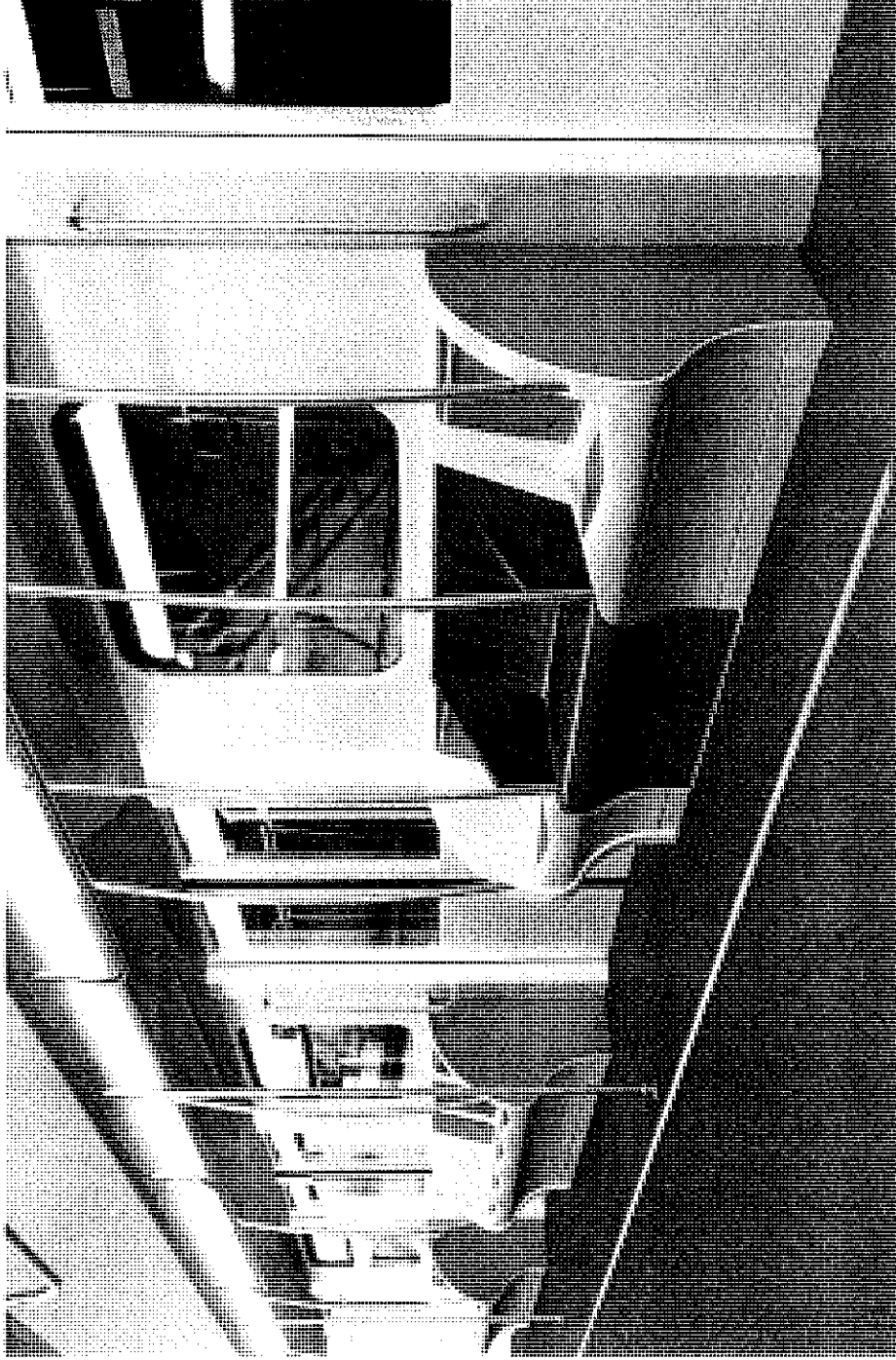
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO ALAN BASASE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



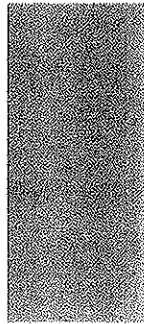


CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

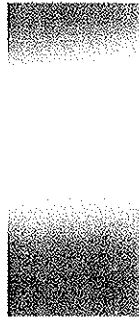
Solución interior -B-



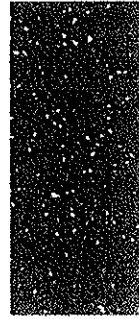
RAI 9007



RAL 6018



Aciaio Inox



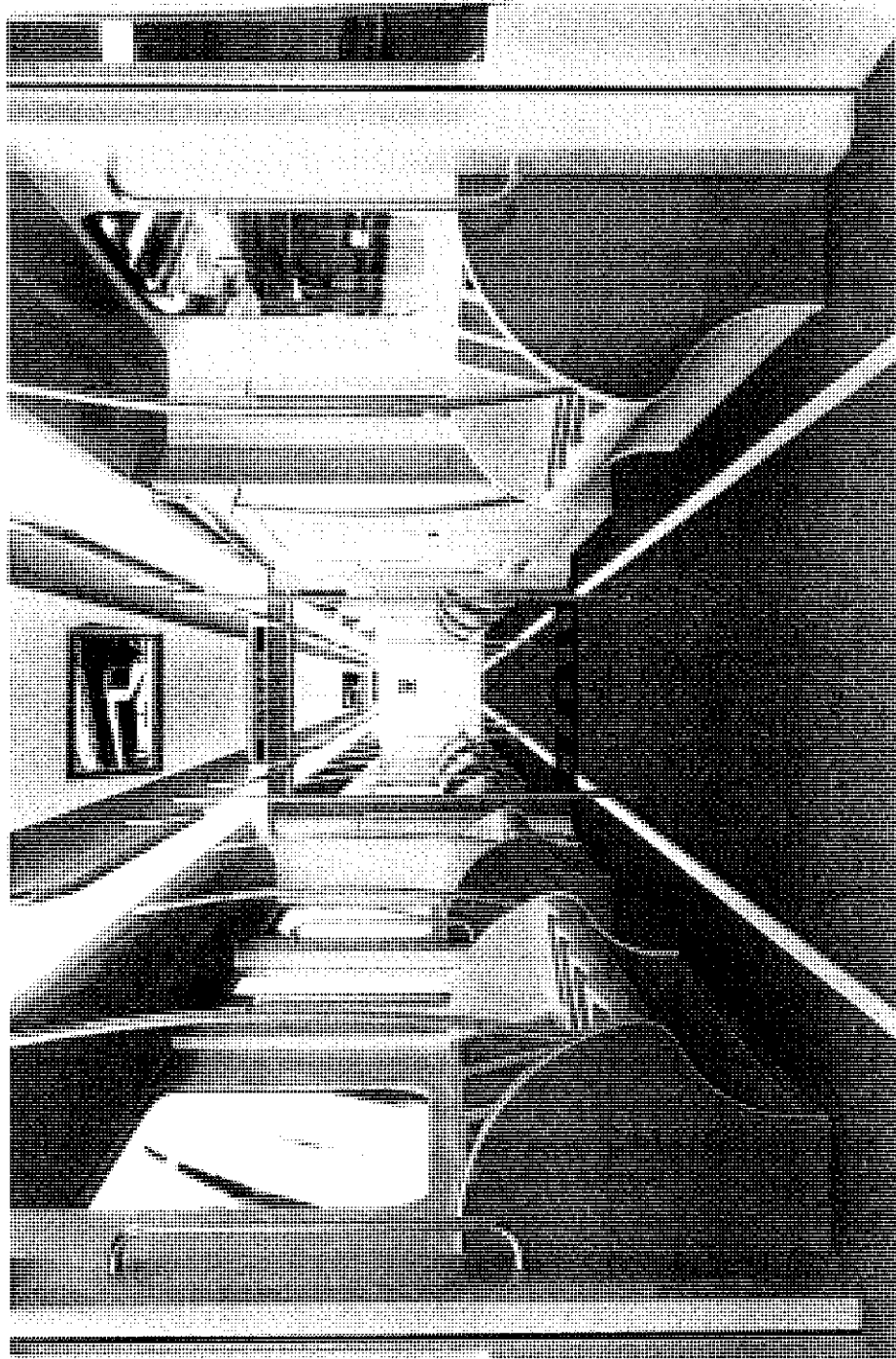
Mondo Punti 33

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO BARRI BACABE CARGA
RESPONSABLE LEGAL



001945 [9552]

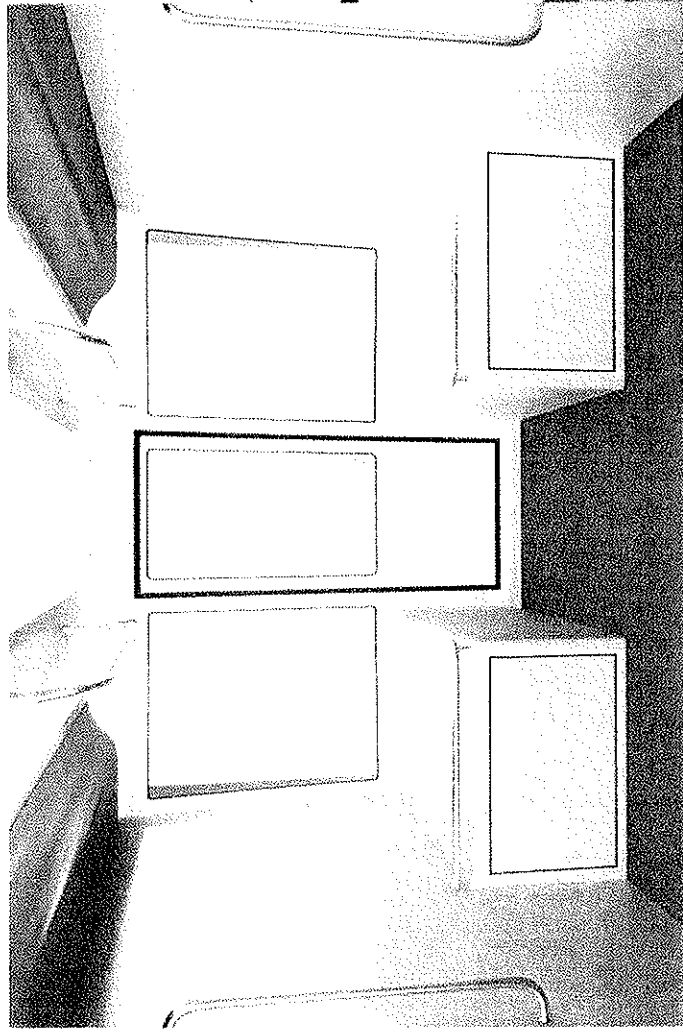
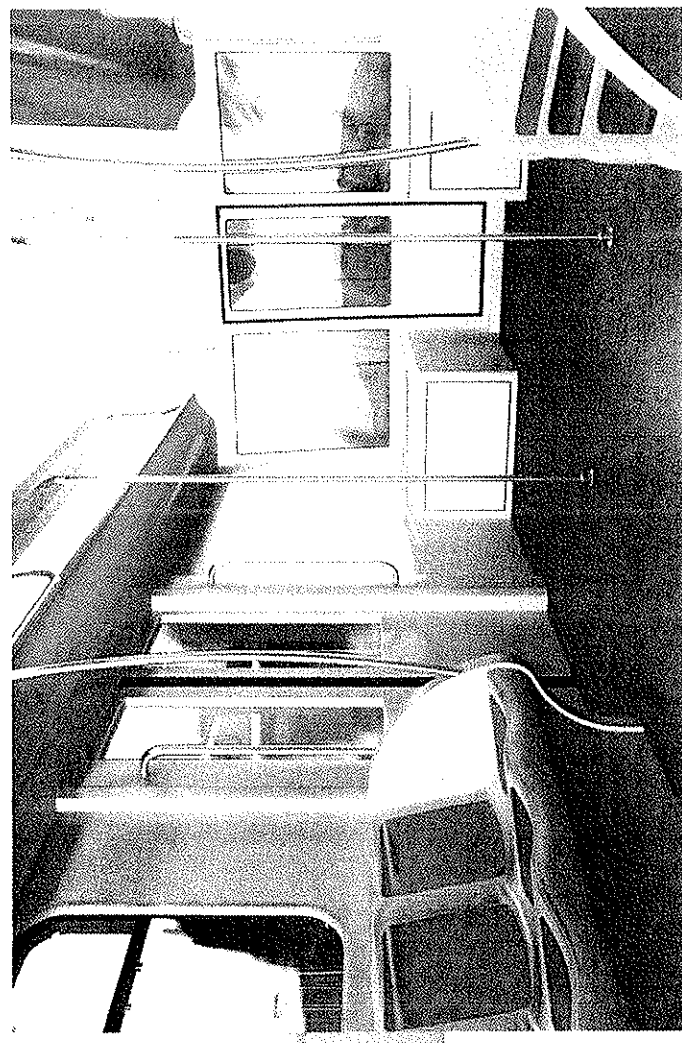
Solución interior -B-



CONSORCIO METRO DE LIMA
ALFONSO JIMÉNEZ CASAS GARCÍA
REPRESENTANTE LOCAL



[9554]
009147



CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO PINO LACABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

