

INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

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

INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO	
		<p>Apéndice 3. Dimensionamiento del revestimiento definitivo de las cavemas</p> <p>Apéndice 4. Planos</p>
TOMO 10	A.7.	<p>ESTACIONES DE PASAJEROS</p> <p>Memoria Descriptiva General por estación</p> <p>Apéndice 1: Planos definición funcional</p> <p>A.7.1. Arquitectura por tipología de estación.</p> <p>Apéndice 1: Planos, Estaciones tipo</p> <p>A.7.2. Excavación y tratamiento de consolidación por tipología</p> <p>Apéndice 1: Planos, Proceso constructivo estaciones</p> <p>A.7.3. 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 cavema</p> <p>Apéndice 3: Planos, Estructuras de estación.</p>
TOMO 11	A.7.4.	<p>Accesibilidad del sistema y dimensionamiento de los andenes.</p> <p>Apéndice 1. Cálculos de evacuación</p> <p>Apéndice 2. Niveles de servicio de estaciones tipo</p> <p>Apéndice 3: Planos de rutas de evacuación</p>
TOMO 12	A.7.5.	<p>Instalaciones ferroviarias en estación</p> <p>A.7.6.</p> <p>A.7.6.1 Sistema de alimentación eléctrica</p> <p>A.7.6.2 Sistema de las puertas de andén</p> <p>A.7.6.3 Sistema de control de pasajeros</p> <p>A.7.6.4 Sistema de telecomunicaciones</p> <p>A.7.6.5 Sistema de señalización</p> <p>A.7.6.6 Dimensionamiento de torniquetes</p>
TOMO 13	A.7.7.	<p>Simulaciones del flujo de pasajeros</p> <p>Apéndice 1. Cálculos de Evacuación</p> <p>Apéndice 2. Informes de simulación</p> <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>
TOMO 14	A.8.3.	<p>Soluciones de ingeniería</p> <p>A.8.4. Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Línea 2</p> <p>A.8.5. Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Ramal Av. Faucett- Av. Gambetta Línea 4</p> <p>A.8.6. Patios talleres (Santa Anita y Bocanegra)</p> <p>Apéndice 1: Planos</p> <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>
TOMO 15	A.9.3	<p>Arquitectura de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o salidas de emergencia</p> <p>A.9.3.1. Arquitectura de los Patios Taller.</p> <p>Apéndice 1: Planos</p> <p>A.9.3.2. Arquitectura de los Pozos de ventilación y salidas de emergencia</p> <p>Apéndice 1: Planos definición geométrica</p> <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>
	A.9.5	<p>Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes</p> <p>A.9.5.1. Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes, Patios taller</p> <p>A.9.5.2. Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes, Pozos</p> <p>Apéndice 1: Pozos laterales sin presencia de nivel freático</p> <p>Apéndice 2: Pozos cenitales sin presencia de nivel freático</p> <p>Apéndice 3: Pozo cenital tramo túnel TMB en presencia de nivel freático</p> <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>Apéndice 1: Planos</p> <p>A.9.6.2. Esquema alimentación eléctrica de los patios talleres.</p> <p>A.9.6.3. Esquema ferroviario y Señalización de los patios talleres.</p> <p>A.9.7. Instalaciones no ferroviarias de patios taller y pozos de ventilación y emergencia</p> <p>A.10. DESVÍOS</p> <p>Apéndice 1: Planos macrodesvíos</p>
	<p>B</p> <p>DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES</p> <p>B1 Equipos y materiales para el proyecto, las obras civiles y el equipamiento</p> <p><u>Equipos</u></p> <p>B.1.a.1 Selección de procedencia y tecnología</p> <p>B.1.a.2 Seguridad, oportunidad y optimización</p> <p>B.1.a.3 Gestiones y ruta crítica</p> <p>Gestiones. Transporte a pie de obra</p> <p>Gestiones. Importación</p> <p>Gestiones. Requerimientos de montaje y desmontaje</p> <p>Ruta crítica. Cronograma de suministro</p> <p><u>Materiales</u></p> <p>B.1.b.1 Selección de procedencia y tecnología</p> <p>B.1.b.2 Seguridad, oportunidad y optimización</p> <p>B.1.b.3 Gestiones y ruta crítica</p> <p>Gestiones. Transporte a pie de obra</p> <p>Gestiones. Importación</p> <p>Gestiones. Acopios</p> <p>Ruta crítica. Cronograma de suministro</p>
TOMO 17	<p>C</p> <p>DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO</p> <p>C.1</p> <p>C.1.1. 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	Apéndice 1: Cálculos
TOMO 20	Apéndice 1: Cálculos
TOMO 21	Apéndice 1: Cálculos Apéndice 2: Planos
TOMO 22	Apéndice 2: Planos

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

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



INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

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

INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO		CONTENIDO
	N.1. N.2.	HITOS DE OBRAS POR ETAPAS HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS
TOMO 30	O	INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
	O.1. O.1.1. O.1.2.	ESTUDIOS BÁSICOS Topografía de detalle Apéndice 1: Planos Estudio geotécnico Apéndice 1: Registro de sondeos mecánicos Apéndice 2: Registro de caicata 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. O.2.1.	GEOMETRÍA (Trazado) Trazado de las vías Apéndice 1: Planos
TOMO 32	O.3	TÚNELES
	O.3.1. O.3.2.	Memoria descriptiva con definición de los métodos constructivos Diseño de las secciones tipo de túnel Apéndice 1. Modelización numérica (flac3d) revestimiento primario. Apéndice 2. Obtención de los esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos. Apéndice 3. Modelización numérica (phase2d) revestimiento definitivo. Apéndice 4. Dimensionamiento revestimiento definitivo del túnel de línea Apéndice 5. Cálculos de daños a estructuras sensibles. Apéndice 6. Cálculos de la cubeta de subsidencias. Apéndice 7. Planos
	O.3.3	Diseño de la conexión subterránea con Patio Santa Anita (Ramal a Talleres) Apéndice 1: Cálculos de ramales Santa Anita Apéndice 2: Planos
	O.3.4.	Pozos de ataque (ventilación) Apéndice 1: Planos
	O.4	ESTACIONES
	O.4.1. O.4.2. O.4.3.	Memoria descriptiva de las estaciones Apéndice 1. Planos Arquitectura de estaciones Accesibilidad del sistema y dimensionamiento de los andenes. Apéndice 1. Cálculos de evacuación Apéndice 2: Planos Apéndice 3: Simulaciones de flujo en estación
	O.4.4.	Estructuras Apéndice 1. Memoria de cálculo estructural. Estación de Evitamiento
TOMO 33		Apéndice 2. Memoria de cálculo estructural. Estación Ovalo Santa Anita
TOMO 34		Apéndice 3. Planos
TOMO 35	O.5.	PATIO TALLER SANTA ANITA
	O.5.1. O.5.2.	Memoria descriptiva del Patio de Santa Anita. Descripción funcional Apéndice 1: Planos 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 O.6.1.	CRONOGRAMA Cronograma detallado Primera Etapa A


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL


001739

A.5.2.	A) DISEÑO DE INGENIERÍA
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

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

A.5.2. TIPO DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN GARCÍA GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL





Índice

001740

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



5.2.5.4	Márgenes.....	38
5.3	MONTAJE DE VÍA Y SOLDADURA DE LOS RIELES	38
5.3.1	Precauciones a tomar durante el montaje.....	43
5.3.2	Progresión del montaje de vía.....	44
5.3.3	Situación de la vía y soldadura del riel.....	44
5.4	SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA	46
5.4.1	Generalidades	46
5.4.2	Preparación de la junta.....	47
5.4.3	Preparación del molde.....	48
5.4.4	Colada blanca.....	49
5.4.5	Eliminación del depósito de corindón.....	49
5.4.6	Corte de la mazarota (fundición).....	50
5.4.7	Acabado de la soldadura.....	50
5.4.8	Marcaje de la soldadura.....	51
5.5	AJUSTE Y HORMIGONADO DE LA VÍA	51
5.5.1	Montaje de los encofrados	51
5.5.2	Dispositivos para la alineación y nivelación de la vía.....	51
5.5.3	Primer ajuste de la vía	54
5.5.4	Ajuste final de la vía.....	54
5.5.5	Medidas de protección para las fijaciones durante el hormigonado.....	55
5.5.6	Método de hormigonado y transporte del hormigón.....	55
5.5.7	Características del hormigón.....	55
5.5.8	Transiciones.....	56
5.5.9	Pasos finales	57
5.6	RECEPCIÓN DE LA VÍA	57
6	CONTROL DE LAS VIBRACIONES Y RUIDO SECUNDARIO	58
6.1	PLACA ADHERIZADA CON FIJACIÓN DFF/ADH.....	60
6.2	PLACA CON FIJACIÓN DFF/T Y CLIPS DSA.....	65
6.3	MANTA ELASTOMÉRICA	67
7	DESCRIPCIÓN Y ELEMENTOS QUE COMPONEN LA SUPERESTRUCTURA EN LOS PATIOS TALLER	68
8	CUMPLIMIENTO DE LOS NIVELES DE SERVICIO	68

Apéndice 1. Planos de esquema de vía y secciones tipo



[Handwritten signature]



001742

1 INTRODUCCIÓN

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

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

2 ESQUEMA DE VÍAS

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

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

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

CONSORCIO [2108]
AL SECTOR PÚBLICO
INSTITUTO LOCAL



CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

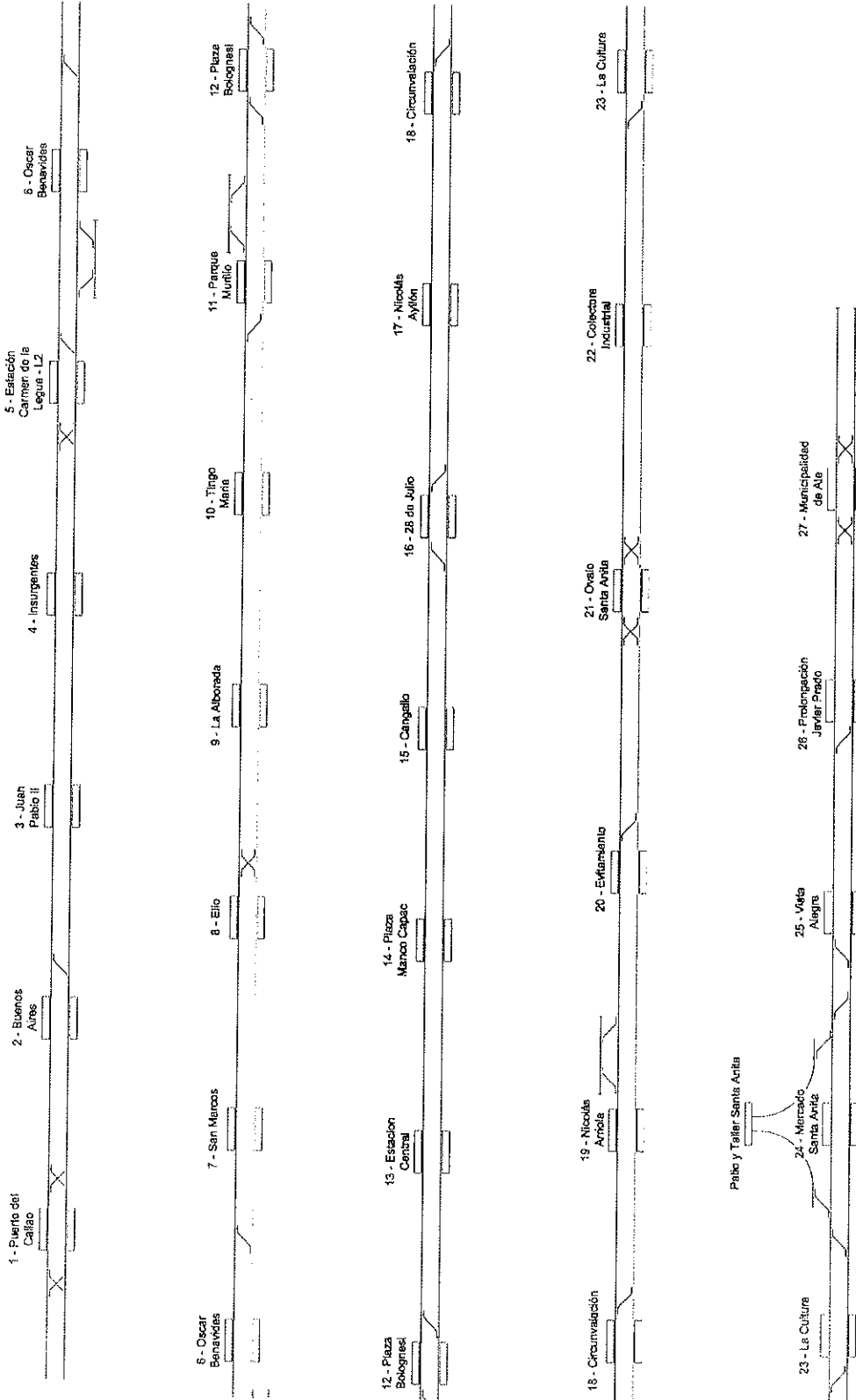


Figura 1. Esquema de vías. Línea 2

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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
S.A. - CONSORCIO PARA LA OBRAS BÁSICAS
DEL METRO DE LIMA Y CALLAO



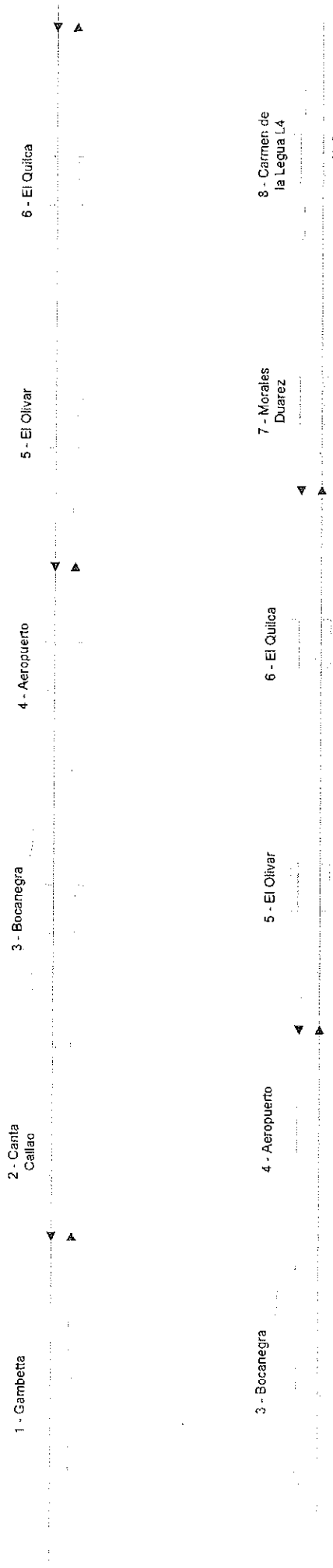


Figura 2. Esquema de vías. Línea 4

[2110]

001747

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO ANTE - INGENIERO
MATERIA CIVIL - LEGAL



[Handwritten signature]



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

100
[5]



3 SECCIONES TIPO EN VÍA GENERAL

001745

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

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

Las dimensiones generales de la vía son las siguientes:

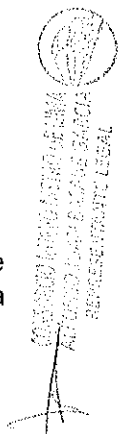
– Ancho de la vía.....	1,435 m
– Entreeje:	
• En recta.....	3,800 m
• En curva.....	3.800 m
– Gálibo horizontal:	
• En túnel convencional.....	9,26 m
• En túnel TBM.....	9,38 m
• En estación.....	7,20 m
– Gálibo vertical (distancia a la clave):	
• En túnel convencional.....	6,41 m
• En túnel TBM.....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

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

El sistema diseñado para la superestructura en la línea ha sido el de vía en placa o vía sobre placa de hormigón. El empleo de este sistema evita la inclusión de cálculos estructurales, ya que no se requieren por su método constructivo

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

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





001746

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

4.1 RIEL

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

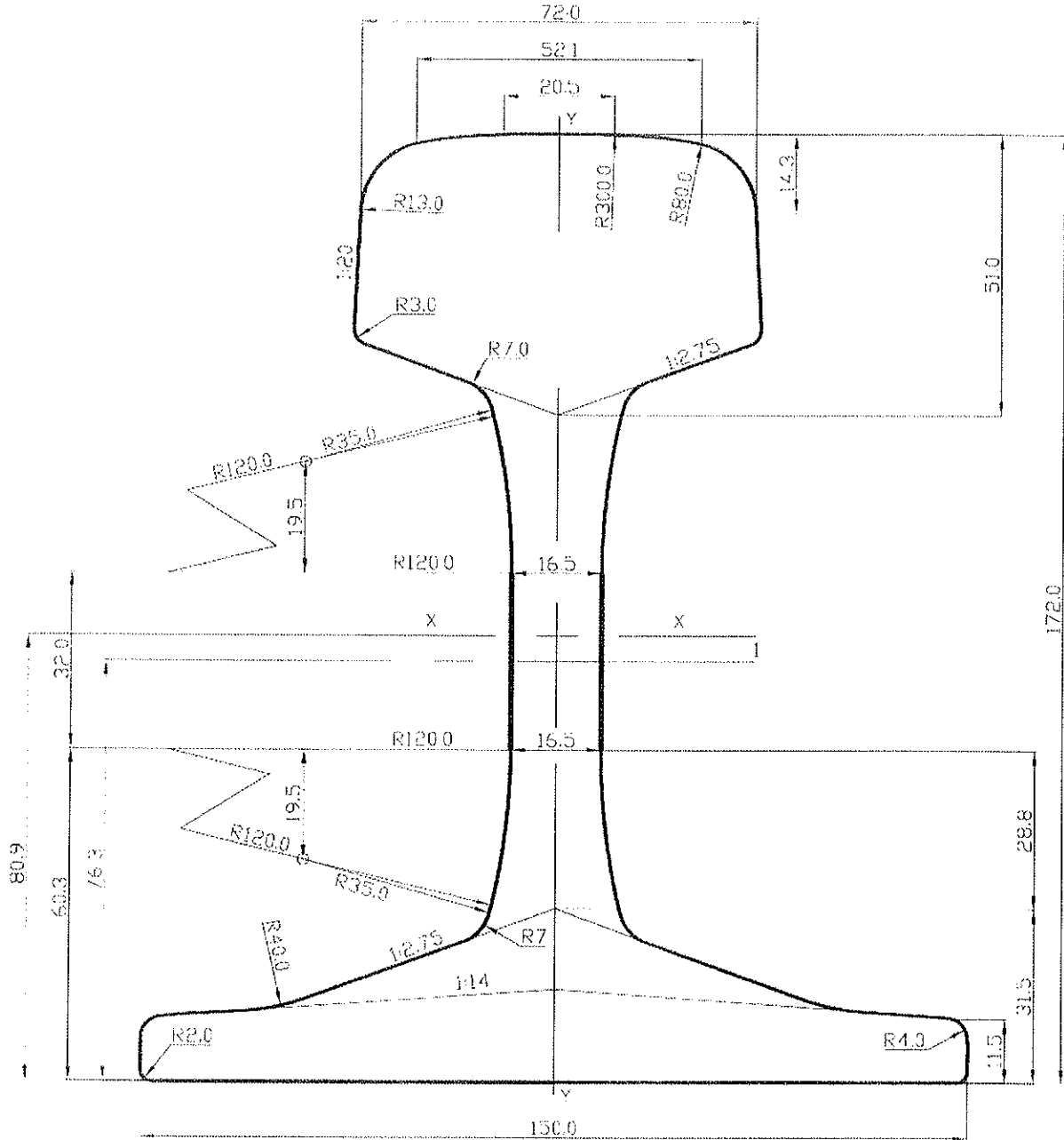
Las características de los rieles 60 son las siguientes, referidas a la Norma Europea CEN/TC256/WG4 "Flat Bottom symmetrical railways rails 46 Kg/m and above":

- A) Perfil del riel: clase X
- B) Enderezado: clase A
- C) Grado del acero: 260 (Carbono-Manganeso)
- D) Sección: 76,70 cm²
- E) Masa: 60,21 kg/m
- F) Resistencia a tracción: $R_m > 880$ N/mm²
- G) Dureza: 260/300 HBW
- H) Alargamiento: $A > 10$ %

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

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





Mass / Masa		60,21 kg/m
Area / Área		70,70 cm
Moment of inertia / Momento de inercia	X-X	3038,3 cm ⁴
	Y-Y	512,3 cm ⁴
Section modulus / Módulo de sección	X-X Head / Cabeza	333,6 cm ³
	X-X Base / Pie	375,5 cm ³
	Y-Y Axis / Eje	66,3 cm ³

Figura 3. Geometría del riel 60 E1

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AV. FAUCETT 1000 - LIMA
 TEL: 011 426 2000



4.2 SUJECIONES

4.2.1 Introducción

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

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

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

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

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

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

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

4.2.2 Sistema de fijación DFF/T

4.2.2.1 Descripción

Este sistema está formado por:

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



001749

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

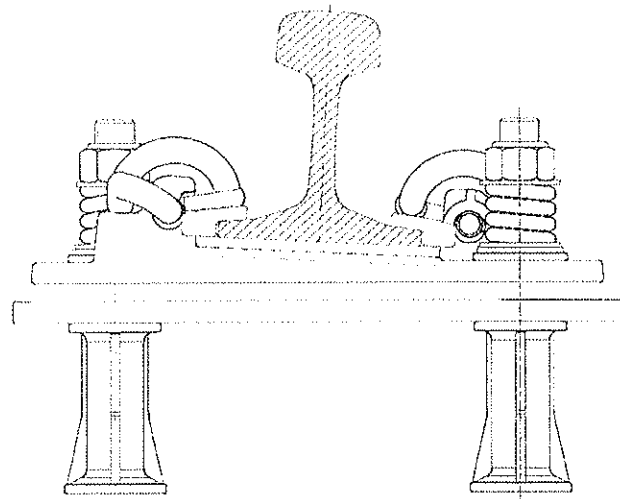
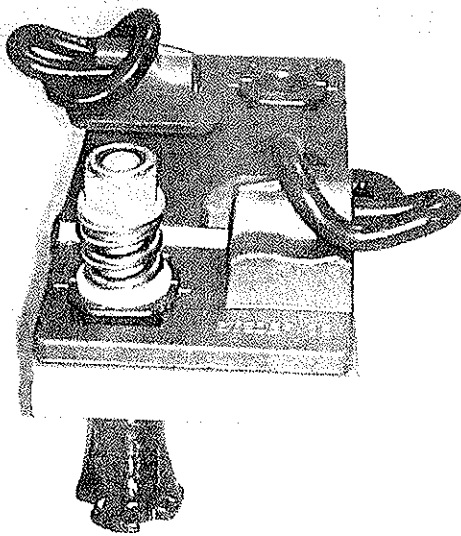


Figura 4. Sujeción DFF/T

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

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

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

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

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



001750

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

4.2.2.2 Fijación DSA

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

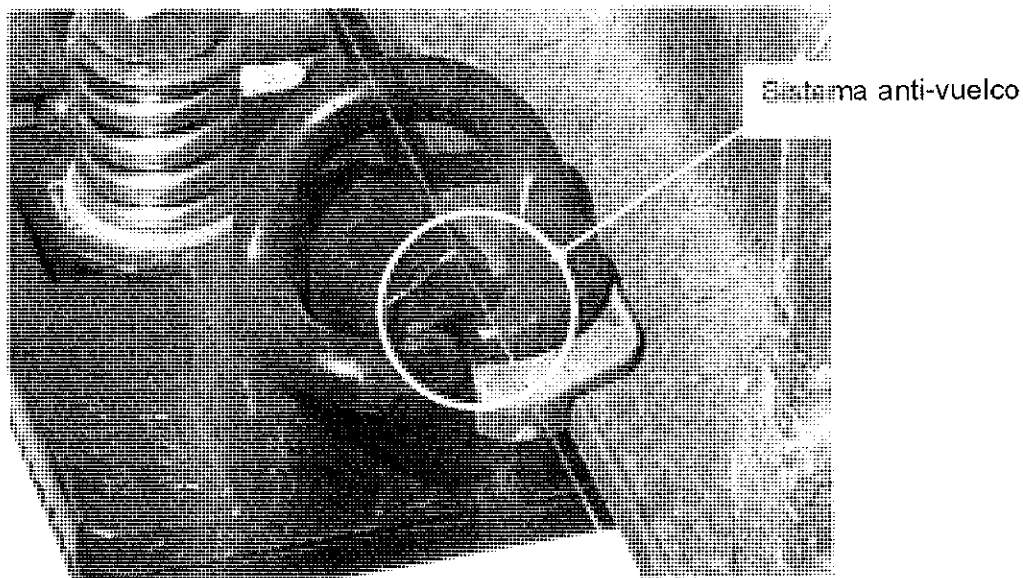
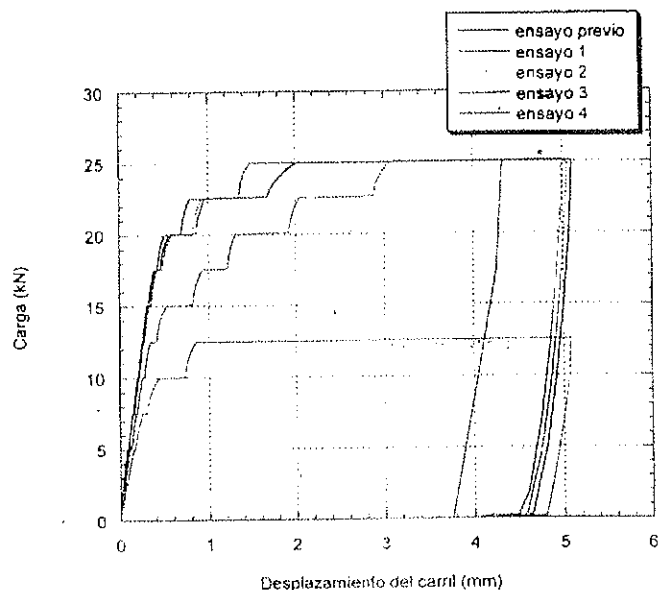


Figura 5. Clip DSA para la sujeción DFF/T

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



Handwritten signature and official stamp of the project.



Figura 6. Resistencia al deslizamiento

001751

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

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

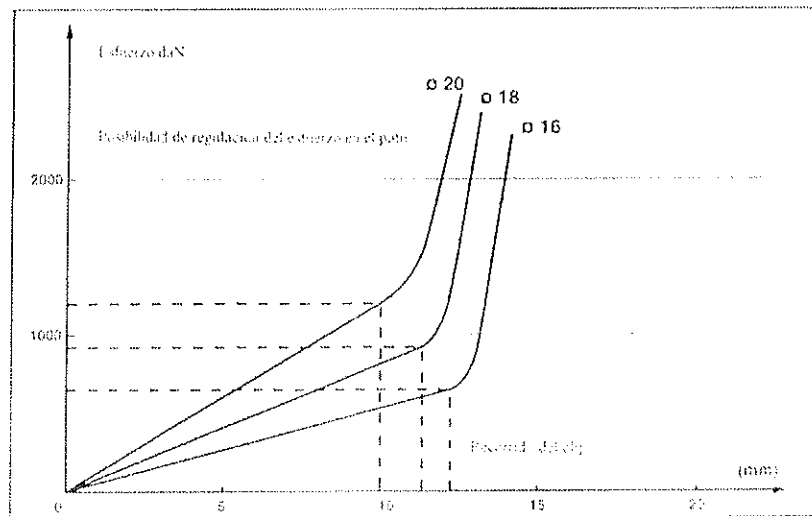
- El sistema de fijación DSA permite, gracias a su dispositivo antivuelco, la utilización de suelas bajo patín de riel de baja rigidez.
- Esta baja rigidez asociada a la masa del riel permite un filtraje eficaz de las altas frecuencias vibratorias, es decir los choques antes mencionados; de lo cual resulta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

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

4.2.2.3 Ensayos de fatiga del sistema

Resultados del ensayo:

CARACTERISTICAS DE LOS CLIPS



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

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

Figura 7. Resultados del ensayo de fatiga

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

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



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

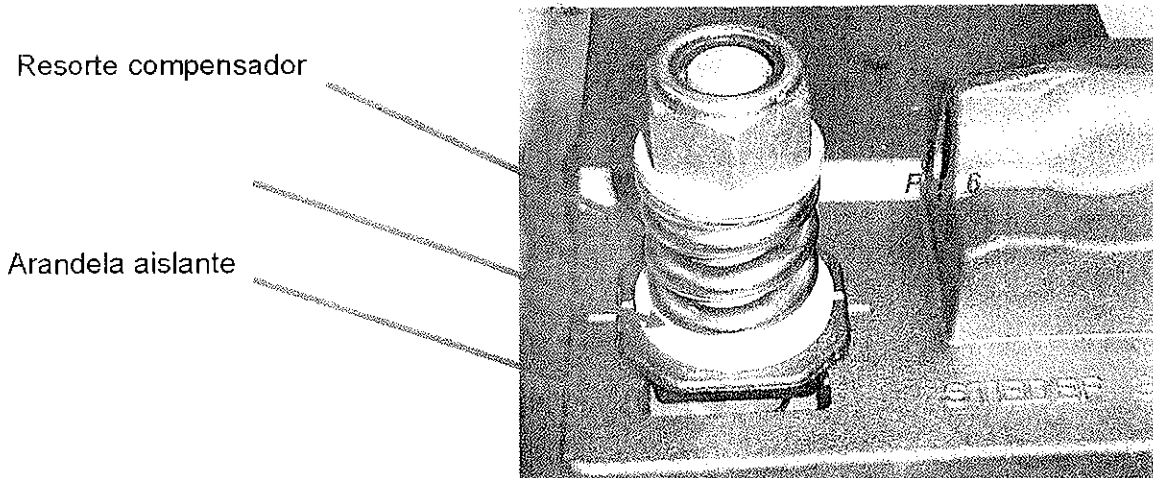
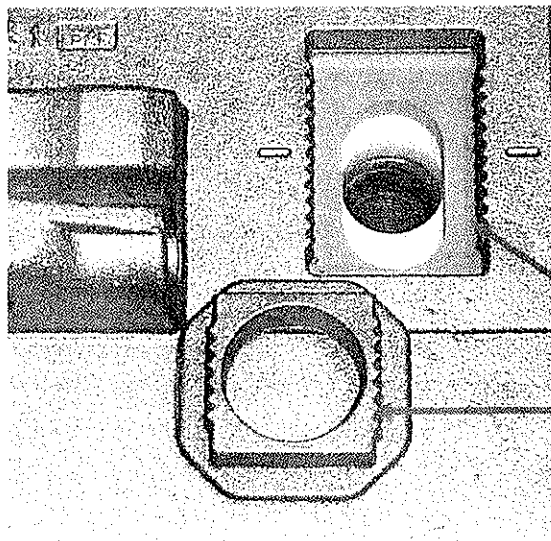


Figura 8. Detalle del resorte compensador

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



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

Dentado placa base

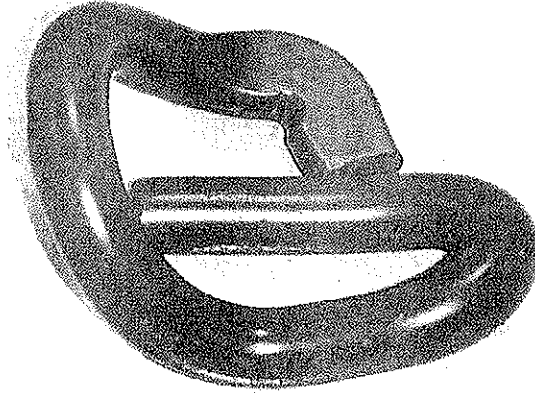
Dentado posicionador

Figura 9. Dentados para correcciones

Oficina de Ingeniería y Mantenimiento
 Calle de la Ingeniería 100
 Lima, Perú
 [Signature]

4.2.2.4 Descripción de los elementos

CLIP DSA



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

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

Figura 10. Clip DSA

PLACA METÁLICA DE APOYO DEL RIEL

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

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

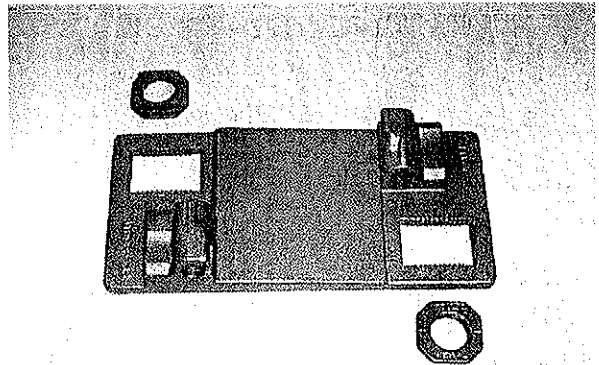
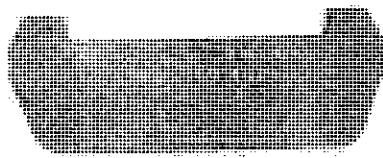
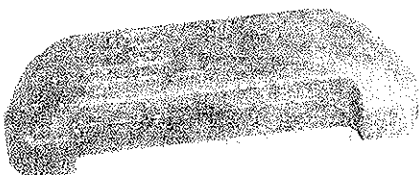


Figura 11. Placa metálica de apoyo

TOPES AISLANTES



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



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

CONTROLADO POR:
 TÉCNICO SUPERVISOR EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURAS
 2017.03.29 10:00 AM
 FIRMADO DIGITALMENTE:





001754

Figura 12. Topes aislantes

CONJUNTO SUELO ATENUADORA Y SUPLEMENTO

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

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

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

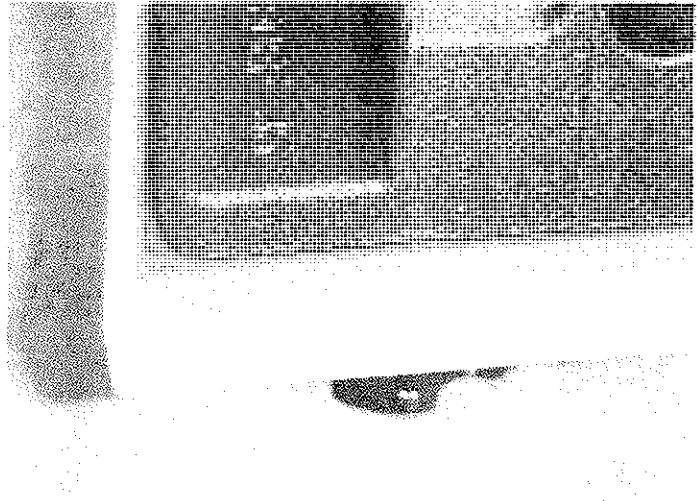


Figura 13. Suela atenuadora

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

4.2.2.5 Forma de suministro

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

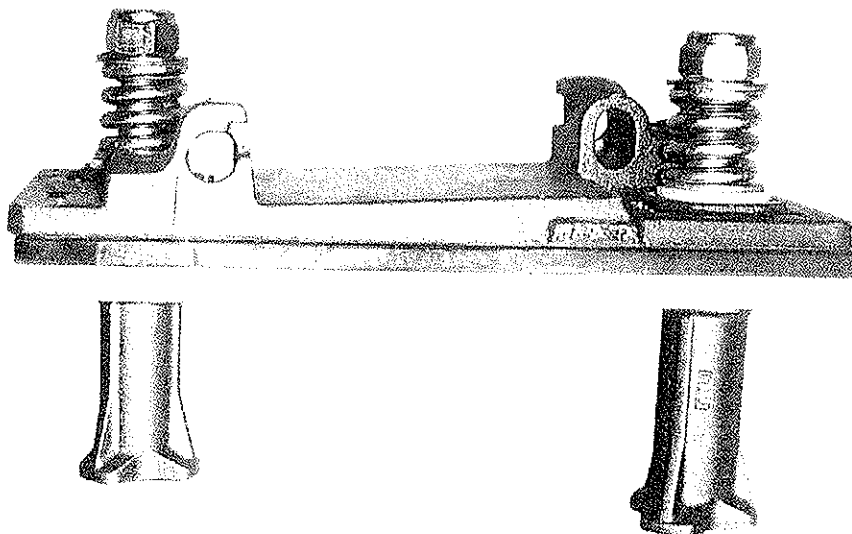


Figura 14. Sujeción DFF/T premontada

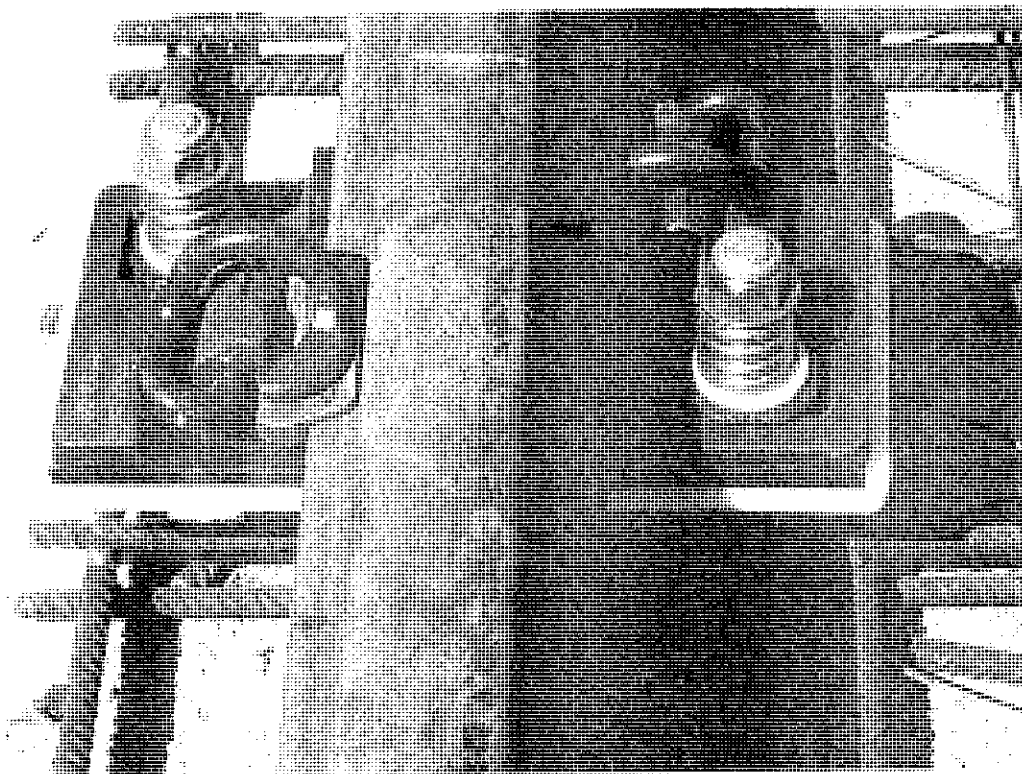


Figura 15. Sujeción DFF/T montada y a punto de verter el hormigón de calado

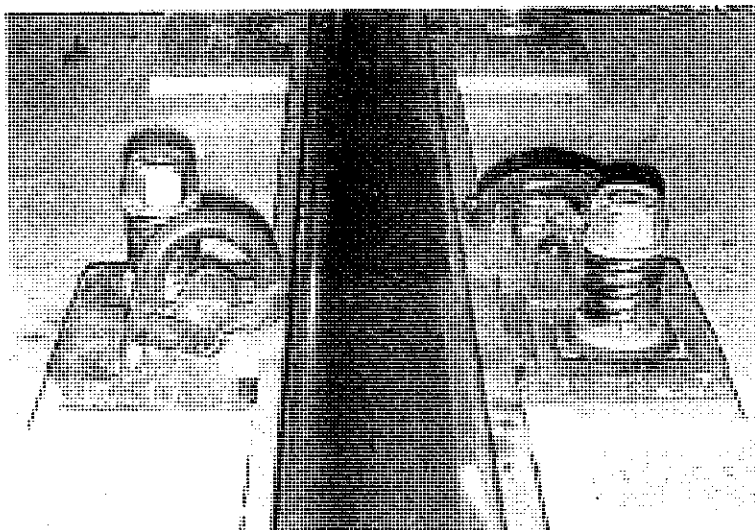


Figura 16. Sujeción DFF/T con el hormigón de calado

CONSORCIO 2121
NUEVO METRO DE LIMA
REPUBLICA DEL PERU





4.2.4 Sistema de fijación DFF-ADH

001756

4.2.4.1 Descripción

El sistema se basa en:

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

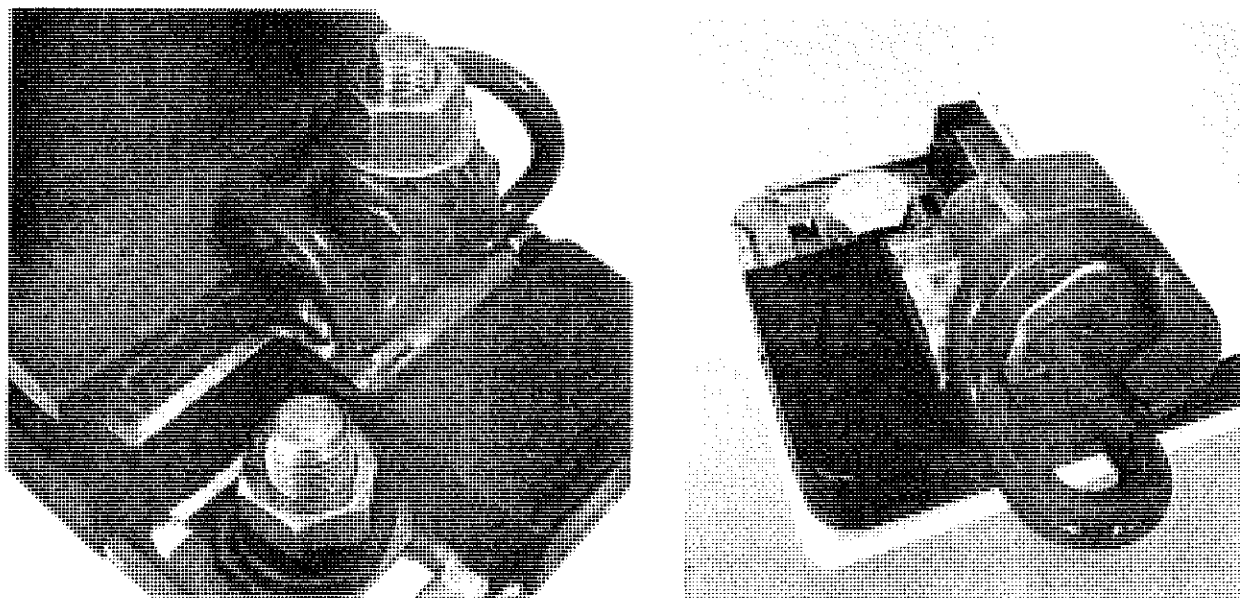


Figura 17. Sujeción DFF-ADH

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

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

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





001757

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

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

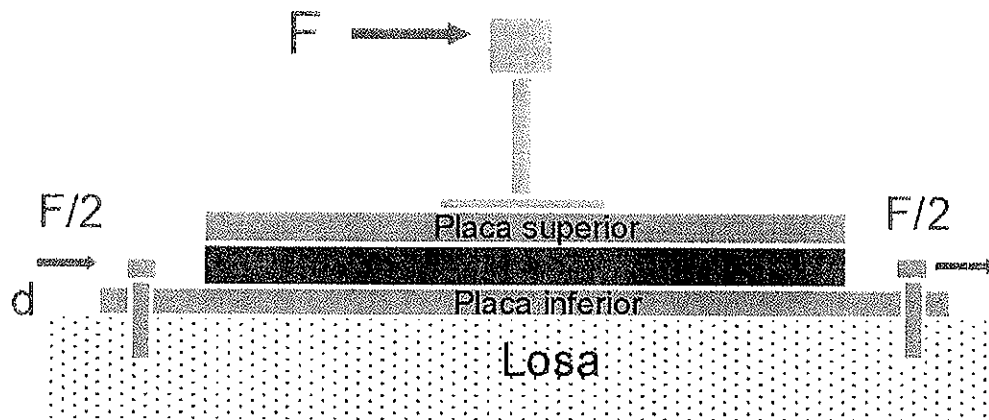


Figura 18. Detalle de las suelas elásticas

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

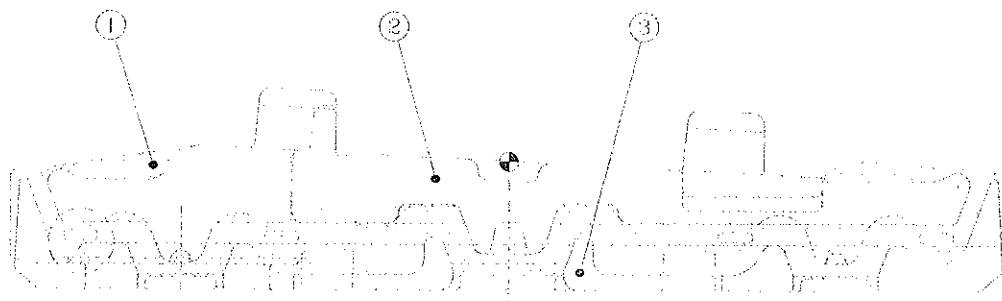


Figura 19. Detalle del elastómero adherizado

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



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

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

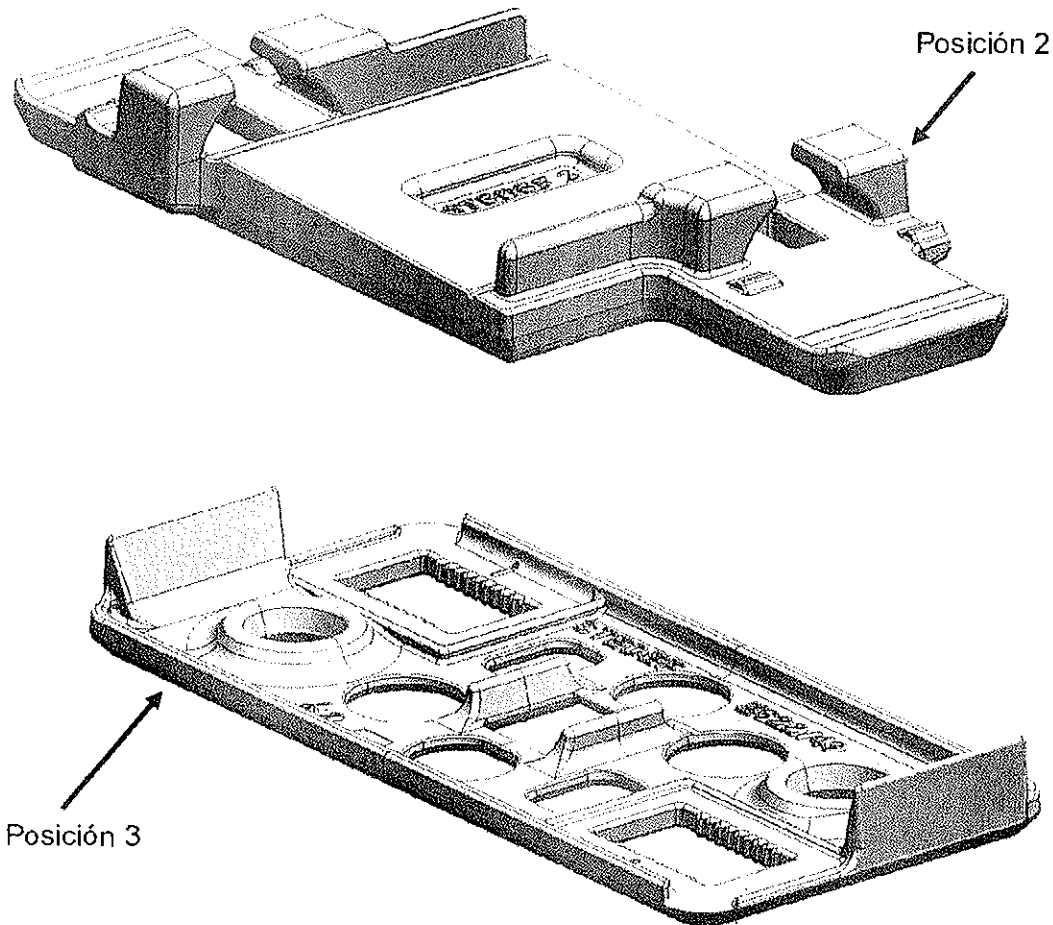



Figura 20. Detalle de las placas superior e inferior

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

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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AV. FAUCETT 2000, LIMA
 TEL: 011 476 1000



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

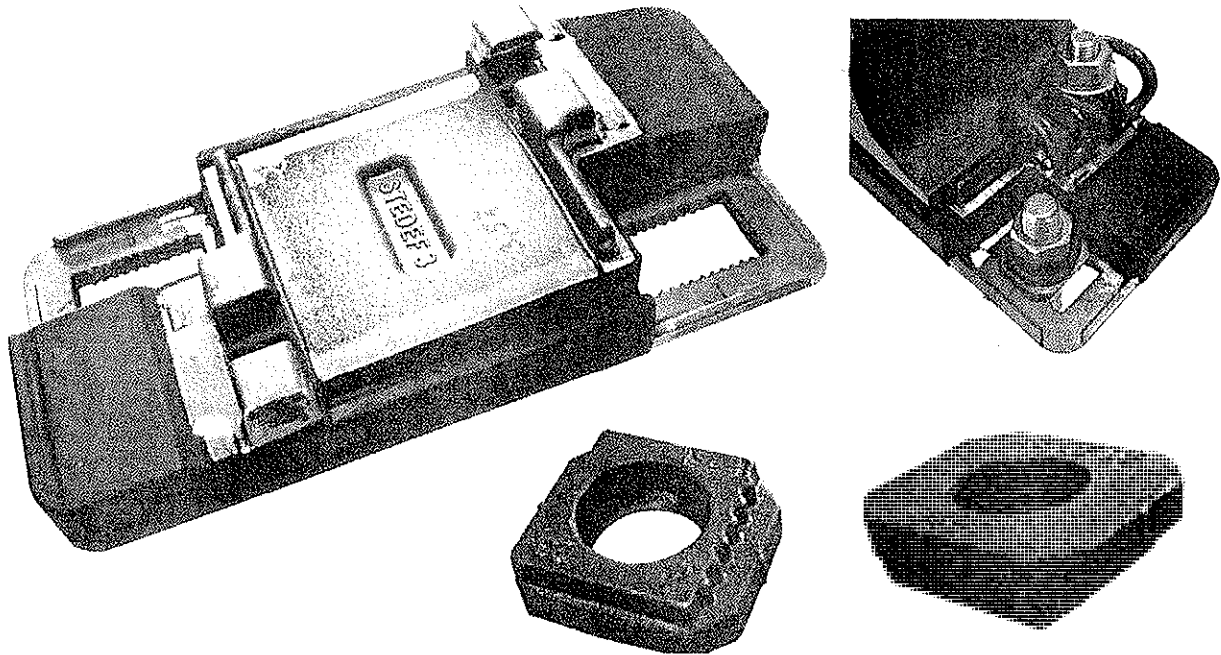


Figura 21. Detalle del sistema de regulación

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

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

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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AL SECTOR DE LA INVERSIÓN PRIVADA
 BANCO DE CRÉDITOS



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

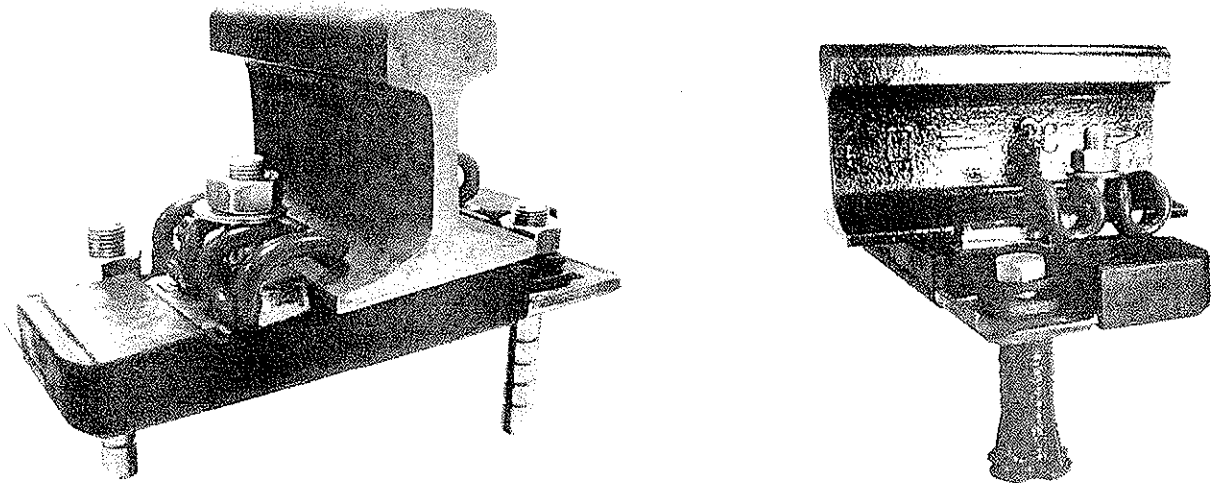


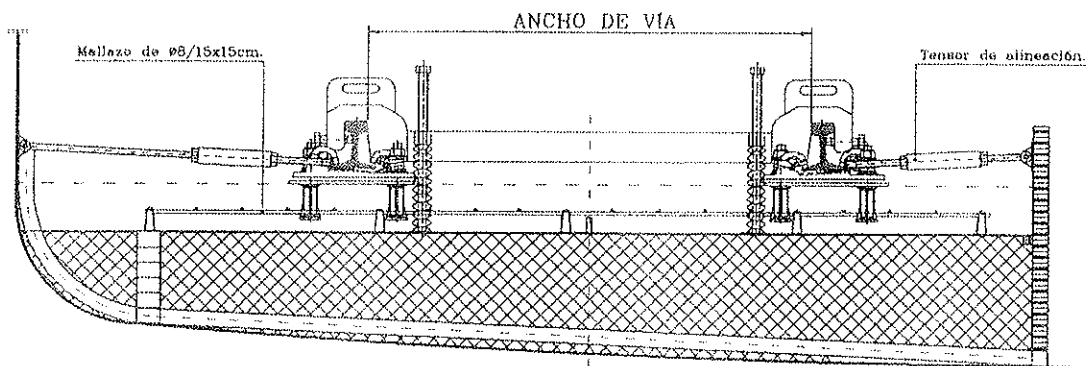
Figura 22. Sujeciones DFF-ADH con tornillería

4.2.4.2 Sistema de montaje

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

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

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

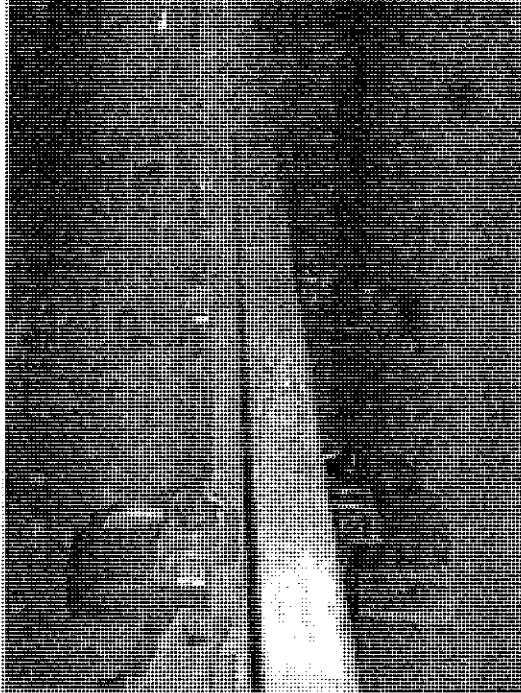


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 Oficina de Ingeniería y Diseño
 Calle de la Libertad 1001
 Lima, Perú

Figura 23. Montaje de vía Top and Down

001761

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



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

Figura 24. Montaje finalizado

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

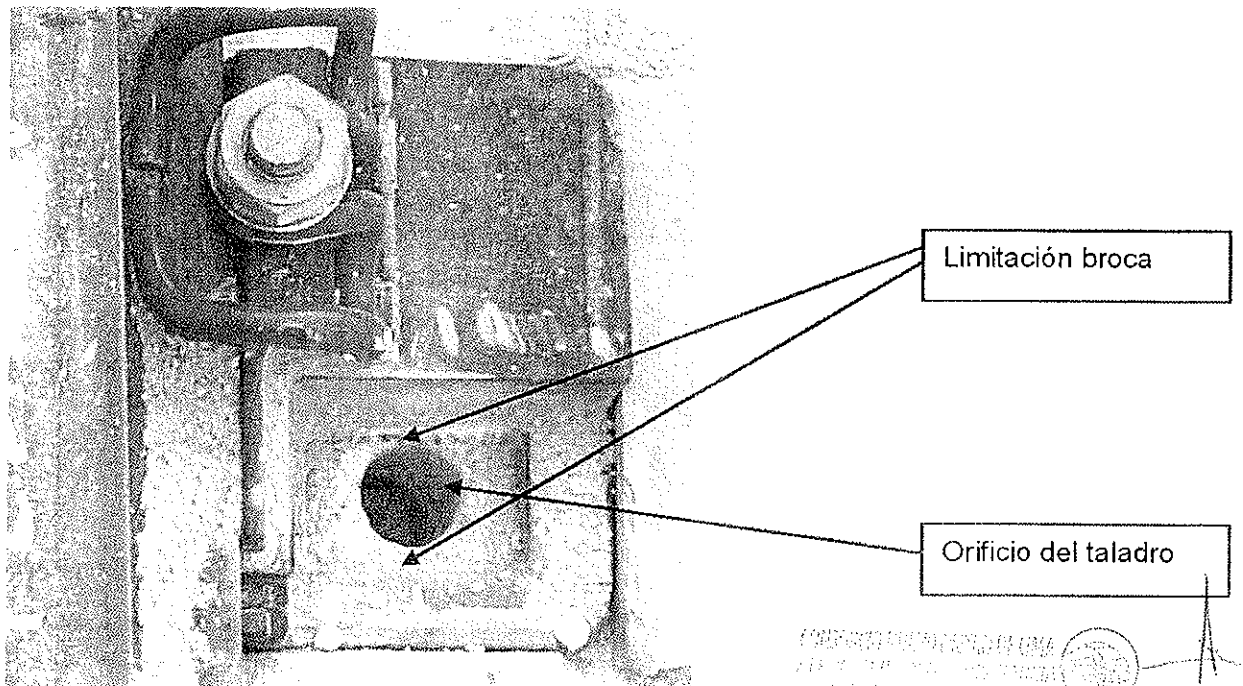


Figura 25. Montaje finalizado

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

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

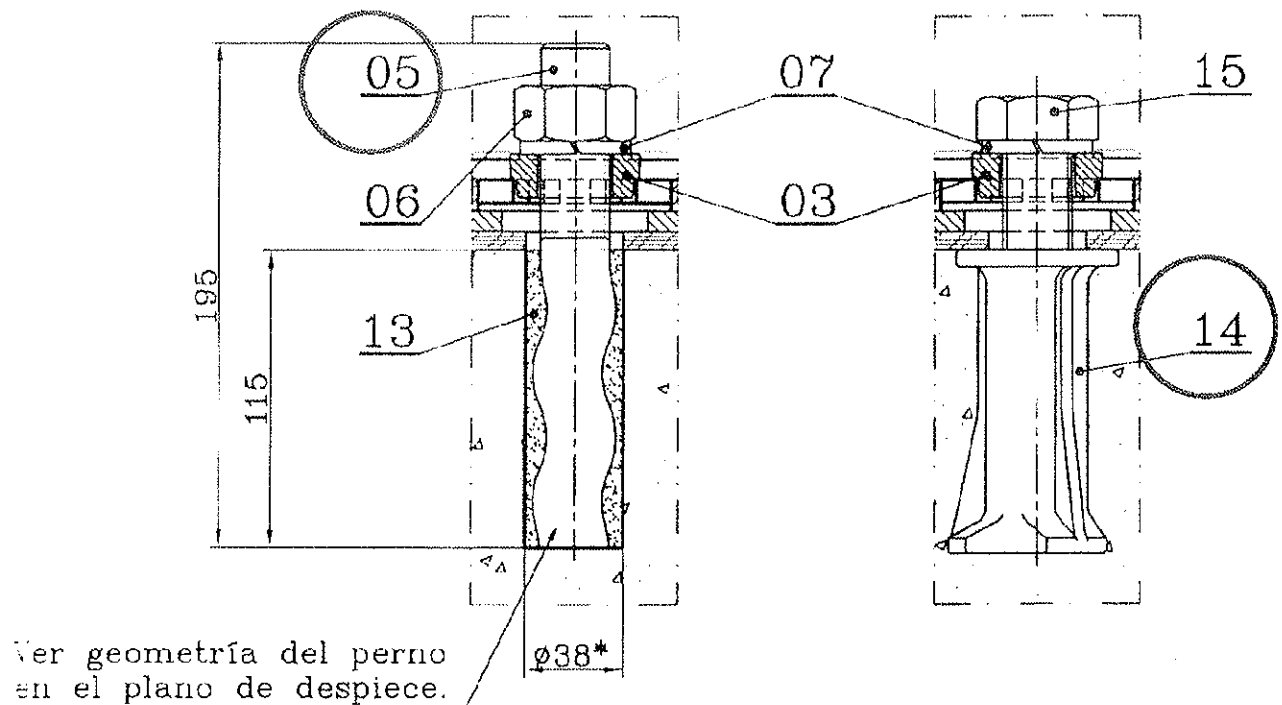
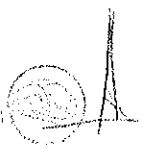


Figura 26. Detalle de los anclajes

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

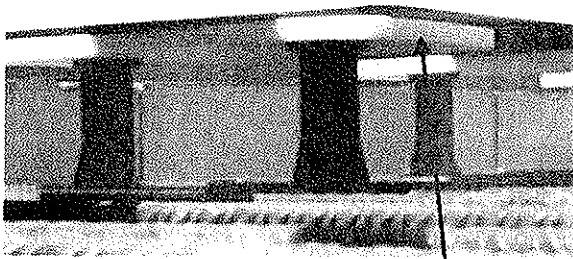
Por lo que respecta a la **nivelación del riel** y poder tener la posibilidad de ajuste, debajo del sistema de fijación DFF/ADH, se coloca una placa plástica de 10 a 15 mm cuya finalidad es poder sustituir la misma por otra placa de distinto espesor a fin de disponer de estos 15 mm para poder ajustar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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JOSÉ DEL PUERTO - GARCÍA
 GERENTE GENERAL

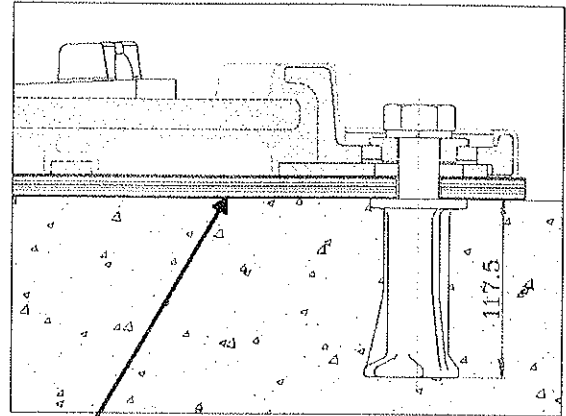




001763



Antes de verter el hormigón de calado



Detalle placa plástica

Placa plástica intermedia de regulación

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

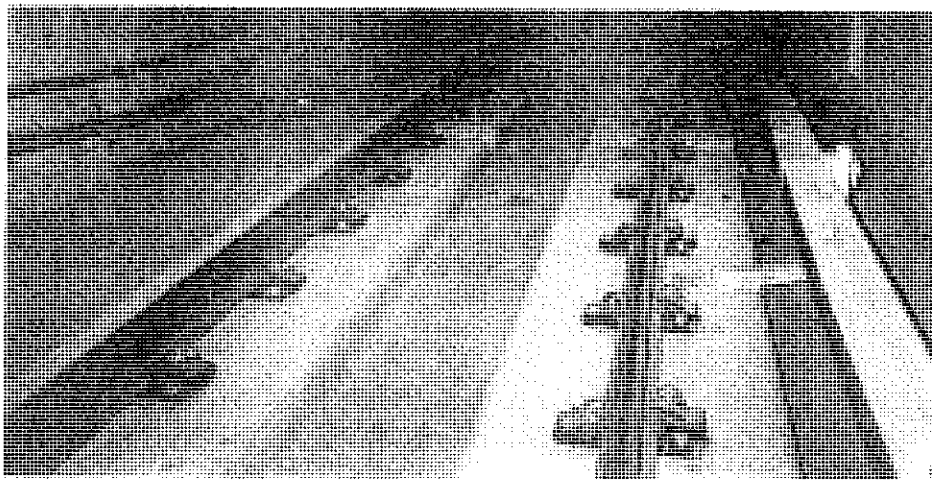


Figura 27. Ejemplo de vía en funcionamiento

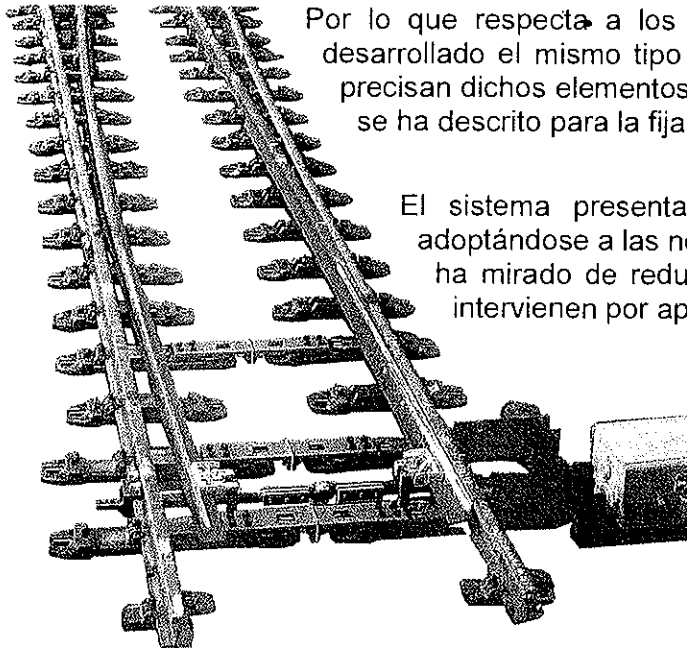
4.2.4.3 Ensayos

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

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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALBERTO BOLAÑOS VARGAS
RESP. TÉCNICO LOCAL

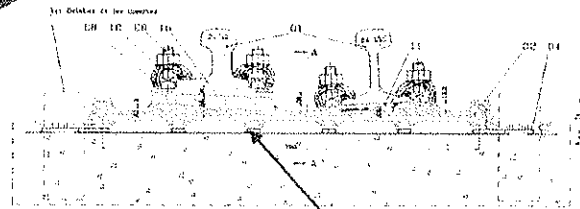
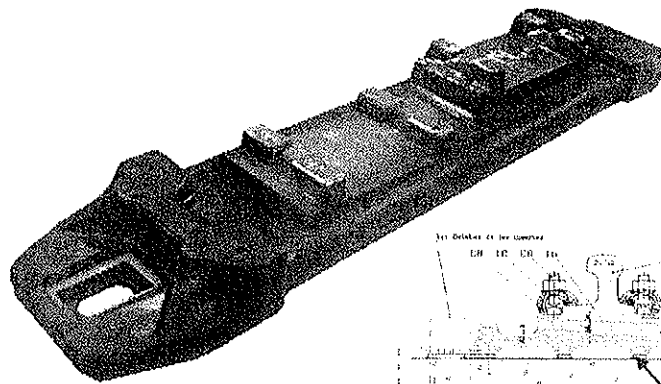
4.2.4.4 *Cambiadores de vía*



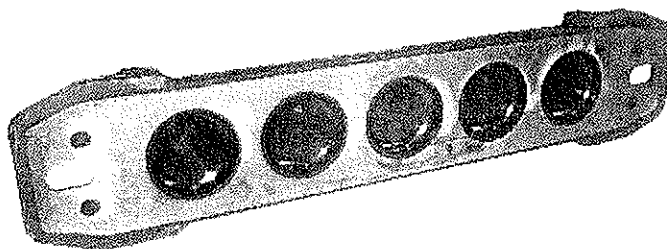
Por lo que respecta a los cambiadores o aparatos de vía, se ha desarrollado el mismo tipo de fijación adaptada a la geometría que precisan dichos elementos. La filosofía de la fijación es la misma que se ha descrito para la fijación de la vía principal.

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

Figura 28. Cambiavías con fijaciones adherizadas



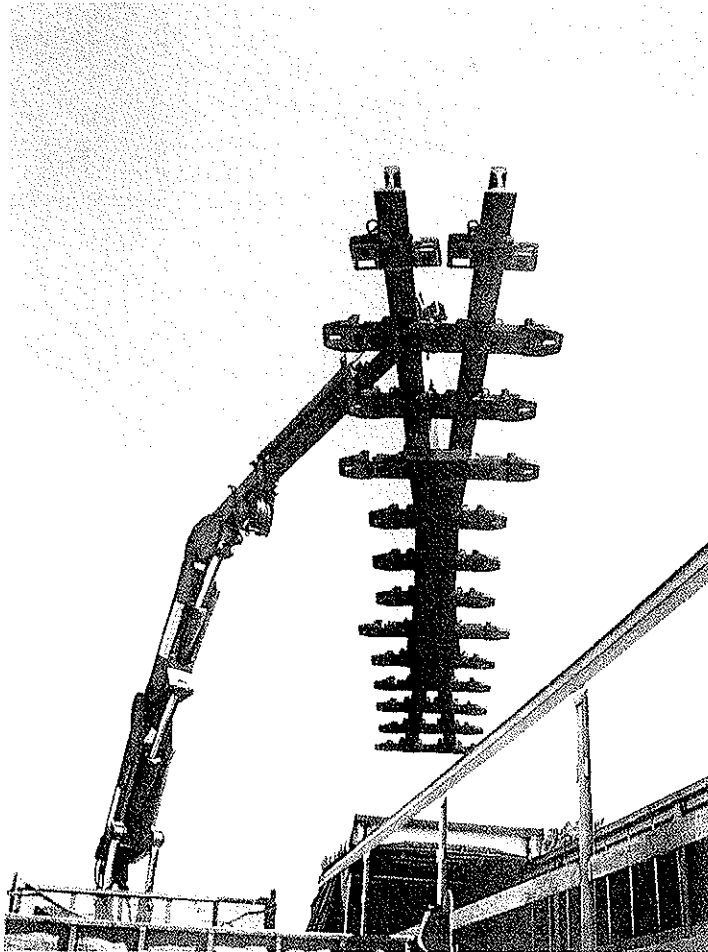
En color verde la inyección del elastómero



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALIADO DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
 DEL METRO DE LIMA

Figura 29. Sujeciones DFF-ADH para cambiavías

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



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

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

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

Figura 30. Descarga de un cambiavías

4.2.4.5 Ventajas del sistema

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

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



cualquier instalación en funcionamiento. Este montaje se realizará con el mínimo de maquinaria y en cualquier lugar y con cualquier espesor de losa, incluso en construcciones como viaductos y puentes.

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

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

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

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

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

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

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

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

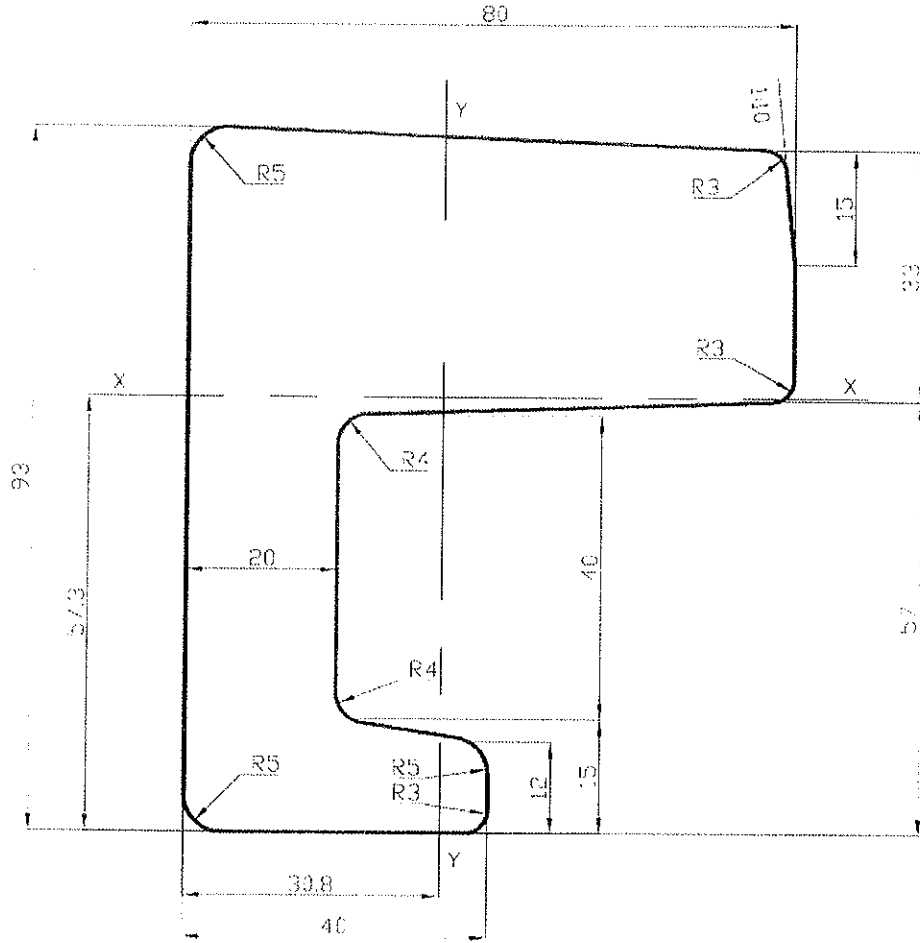
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
REPRESENTACIÓN LEGAL



4.3 CONTRARRIELES

001767

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



Mass / Masa		32,99 kg/m
Area / Área		47,02 cm ²
Moment of inertia / Momento de inercia	X-X	297,0 cm ⁴
	Y-Y	210,8 cm ⁴
Section modulus / Módulo de sección	X-X Head / Cabeza	83,7 cm ³
	X-X Base / Pie	51,8 cm ³
	Y-Y Axis / Eje	71,2 cm ³
	Y-Y Right / Derecha	41,4 cm ³

Figura 31. Geometría del contrarriel 33C1

CONSORCIO INVERSIÓN
 ALIQUILANDO Y/O ARRENTANDO
 SERVICIOS DE OBRAS



001768

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

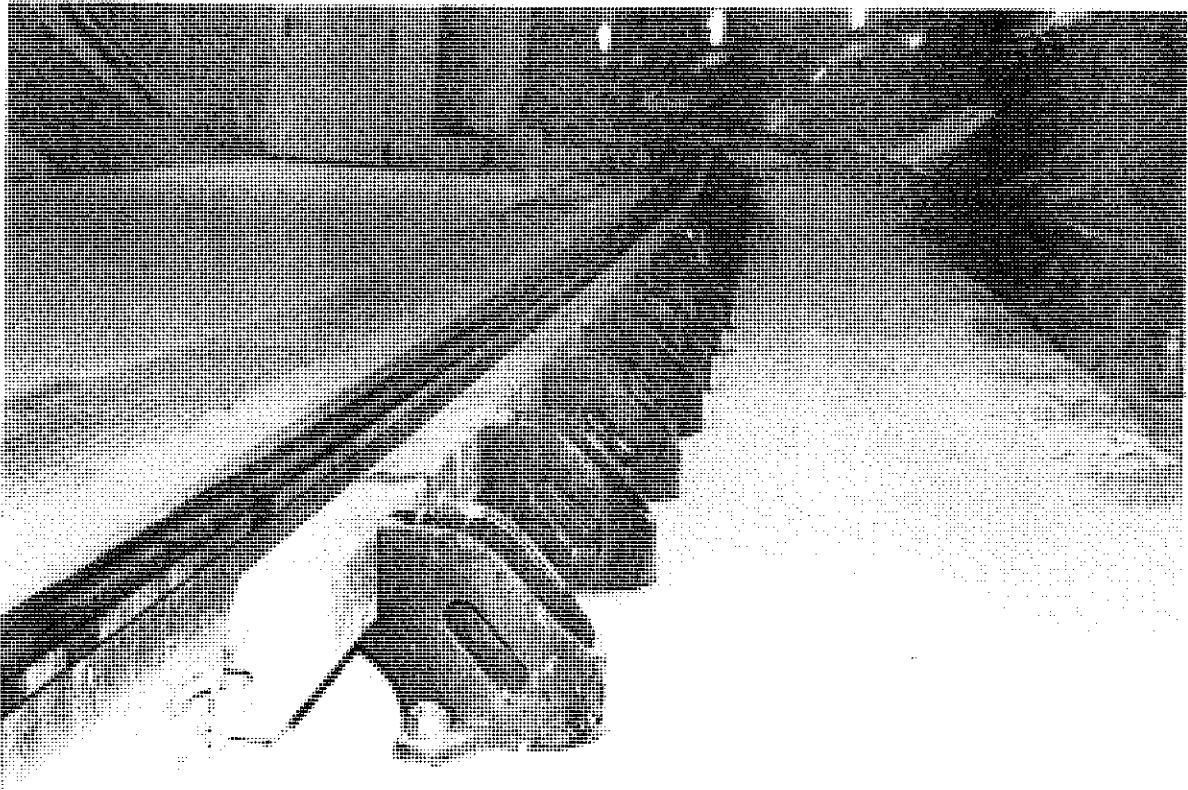


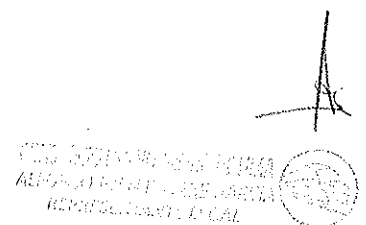
Figura 32. Soportes metálicos del contrarriel 33C1

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

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

Tabla 4-1. Ubicación de contrarriel

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO PÉREZ GARCÍA
 REPRESENTANTE LOCAL



4.4 CAMBIAVÍAS

001769

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

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

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

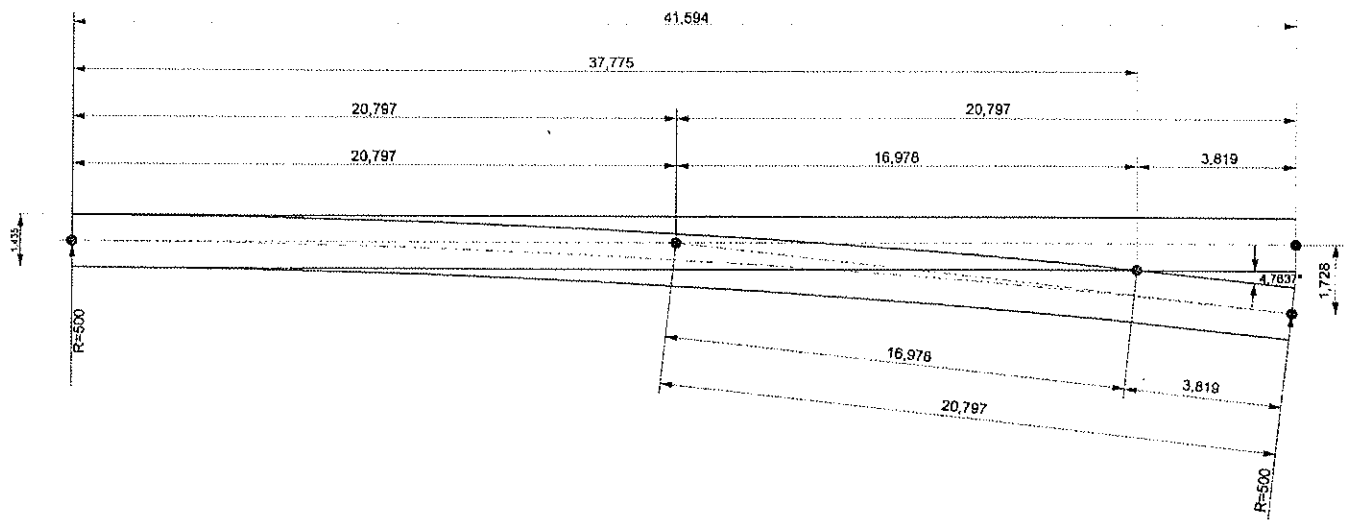


Figura 33. Geometría del desvío simple

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

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

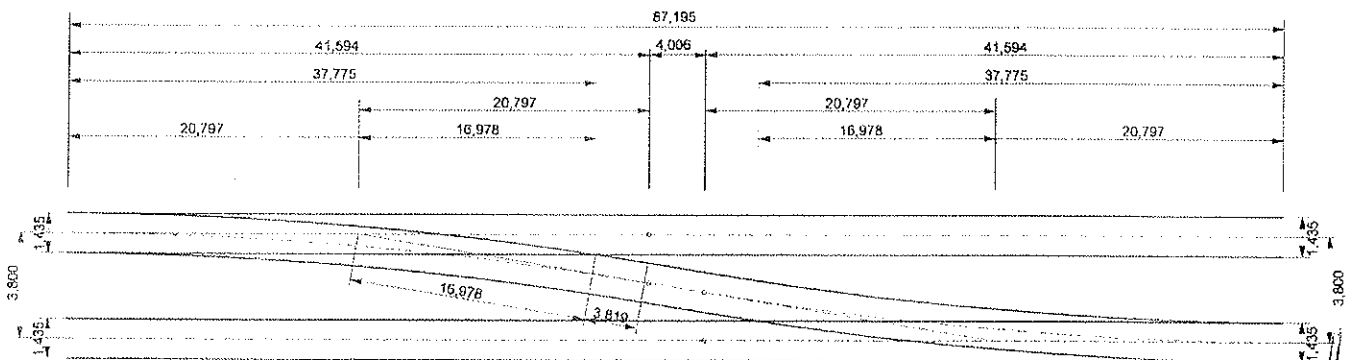


Figura 34. Geometría de la diagonal simple

001770

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

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

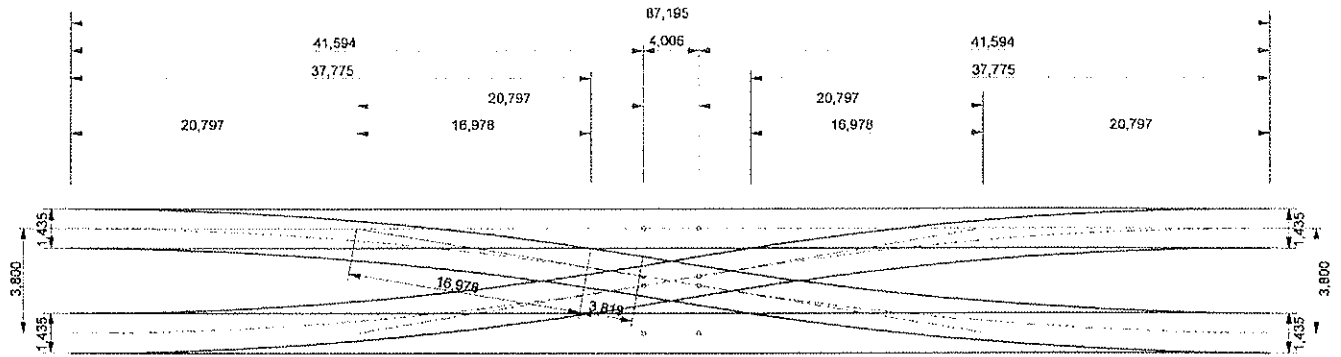


Figura 35. Geometría de la diagonal doble

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

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



001771


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

Tabla 4-2. Ubicación de cambiavías

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

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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA



001772

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

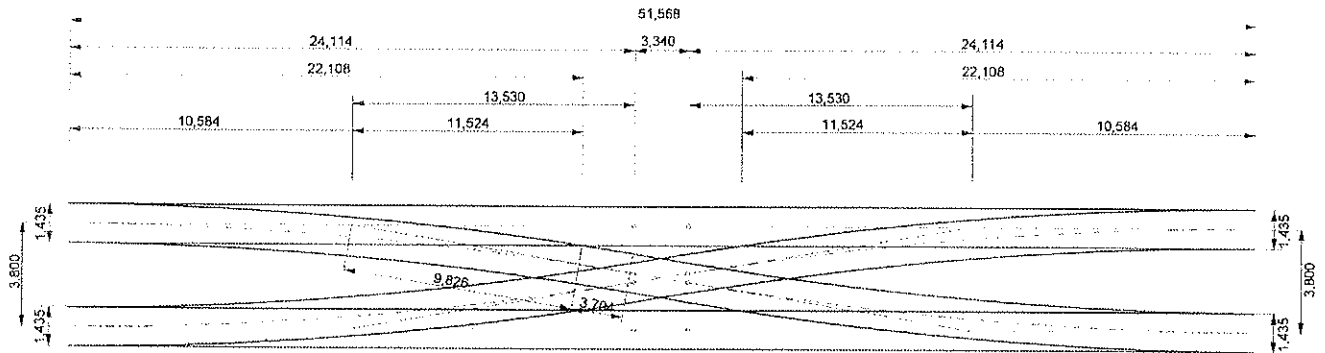


Figura 35. Geometría de la diagonal doble en colas de maniobra

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

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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO BARRANTI SANCHEZ
 INGENIERO CIVIL





5 EJECUCIÓN DE LA VÍA EN PLACA

001773

5.1 FASES DE LA COLOCACIÓN DE LA VÍA

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

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

5.2 AJUSTE TOPOGRÁFICO DE LA VÍA

5.2.1 Consideración previa

El montaje es una operación crucial para el funcionamiento de una vía hormigonada. Para asegurar que su realización no va a dar problemas en el futuro se debe hacer una alineación y nivelación lo más exacta posible.

5.2.2 Trabajos preliminares

5.2.2.1 Puntos de referencia

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

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

5.2.2.2 Cálculos preliminares

En planimetría, los cálculos deben realizarse desde puntos de referencia para obtener coordenadas, distancias y direcciones (ángulos con respecto a una dirección conocida), los cuales permiten localizar los puntos característicos de la traza y del posicionamiento de la rasante.

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

5.2.3 Definición de la vía in situ

001774

5.2.3.1 *Personal y equipo necesario*

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

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

El personal mínimo necesario es el siguiente:

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

5.2.3.2 *Medición en cadena*

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

5.2.3.3 *Aceptación de replanteo*

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

5.2.3.4 *Determinación del eje de la vía*

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

En curva, el eje se marca con piquetes cada 10 m. Por lo general se halla mediante la intersección de dos trazados. Este método necesita contar con dos estaciones diferentes. Así, el último punto hallado en la primera estación tiene que ser el primero para la siguiente. Este método evita errores de cálculo y garantiza la continuidad y coincidencia del resto de medidas. Si la necesidad de los puntos poligonales no permite trabajar por intersección, se podrá definir, aunque no con la misma precisión, por medio de coordenadas polares u ordenadas medidas sobre la tangente.

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

001775

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

5.2.3.5 Colocación final de piquetes

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

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

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

5.2.3.6 Puntos especiales

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

5.2.3.7 Precisión del trazado

La precisión de los trazados topográficos es normalmente la siguiente:

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


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

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

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

5.2.4 Ajuste preliminar de la vía

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

CONSO (2014) 
NUEVO METRO DE LIMA
INSTRUMENTAL LEGAL



001776

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

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

5.2.5 Ajuste final de la vía

5.2.5.1 *Planimetría. Vía en curva*

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

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

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

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

5.2.5.2 *Planimetría. Vía en recta*

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

5.2.5.3 *Altimetría*

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

5.2.5.4 *Márgenes*

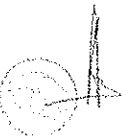
Los ajustes continúan hasta que se alcanzan las tolerancias geométricas especificadas para el montaje de vía.

5.3 *MONTAJE DE VÍA Y SOLDADURA DE LOS RIELES*

La instalación de la vía consistirá en las siguientes operaciones:

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

PROYECTO DE CONCESIÓN DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA





- Ensamblaje de la vía.
- Soldadura de rieles.

El montaje se realizará de la siguiente forma:

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

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

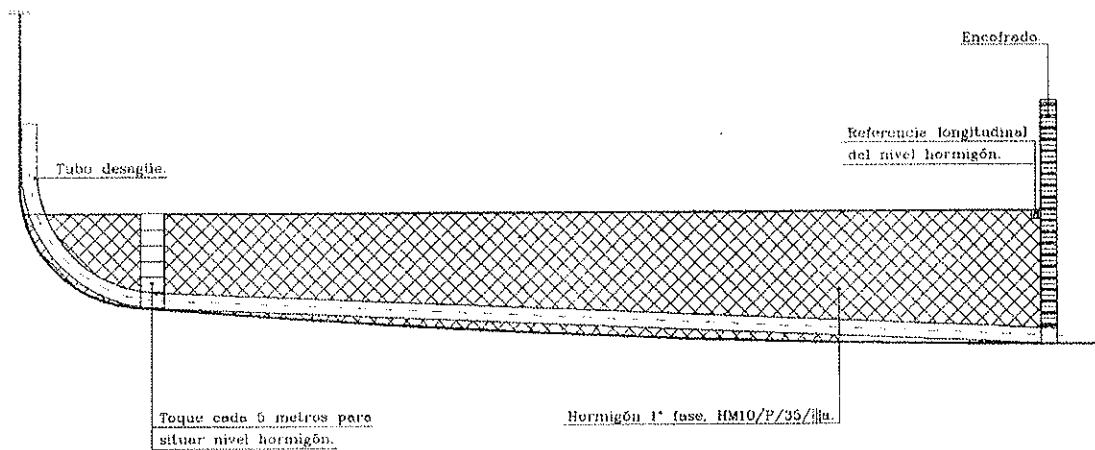


Figura 37. Encofrado para el montaje de vía

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

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

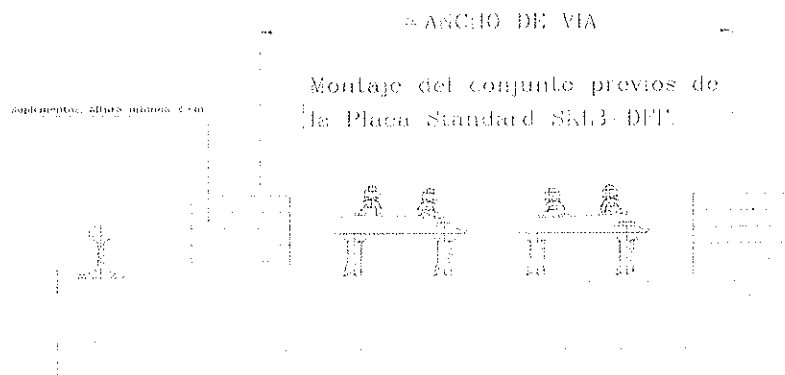


Figura 38. Descarga de los rieles y colocación de los soportes



001778

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

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

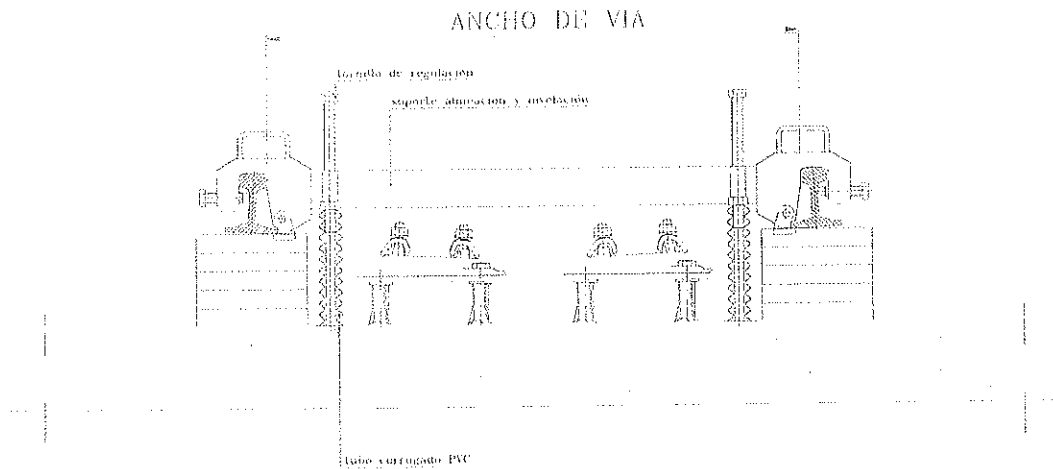


Figura 39. Colocación de las falsas traviesas

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

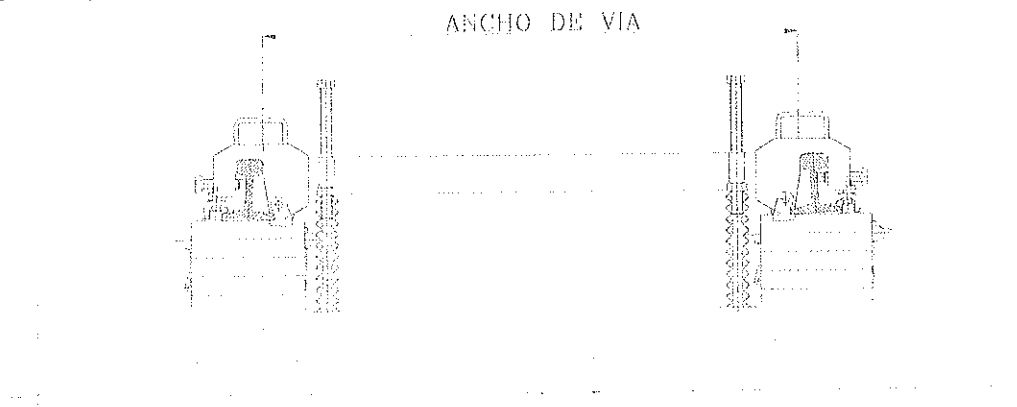


Figura 40. Montaje de los puntos de fijación

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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AUTÓNOMO DE ADMINISTRACIÓN
 DEPENDENCIA DEL MTC





001779

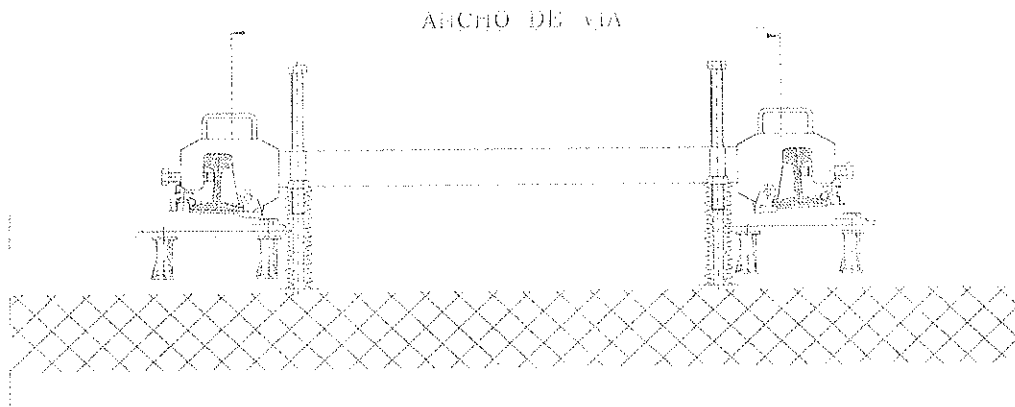


Figura 41. Montaje de las fijaciones sobre los rieles

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

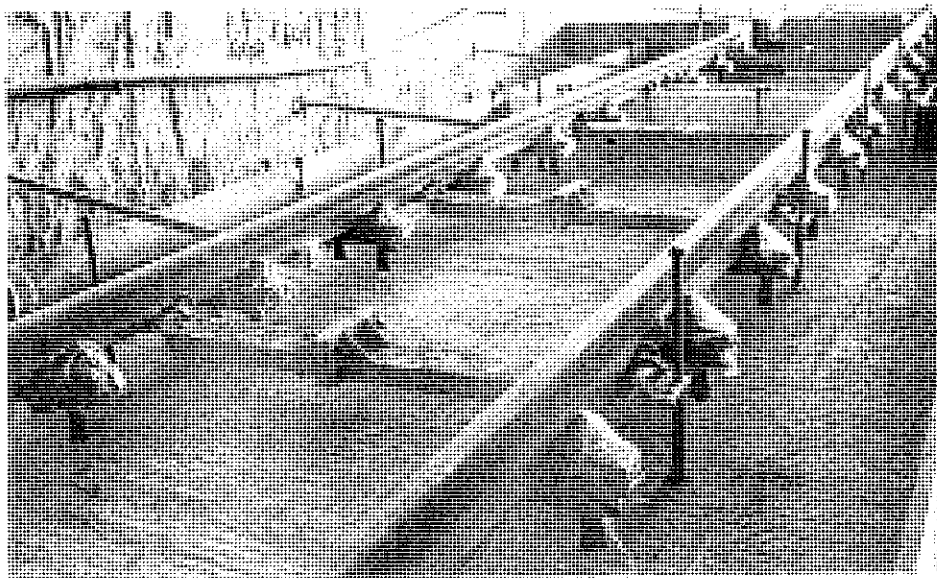


Figura 42. Detalle de las falsas traviesas

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

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



CONSEJO REGULADOR DEL METRO DE LIMA
 REPRESENTANTE LEGAL



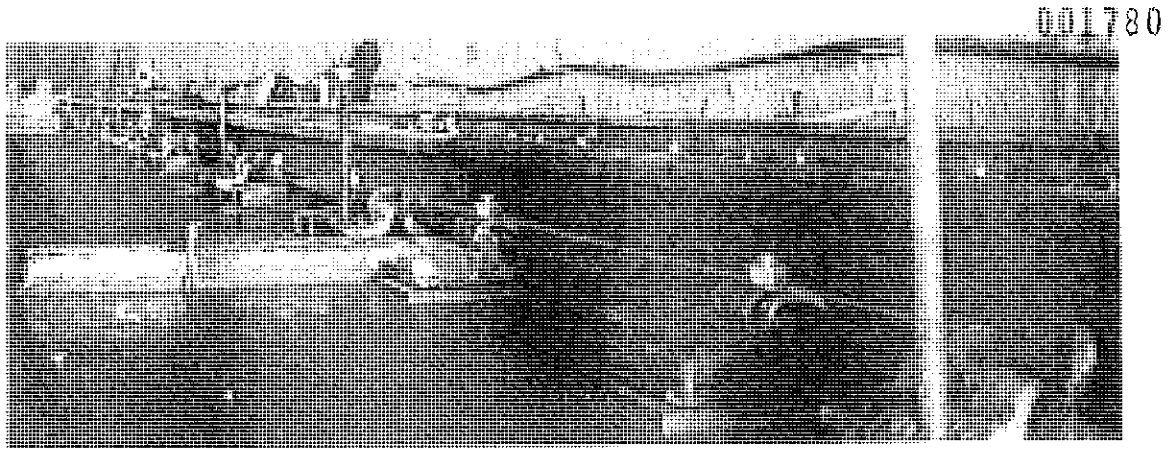


Figura 43. Vertido del hormigón hasta cota inferior de la suela aislante

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

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

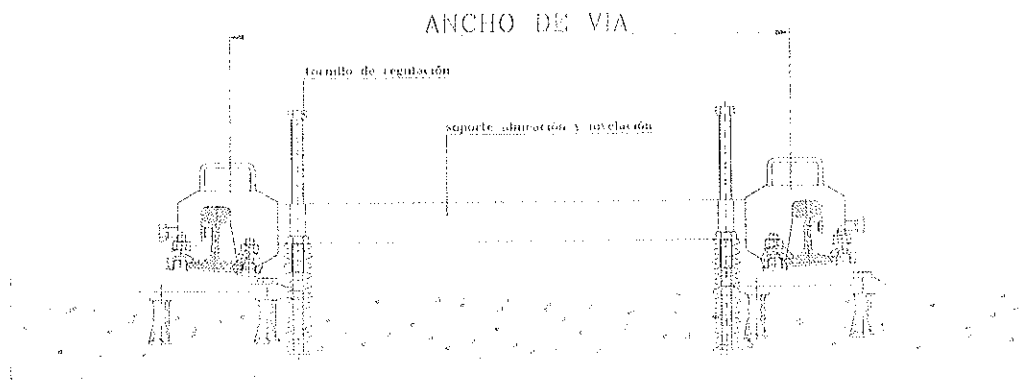


Figura 44. Montaje de los tensores de alineación

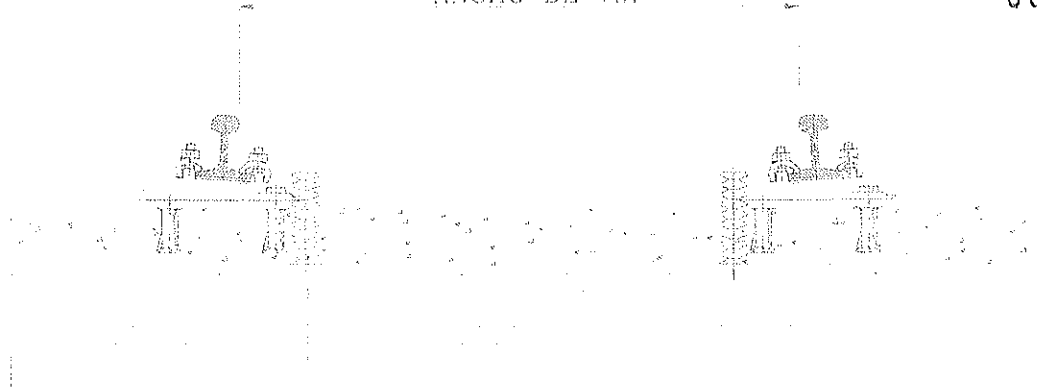
Finalmente, y una vez que ha fraguado el hormigón de calado, se desmontan los tensores, los soportes de nivelación y las falsas traviesas (ver figura siguiente) y se procede a la limpieza de la vía, controlándose por última vez la nivelación, alineación y ancho de vía con flechado de las curvas.

10 - REPRESENTACIÓN DEL
ALTO Y BAJOS LADOS
REPRESENTACIÓN LOCAL



ANCHO DE VÍA

001781



tubo corrugado PVC

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

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

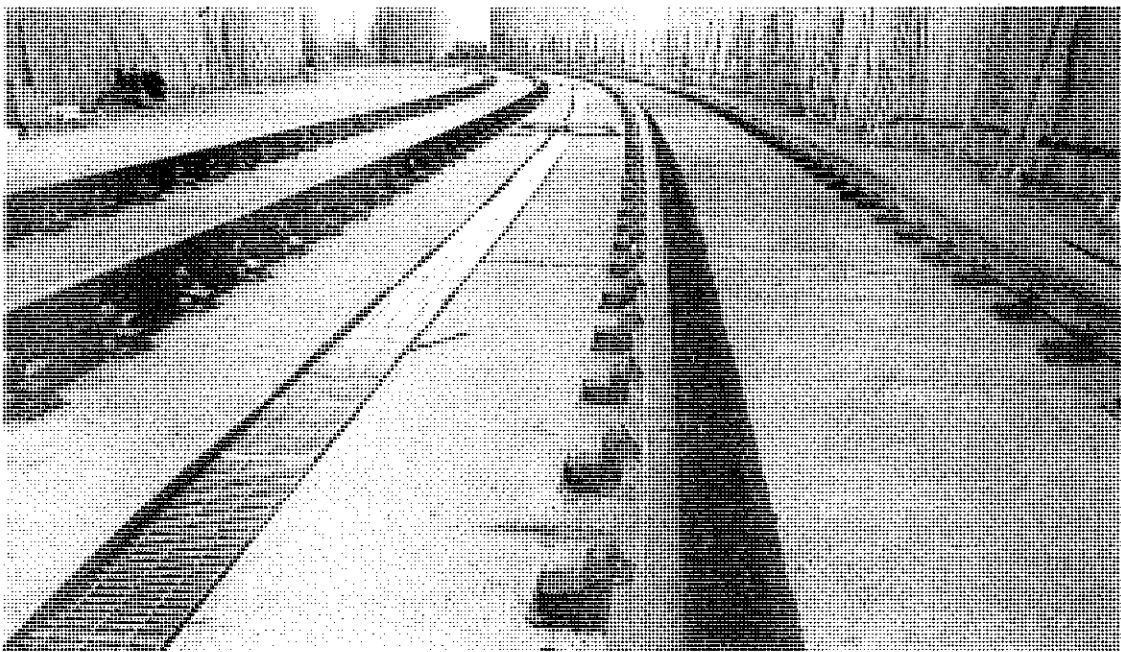


Figura 46. Situación final

5.3.1 Precauciones a tomar durante el montaje

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

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



001782

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

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

5.3.2 Progresión del montaje de vía

Hay dos métodos principales para el montaje de la vía:

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

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

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

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

5.3.3 Situación de la vía y soldadura del riel

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

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

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

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

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

El proceso de ejecución de la soldadura aluminotérmica se detalla en el punto 5.4



HOJA EN BLANCO



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASARE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL





5.4 SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA

001784

5.4.1 Generalidades

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

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

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

Son excluyentes si se produce alguna de las siguientes anomalías:

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

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

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

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

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

- Preparación de la junta.
- Preparación del molde.

001785

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

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

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

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

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

5.4.2 Preparación de la junta

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

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

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

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

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

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

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



001786

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

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

Para la alineación se precisa:

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

5.4.3 Preparación del molde

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

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

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

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

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

- Estado del Crisol.
- Sellado.

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

- Crisol Nuevo.

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



001787

- Operación diaria.

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

- Posicionamiento.

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

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

- N° de soldaduras aconsejables para su renovación. Alza: Cuando se aprecien deformaciones o perforaciones notables. Crisol: Entre 30 y 35 soldaduras. Tapa: Cuando se aprecien deformaciones o perforaciones notables.
- Regulación del precalentamiento.

Tiempo de precalentamiento: de 5 a 6 minutos.

Manorreductor de la botella propano.

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

Mantenimiento:

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

5.4.4 Colada blanca

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

5.4.5 Eliminación del depósito de corindón

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

CONSEJO REGULADOR DEL METRO DE LIMA
AL SERVICIO DE LA CIUDAD DE LIMA
BUENOS AIRES, ARGENTINA





001788

5.4.6 Corte de la mazarota (fundición)

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

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

o Desmoldeo

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

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

5.4.7 Acabado de la soldadura

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

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

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

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

El soldador debe:

- o Eliminar cualquier resto de arena o de material refractario.



- Eliminar todas las rebabas (con una esmeriladora).

001789

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

5.4.8 Marcaje de la soldadura

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

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

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

5.5 AJUSTE Y HORMIGONADO DE LA VÍA

5.5.1 Montaje de los encofrados

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

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

5.5.2 Dispositivos para la alineación y nivelación de la vía

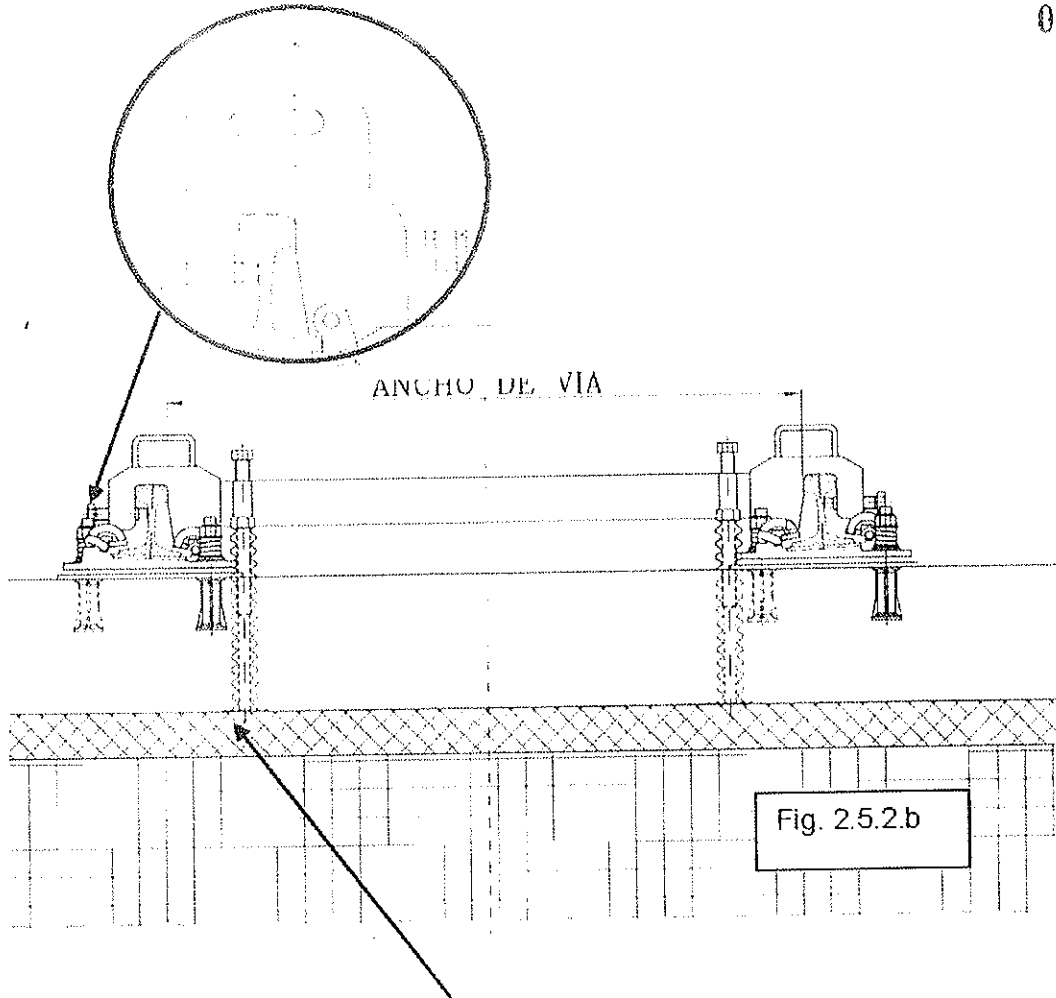
El montaje de los puntos de fijación precisa de falsas traviesas para mantener el ancho de la vía, a la vez el mismo utillaje efectúa la nivelación, dejando el punto de fijación en la posición correcta para que el riel presente la inclinación de 1:20. El control de la inclinación del riel se efectuará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

CONSO [2155]
ALFREDO P. [Signature]
RESPONSABLE TÉCNICO





001790



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

Figura 47. Dispositivos para la alineación y nivelación

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

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

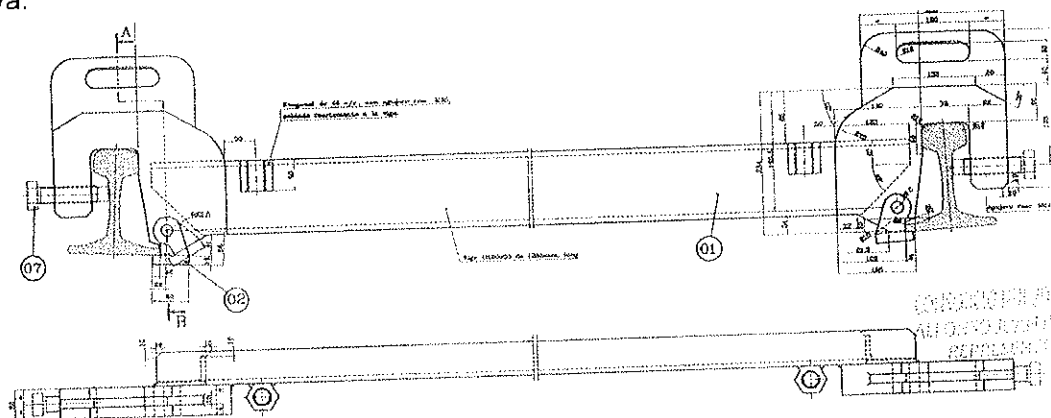


Figura 48. Detalle de las falsas traviesas

Alternativamente se podrán utilizar los siguientes equipamientos:

001791

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

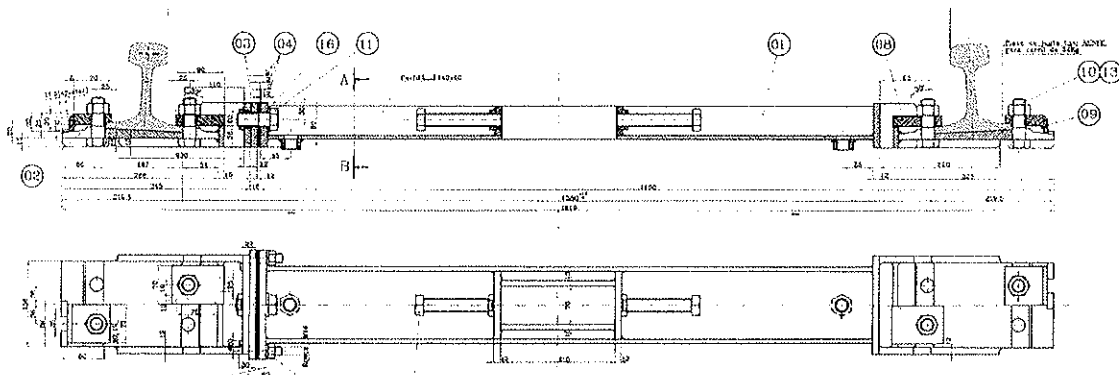


Figura 49. Detalle de las falsas traviesas con dos soportes de nivelación

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

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

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

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

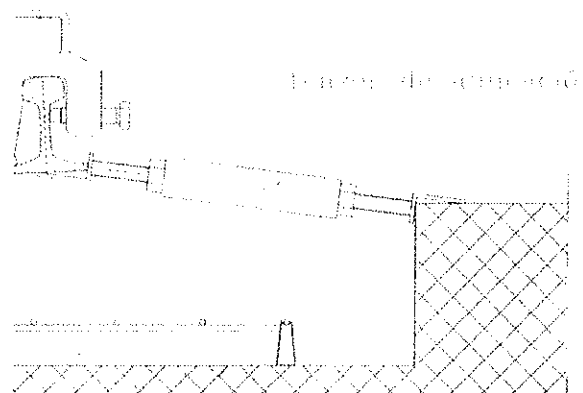


Figura 50. Montaje de vía con tensores de alineación

5.5.3 Primer ajuste de la vía

001792

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

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

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

5.5.4 Ajuste final de la vía

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

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

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

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

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

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

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

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

5.5.5 Medidas de protección para las fijaciones durante el hormigonado

001793

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

5.5.6 Método de hormigonado y transporte del hormigón

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

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

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


5.5.7 Características del hormigón

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

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

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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO
 RESPONDEDORITE LEGAL



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

001794

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

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

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

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

5.5.8 Transiciones

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

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

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

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

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

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

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

5.5.9 Pasos finales

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

5.6 RECEPCIÓN DE LA VÍA

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

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

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

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

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



6 CONTROL DE LAS VIBRACIONES Y RUIDO SECUNDARIO

001796

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

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

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

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



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

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

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

- Estructura celular mixta.
- Cargas estáticas de uso de 0,011 N/mm² a 1,2 N/mm².
- Cargas máximas de hasta 6.0 N/mm².
- Baja dependencia de la amplitud de la onda perturbadora.
- Comportamiento a largo plazo asegurado.
- Resistencia a la fatiga.
- Amplia gama de productos, 10 tipos estándar, que cubren las necesidades de los posibles cálculos.

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



 ALFONSO P. BUSTOS
 RESPONSABLE DEL AREA TECNICA

001797

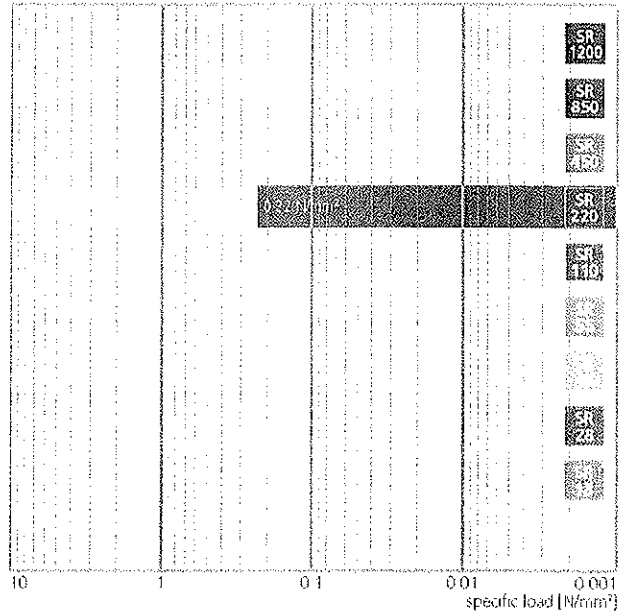
A continuación se incluye la ficha de la misma:

Material poliuretano de célula mixta
 Color rojo

Rango standard del Sylomer®
 Rango de uso estático

Dimensiones standard en stock
 Espesores: 12.5 mm con Sylomer® SR 220 – 12
 25 mm con Sylomer® SR 220 – 25
 Rollos: 1,5m de ancho por 5m de largo
 Tiras: Ancho máx. de 1,5m por largo máx. de 5m.

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

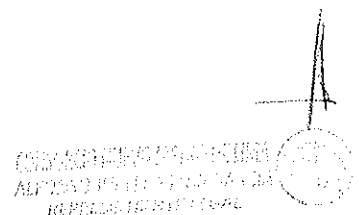


Área de aplicación	Cargas de compresión	Usos
Depende del factor de forma, estos valores son válidos para factor de forma=3		
Rango de uso estático (Cargas estáticas)	hasta 0.022 N/mm ²	aprox. 10%
Rango de cargas operativas (suma de cargas estáticas y dinámicas)	hasta 0.035 N/mm ²	aprox. 20%
Cargas puntuales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

Propiedades del material	Método de ensayo	Comentarios
Factor de pérdida mecánica (amortiguamiento)	$\eta = 0.25$	DIN 53513*
elasticidad al rebote	45 %	DIN 53573
Compresión set	< 5 %	EN ISO 1856
Módulo a cizalla estático	0.03 N/mm ²	DIN ISO 1827*
Módulo a cizalla dinámico	0.10 N/mm ²	DIN ISO 1827*
Coefficiente de rozamiento (acero)	$\mu_s = 0.5$	Getzner Werkstoffe
Coefficiente de rozamiento (hormigón)	$\mu_s = 0.7$	Getzner Werkstoffe
Abrasión	1400 mm ³	DIN 53516
Temperatura operativa	-30 bis 70 °C	
Resistencia al volumen específico	> 10 ¹² Ω cm	DIN IEC 93
Conductividad térmica	0.05 W/(mK)	DIN 52612/1
Comportamiento al fuego	B2 B, C und D	DIN 4102 EN ISO 11925-2

Figura 51. Ficha del sistema SYLOMER SR250 o similar

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO PÉREZ DE ARRIAGA 1201
 REPÚBLICA PERUANA





001798

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

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

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

6.1 PLACA ADHERIZADA CON FIJACIÓN DFF/ADH

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

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



001799

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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO HERRERA TORO
REPRESENTANTE LEGAL

001800

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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO BELTRÁN GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL



001801

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



ETAPA	LÍNEA 2		001802
	UBICACIÓN	LONGITUD	
	P.K.26+486,345 - 26+686,417	200,072	
	P.K. 26+686,417 - 26+817,949	131,532	
	P.K. 26+817,949 - 26+992,780	174,831	

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

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



001803

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

6.2 PLACA CON FIJACIÓN DFFIT Y CLIPS DSA

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

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



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

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

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



ETAPA	LÍNEA 4		001805
	UBICACIÓN	LONGITUD	
	P.K. 2+740,798-2+800,202	59,404	
	P.K. 2+887,398 - 3+004,070	116,672	
	P.K. 3+213,489 - 3+482,880	269,391	
	P.K. 3+741,831 - 3+863,737	122,038	
	P.K. 3+941,831 - 4+059,202	117,371	
	P.K. 4+497,570-5+105,329	607,759	
	P.K. 5+214,704 - 5+262,579	47,875	
	P.K. 5+606,986-5+749,300	142,314	
	P.K. 5+922,151 - 6+128,572	206,062	
	P.K. 6+204,370 - 6+300,000	95,630	
	P.K. 6+456,670 - 6+602,767	146,097	
	P.K. 0+163,109 - 0+233,609	70,500	

6.3 MANTA ELASTOMÉRICA

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

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

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

ETAPA	UBICACIÓN	LONGITUD	001806
	('P.K. 12+635,613 - 12+933,715)		
	P.K. 12+933,715 - 13+318,270	384,555	
	P.K. 14+944,413 -15+400,000	455,587	
	P.K. 18+100,000 - 18+356,054	256,054	
	CURVA R>400 (18+356,054 - 18+433,015)	76,961	
	CURVA R>400 (18+873,100 - 18+954,001)	80,901	
1A	P.K. 22+554,255 - 22+650,000	95,745	
	CURVA R<400 (26+439,538 - 26+486,345	46,807	
1 B	P.K.26+486,345 - 26+686,417	200,072	
(2º PARTE)	P.K. 26+817,949 - 26+992,780	174,831	

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

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

8 CUMPLIMIENTO DE LOS NIVELES DE SERVICIO.

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

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

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

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



PROYECTO DE LEY
AGENCIA DE PROMOCIÓN PRIVADA
REPUBLICA DEL PERÚ



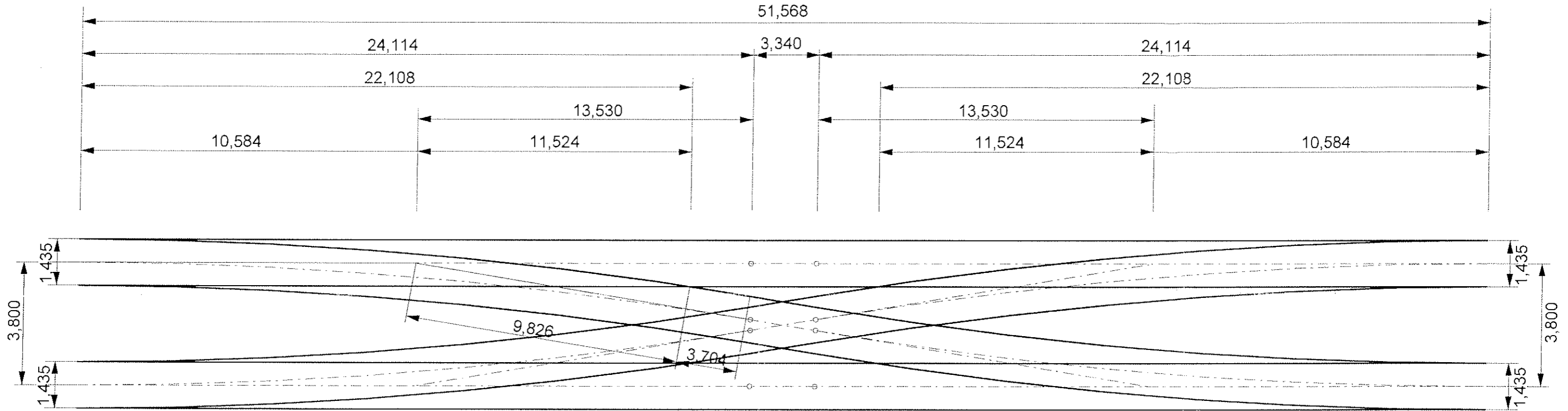
A.5.2. Nº DOCUMENTO	A) DISEÑO DE INGENIERÍA TIPO DE DOCUMENTO
-------------------------------	---

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

A.5.2. TIPO DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA APÉNDICE 1. PLANOS

A

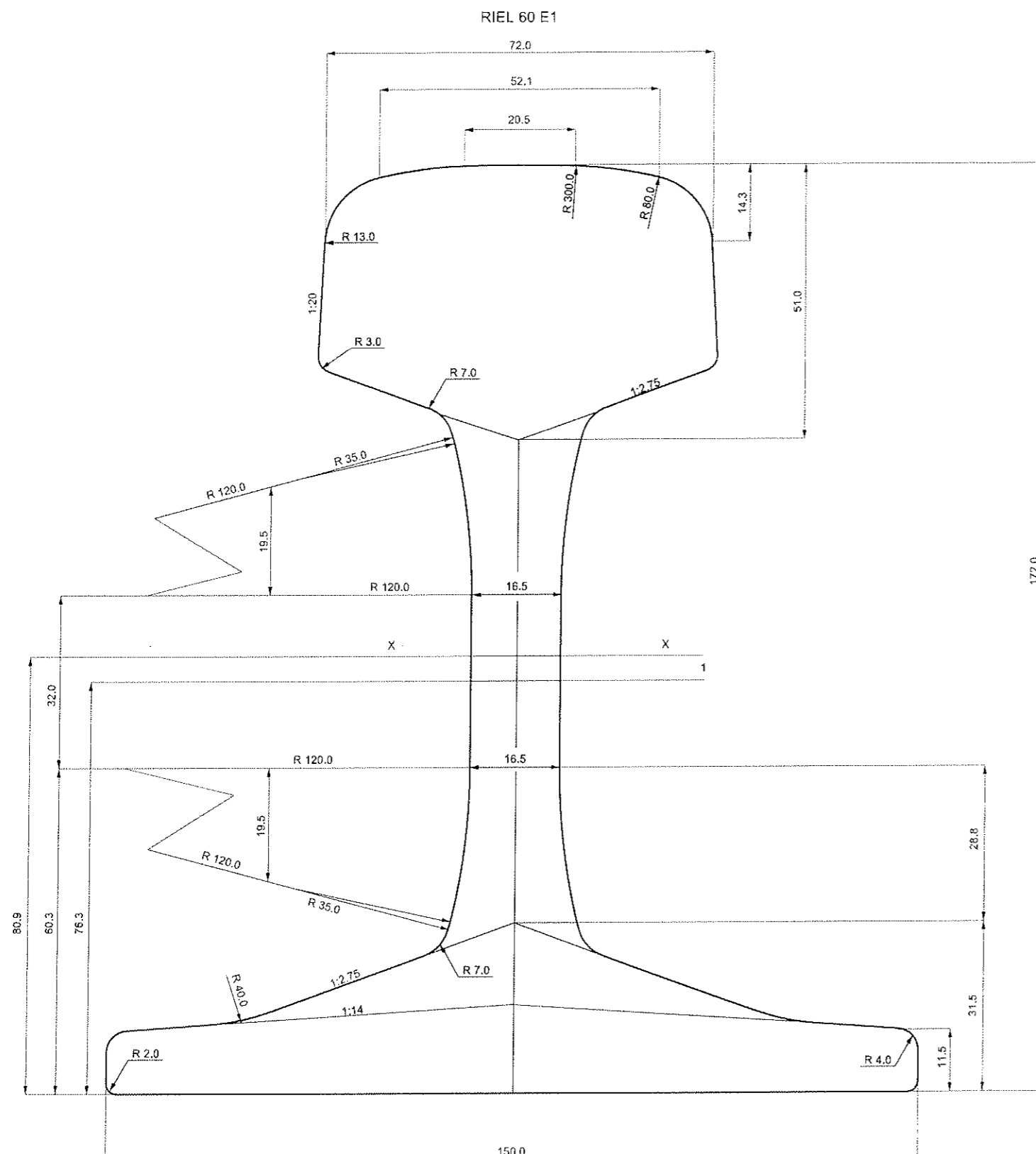
COMANDO EN JEFE
ADQUISICIÓN DE BIENES
DEPARTAMENTO DE



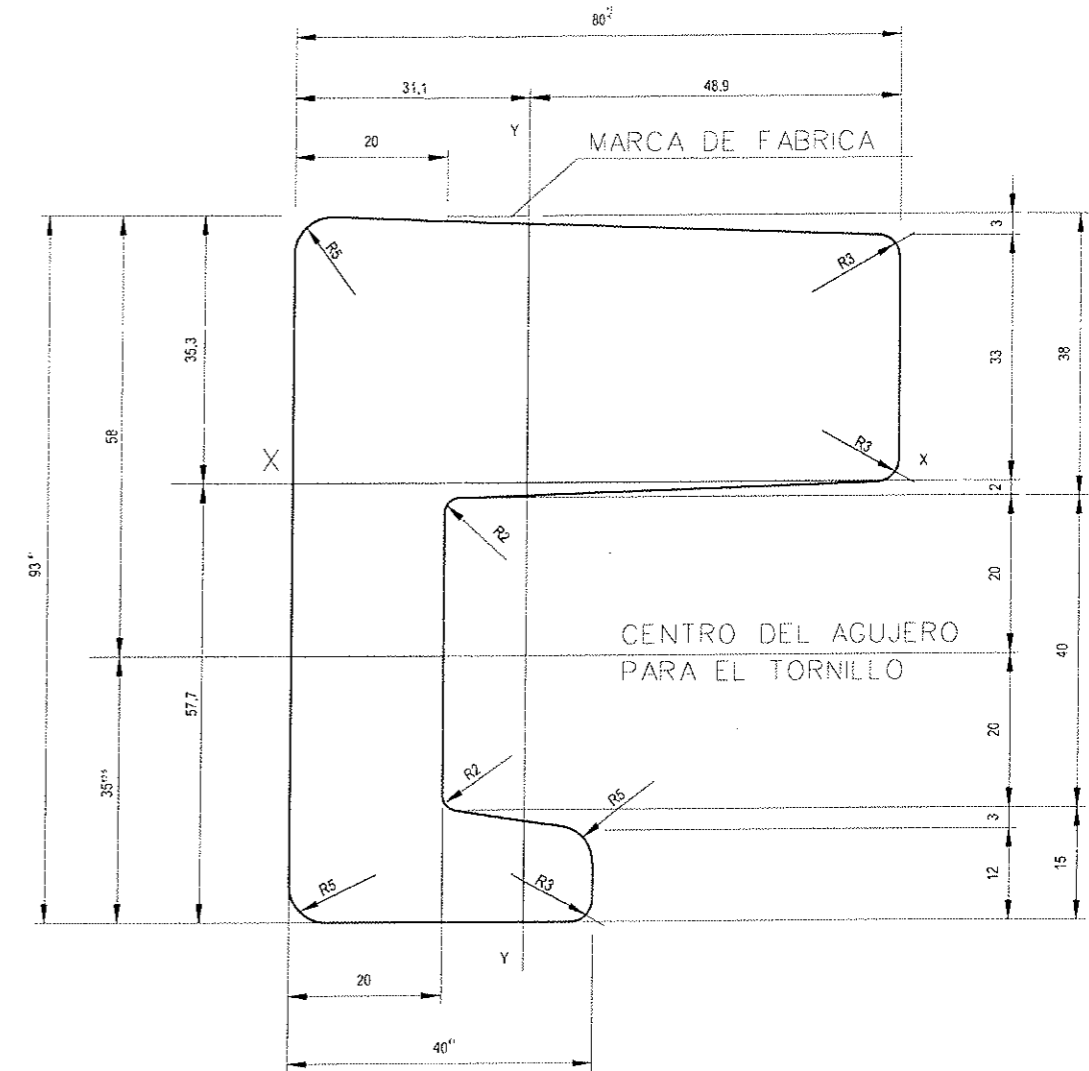
BRETELLE (R=170,Tg 1:8)

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

c:\p03-2629\08 trabaja\100 refer\cur\sis_mimbres_metrolima_rev02.dwg



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

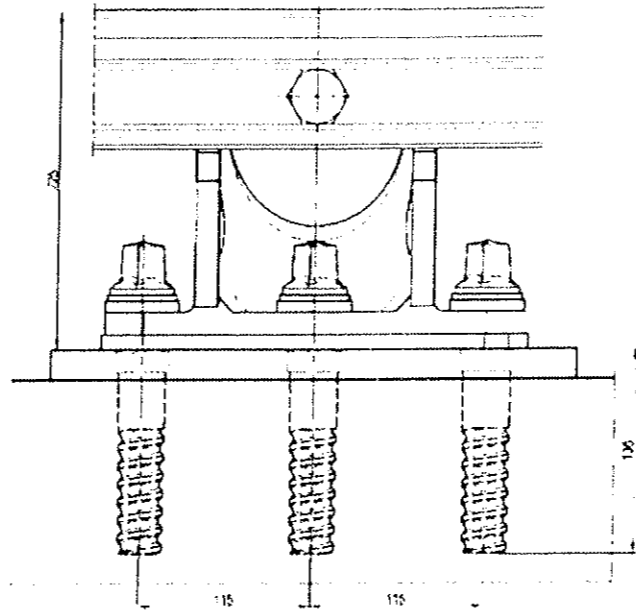
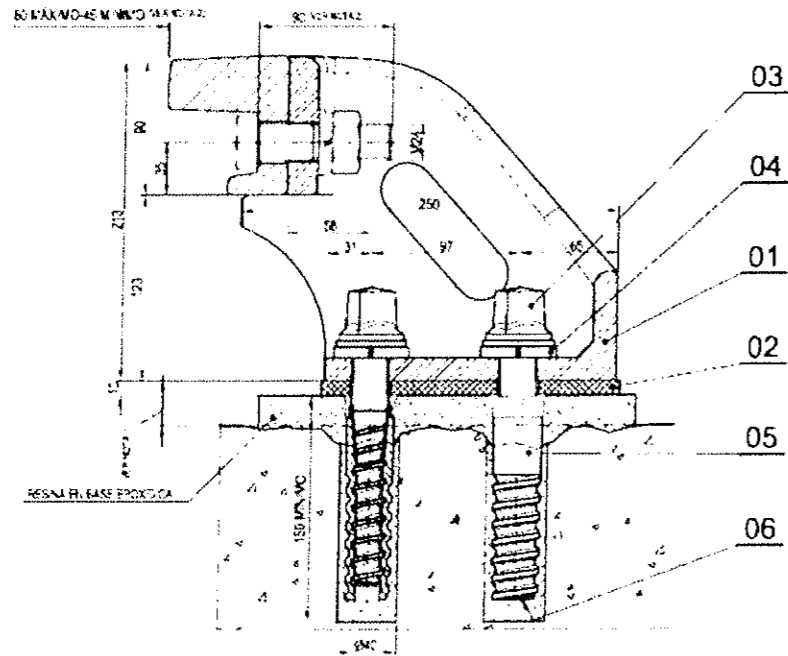


Masa		60,21 kg/m
Área		76,70 cm ²
Momento de inercia	X-X	3038,30 cm ⁴
	Y-Y	512,30 cm ⁴
Módulo de sección	X-X Cabeza	333,60 cm ³
	X-X Pie	375,50 cm ³
	Y-Y Eje	68,30 cm ³

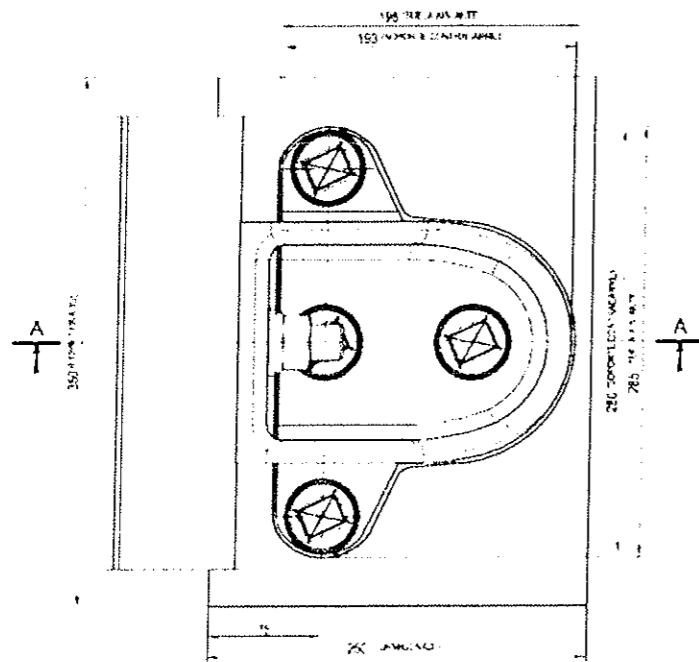
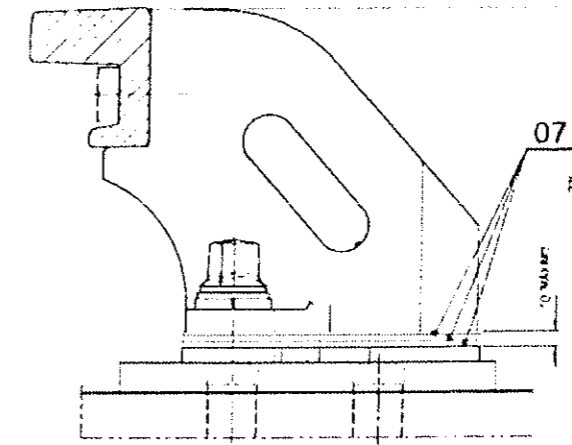
NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETLES, DIAGONALES Y DESVÍOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH

c:\p03-2529\03 trabajo\100 referencias\ref_membre_mecoflora_02.dwg

CORTE A-A



REGULACIÓN MÁXIMA EN NIVELACIÓN

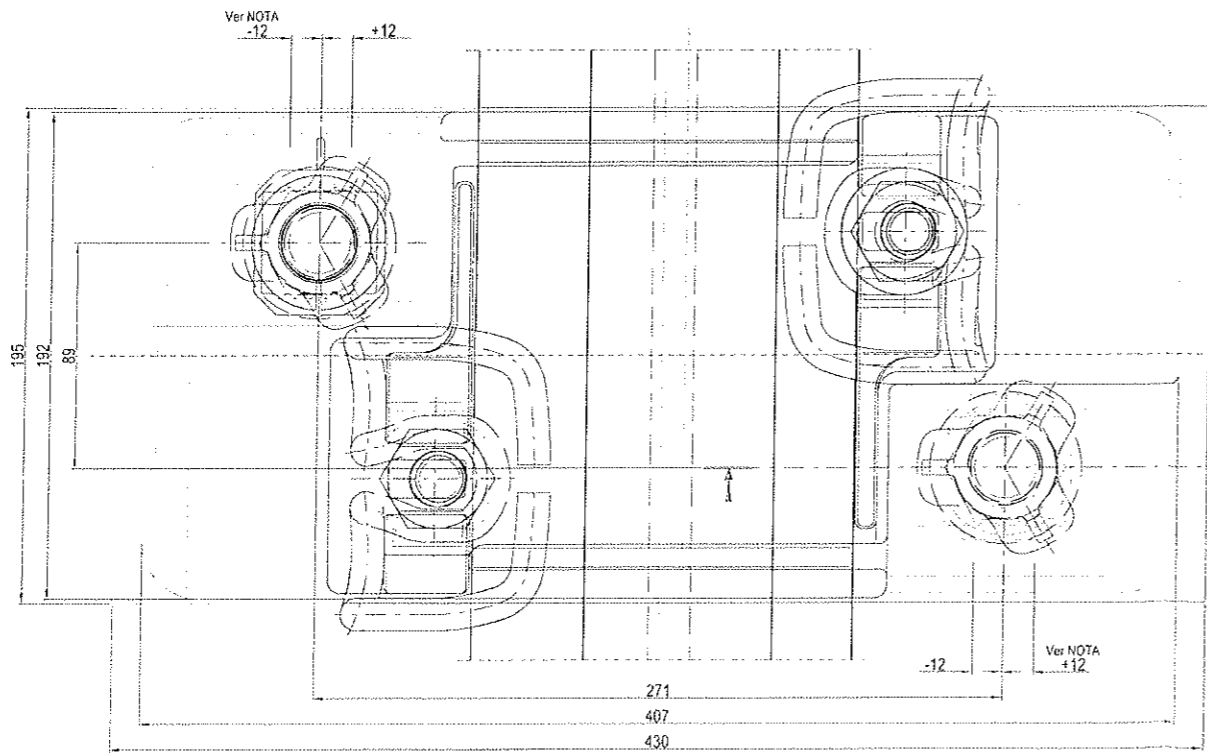
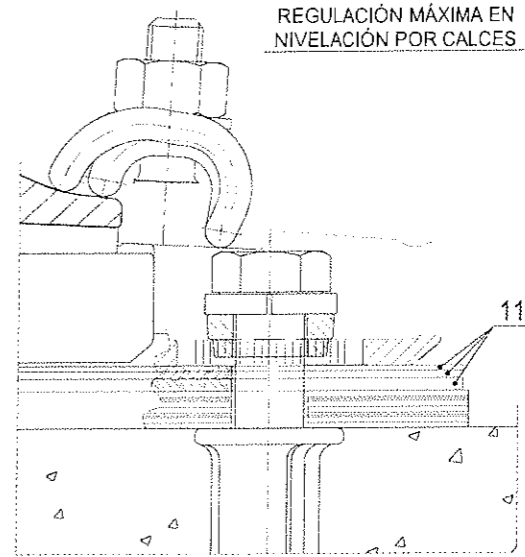
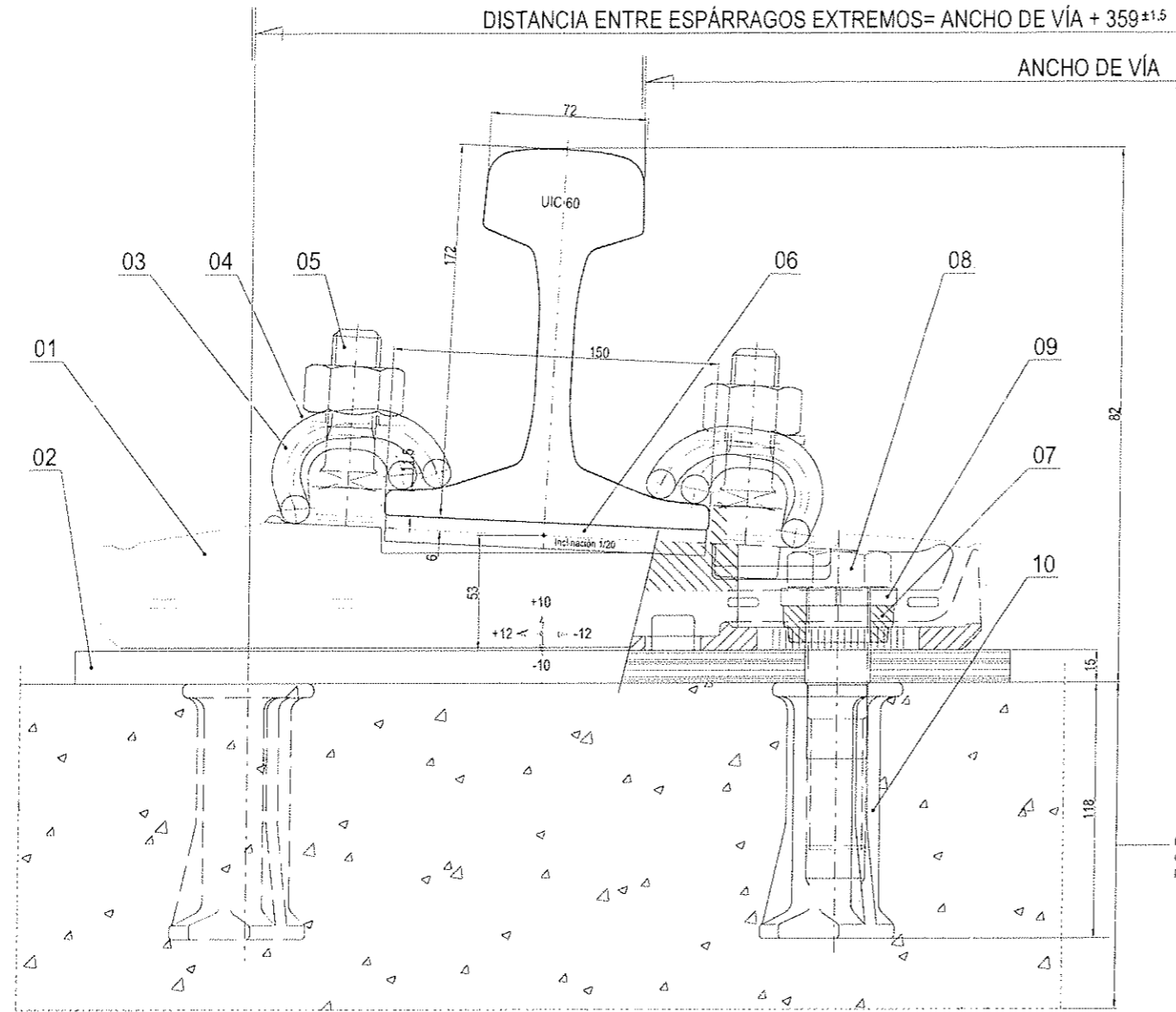


07	CAJAS DE AJUSTE 4 Y 12mm (OPCIONAL)
06	TAPÓN VAINA EXTRA B.F.
05	VAINA EXTRA B.F. CON ANTIQUERO
04	ARANDELA GROMER REFORZADA W.24
03	TIRAFONDO PASO 12 B.L. PRE NABLA CON ARANDELA POSICIONERA
02	SUJETA DE SOPORTE 12mm
01	SOPORTE DE CONTRARRIEL

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



c:\p02-2529\08 trab\01\100 no\membrete\membrete_metrolima_rev02.dwg

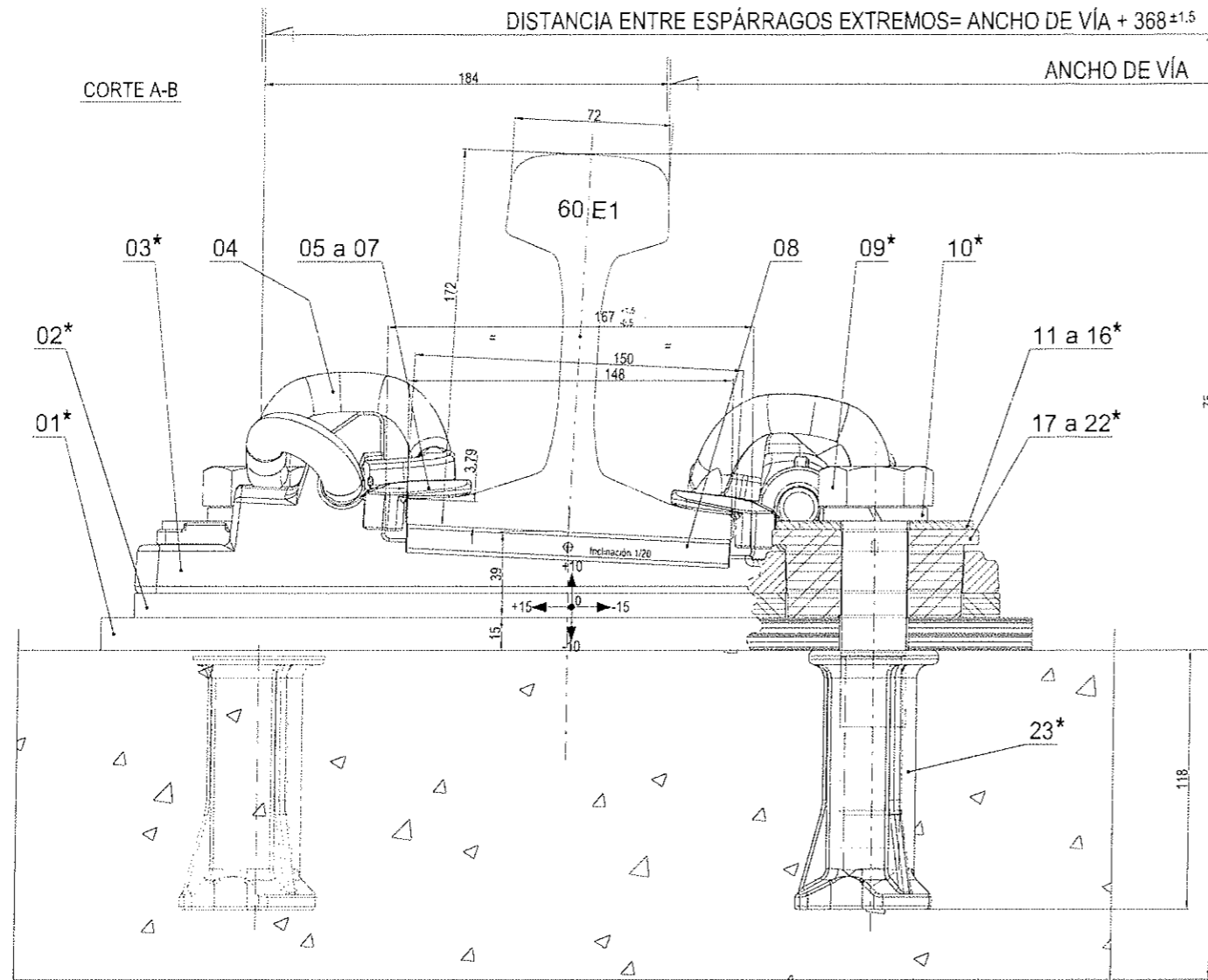


NOTA: Regulación en alineación por dentado de la placa con paso de 5mm (3mm con giro de 180° del casquillo de ajuste) hasta un máximo de ±12mm.

NO.	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD	ESPECIFICACION
11	Calces de altura 425x100x2, 3 o 5mm.	-	-	A173-25
10	Inserto de anclaje M27.	2	-	F154-60
09	Arandela Grosor reforzada WL27.	2	-	F225-60/81
08	Tornillo hexagonal M27x120.	2	-	DIN 931
07	Casquillo de ajuste.	2	-	F150-60
06	Placa elástica de asiento UIC60.	1	-	A207-02
05	Tornillo de gancho M27x65, con tuerca.	2	-	F128-00
04	Arandela plana Uts-6.	2	-	F103-02
03	Clio elástico S4-3.	2	-	F106-03
02	Placa aljante 430x195x15.	1	-	A173-12
01	Placa DFF-ADH estándar: SAI-3, UIC60.	1	-	-

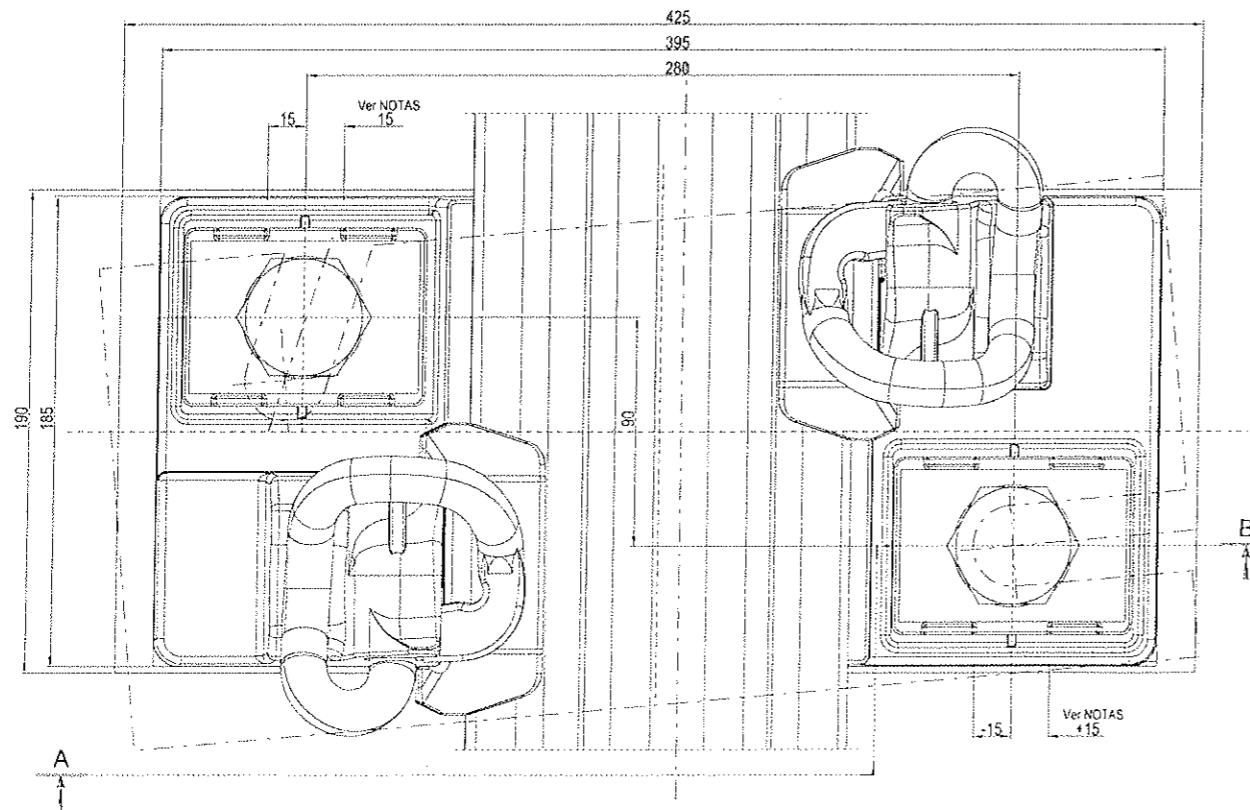
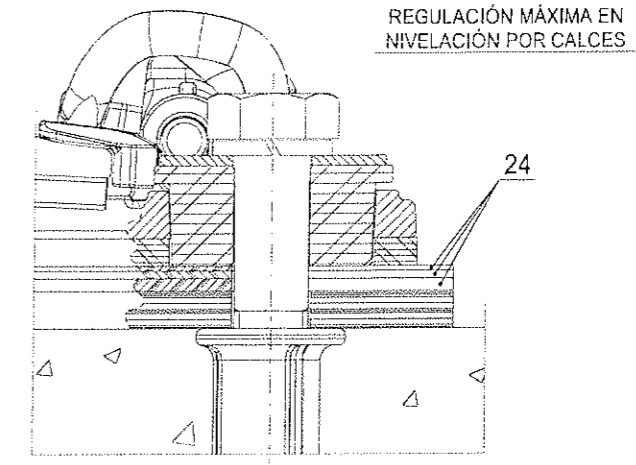
NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETELLES, DIAGONALES Y DESVÍOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH

c:\p03-252902-trabaja100-reflexion\reflex_membrete_metalima_rev02.dwg



COMBINACIÓN DE TOPES AISLANTES PARA RIEL 60E1

ANCHO VÍA	EXT.	INT.	INT.	EXT.
-4	6 NATURAL	10 GRIS	10 GRIS	6 NATURAL
-2	8 NEGRO	8 NEGRO	10 GRIS	6 NATURAL
0	8 NEGRO	8 NEGRO	8 NEGRO	8 NEGRO
+2	6 NATURAL	10 GRIS	8 NEGRO	8 NEGRO
+4	6 NATURAL	10 GRIS	10 GRIS	6 NATURAL



24	CALCES DE ALTURA 42x180x2,3 o 5mm (OPCIONAL)	V04.00018.02 V04.00018.03 V04.00018.05
23	INSERTO DE ANCLAJE M30	V03.02010.00
22	CASQUILLO AISLANTE ±15mm	V03.07100.05
21	CASQUILLO AISLANTE ±12mm	V03.07100.04
20	CASQUILLO AISLANTE ±8mm	V03.07100.03
19	CASQUILLO AISLANTE ±6mm	V03.07100.02
18	CASQUILLO AISLANTE ±3mm	V03.07100.01
17	CASQUILLO AISLANTE 6mm	V03.07100.00
16	LÁMINA METÁLICA 90x90x4mm ±15mm	V01.00023.05M
15	LÁMINA METÁLICA 90x60x4mm ±12mm	V01.00023.04M
14	LÁMINA METÁLICA 90x60x4mm ±5mm	V01.00023.03M
13	LÁMINA METÁLICA 90x60x4mm ±6mm	V01.00023.02M
12	LÁMINA METÁLICA 90x60x4mm ±3mm	V01.00023.01M
11	LÁMINA METÁLICA 90x60x4mm 0mm	V01.00023.00M
10	ARANDELA GROWER M30, DIN 127	CALIDAD FST Z31.30020.10
09	TORNILLO HEXAGONAL M30x140, DIN 931	CALIDAD R.8 Z00.30140.12
08	SUELA BAJO PATÍN 60E1 (EVA)	V04.00040.00
07	TOPE AISLANTE DSA 720 N°10 (GRIS)	V04.02035.10
06	TOPE AISLANTE DSA 720 N°8 (NEGRO)	V04.02035.08
05	TOPE AISLANTE DSA 720 N°6 (NATURAL)	V04.02035.06
04	CLIP DSA 20 Ø18	V01.03001.00
03	PLACA DE ASIENTO INCLINADO DSA	V11.04033.00
02	SUELA ELÁSTICA 35x185x12mm	V04.07022.00
01	PLACA AISLANTE 420x150x15mm	V04.05007.00

NOTAS:

- LOS ELEMENTOS MARCADOS CON UN ASTERISCO EN LA VISTA EN ALZADO SE SUMINISTRAN PREMONTADOS.
- REGULACIONES MÁXIMAS DEL 1R, O DE RIEL: EN NIVELACIÓN ± 10mm EN ALINEACIÓN ± 17mm
- REGULACIÓN EN ALINEACIÓN CON CASQUILLOS AISLANTES (POS. 17 A 22) EN PASOS DE 2mm HASTA UN MÁXIMO DE ± 15mm DE LA POSICIÓN CENTRAL.

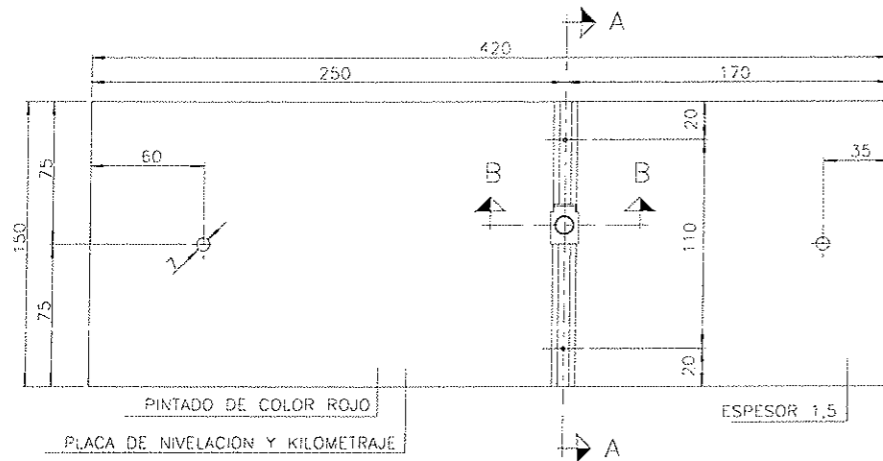
UNIDAD DE MEDIDA:
TODAS LAS COTAS ESTÁN EXPRESADAS EN MILÍMETROS.

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

c:\p03-252902-trabajo\100-referencias\ref_membrete_mitrolima_rev02.dwg

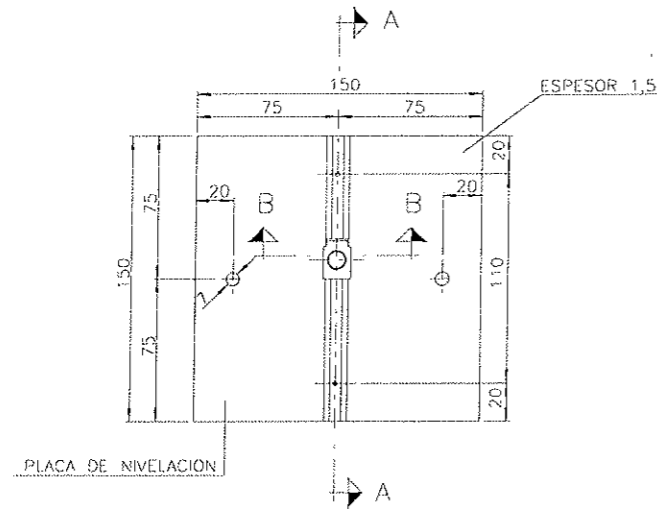
PLACA DE KILOMETRAJE PÒR DECAMETROS
CON DESLIZADERA DE NIVELACIÓN. CONJUNTO

ESCALA 1:4
(COTAS EN mm)



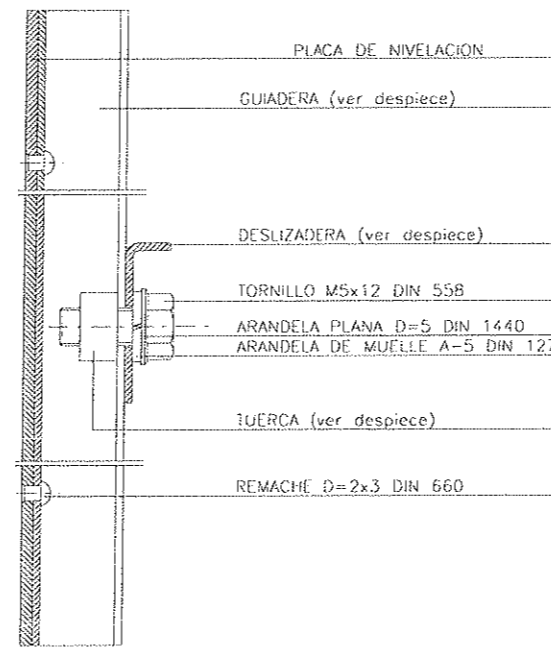
DESILIZADERA EN PLACA DE NIVELACIÓN.
CONJUNTO

ESCALA 1:4
(COTAS EN mm)



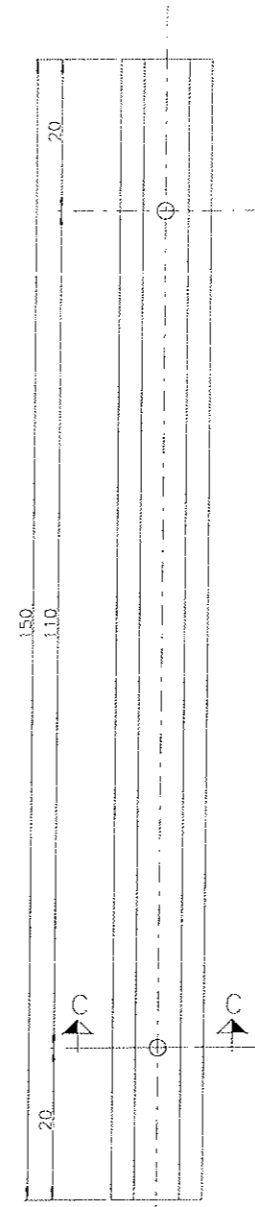
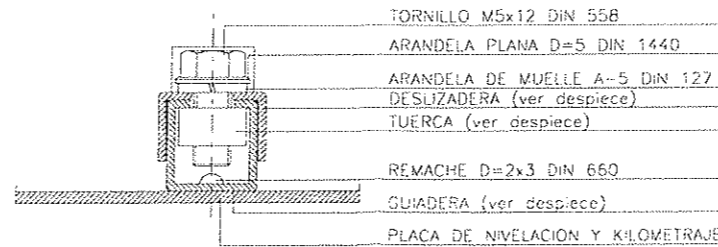
SECCIÓN A - A

ESCALA 1:1
(COTAS EN mm)



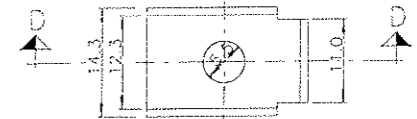
SECCIÓN B - B

ESCALA 1:1
(COTAS EN mm)

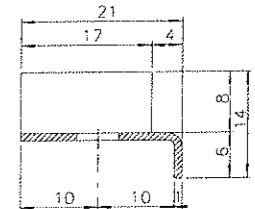


DESILIZADERA

ESCALA 1:1
(COTAS EN mm)

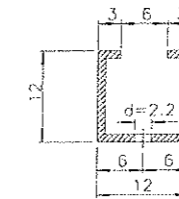


SECCIÓN D - D



GUIADERA
SECCIÓN B - B

ESCALA 1:1
(COTAS EN mm)



TUERCA

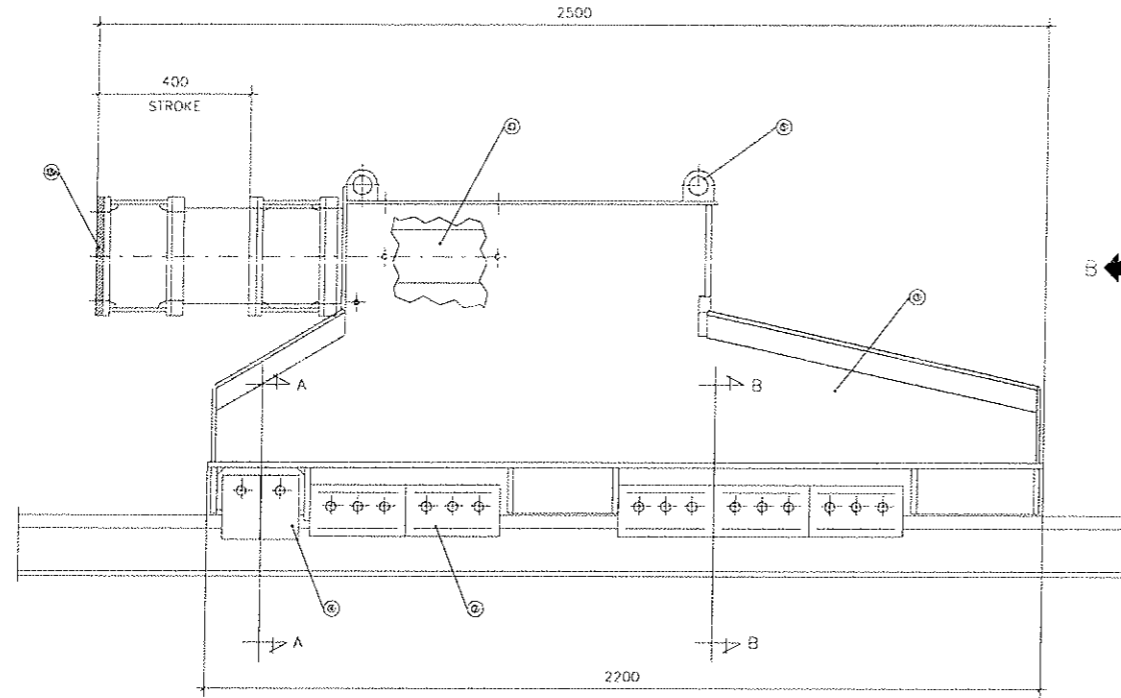
ESCALA 1:1
(COTAS EN mm)



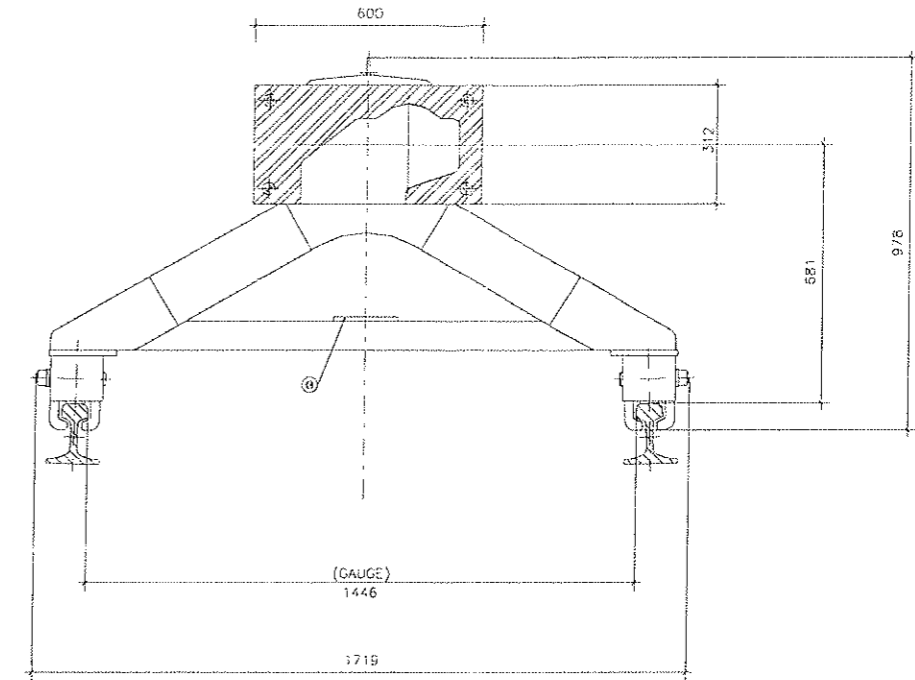
NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETLES, DIAGONALES Y DESVÍOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH

01/03/2014 10:00:00 trabajo100 referencias/re/membrete_metrolima_rev02.dwg

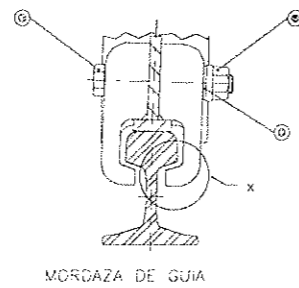
DETALLES TOPERA
ESCALA 1:20
(COTAS EN mm)



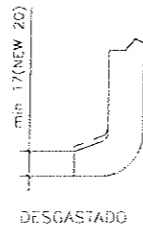
VISTA POR B
ESCALA 1:10
(COTAS EN mm)



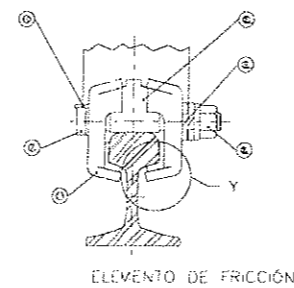
SECCIÓN A - A
(COTAS EN mm)



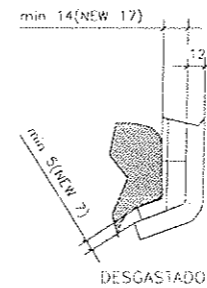
DETALLES X
(COTAS EN mm)



SECCIÓN B-B
(COTAS EN mm)



DETALLES Y
(COTAS EN mm)



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA
 DIVISIÓN DE INGENIERÍA DE OBRAS
 DE INFRAESTRUCTURA

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

c:\p03-2529\08 trabajo\101 referencias\ref_membre_metalima_rev02.dwg



A.5.3.	A) DISEÑO DE INGENIERÍA
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

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

A.5.3. PARÁMETROS DE DISEÑO Y CONSERVACIÓN DE LA VÍA FÉRREA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO DE LA ROSA
REPRESENTANTE LEGAL

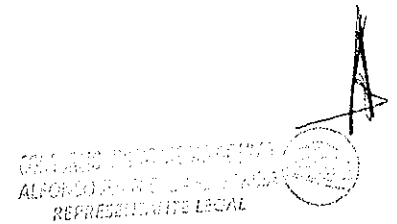
Índice

001833

1 INTRODUCCIÓN	3
1.1 GENERALIDADES	3
2 CRITERIOS DE DISEÑO	3
3 PARÁMETROS DE DISEÑO	4
4 TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS DE LA VÍA	5

APÉNDICE 1.PLANOS

COMITÉ DIRECTIVO
ALFONSO P. ...
REPRESENTANTE LEGAL



1 INTRODUCCIÓN

001834

1.1 GENERALIDADES

Para que la rodadura sea cómoda y confortable para el usuario, así como adecuada para el material móvil y la propia vía no sufran excesivos desgastes, ésta debe cumplir unas condiciones geométricas. La rodadura de un ferrocarril metropolitano tiene una serie de parámetros que deben estar siempre presentes al proyectarla, entre estos parámetros destacamos: el ancho de la trocha, la entrevía o la distancia existente entre ejes de vía, el perfil longitudinal y transversal de la vía y la continuidad geométrica en planta.

Los parámetros utilizados en el diseño son los indicados en los documentos Bases del proyecto, siendo acordes con la normativa europea NFPA y UIC

2 CRITERIOS DE DISEÑO

Los parámetros empleados como base para el diseño se basan en los recogidos en el Contrato de Concesión para el 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":

- Velocidad de diseño 90 Km/h
- La trocha considerada es de 1435 mm.
- La entrevía mínima considerada fue de 3,80 metros tanto en línea como en estación.
- Pendiente máxima del perfil de la línea de 3,5%.
- Radios superiores a los 250 m en la vía principal y 90 m en los patios.
- El radio mínimo considerado para las curvas verticales de 3.000 m.
- Sobre elevación máxima en curvas de 150 mm.
- Las estaciones se han dispuesto con una pendiente máxima del 0,3%.
- Las vías de estacionamiento quedarán en pendiente no mayor de 0,15%, para evitar la deriva de un tren cuyos frenos no estén activos. En particular se han dispuesto las terceras vías con una pendiente del 0,15% y las colas de maniobra con una pendiente del 0%.
- Siempre que ha sido posible, se han localizado las estaciones guardando una distancia del orden de 25 m. entre su extremo y el inicio de la pendiente más cercana.

Adicionalmente, se han definido los siguientes valores de diseño deseables para la definición de las curvas de transición:

- Valor de la aceleración no compensada inferior a $0,65 \text{ m/s}^2$.
- Valor de la sobre elevación gradual del riel peraltado no superior a 2 mm/m
- Valor de la variación de la aceleración no compensada inferior a $0,4 \text{ m/s}^3$

En cuanto a la CWR, los rieles tipo UIC-60 E1, llegan a la obra en forma de barras largas de 18 m. Una vez situados en vía, se conforman las barras largas soldadas definitivas mediante soldadura aluminotérmica. Un desarrollo más amplia de este tema se encuentra en el punto A.5.2 Superestructura, en los apartados 4.1 Riel y 5.4 Soldadura aluminotérmica.

3 PARÁMETROS DE DISEÑO

001835

En tabla adjunta se recogen los parámetros principales de diseño proyectados de las líneas 2 y 4, son los siguientes:

INFORMACIÓN BÁSICA DE DISEÑO DE LAS LÍNEAS 2 Y 4		
DESCRIPCIÓN	VALOR	
Velocidad	90	Km/h
Ancho Trocha	1435	mm
Ancho entrevía recta	3.8	m
Pendiente máx. túnel	3.5	%
Pendiente máx. estaciones	0.3	%
Pendiente máx. vías estacionamiento	0.15	%
Radio mínimo curvas horizontal	280	m
Sobre elevación en curvas	150	mm
Radio mínimo vertical	3000	m

Tabla 1. Características Líneas 2 y 4

Entre las características generales de los ramales a patios-taller están las siguientes:

INFORMACIÓN BÁSICA DE DISEÑO DE LAS LÍNEAS 2 Y 4		
DESCRIPCIÓN	VALOR	
Ancho Trocha	1435	Mm
Ancho entrevía recta	3.8	m
Pendiente máx. túnel	3.5	%
Radio mínimo curvas	90	m

Tabla 2. Características ramales a Patio-Taller



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 

001836



4 TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS DE LA VÍA

Se han adoptado las siguientes tolerancias geométricas de vía.

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

Tabla 3. Tolerancias de recepción de vías nuevas.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO COSTA 1500 - LIMA
REPRESENTANTE LOCAL



[2187]

A.5.3. Parámetros de diseño y conservación de la vía férrea



001837

A.5.3. Nº DOCUMENTO	A) DISEÑO DE INGENIERÍA TIPO DE DOCUMENTO
-------------------------------	---

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

A.5.3. PARÁMETROS DE DISEÑO Y CONSERVACIÓN DE LA VÍA FÉRREA APÉNDICE 1. PLANOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AV. FAUCETT 1000 LIMA
TEL: 011 476 2000

CODIGO	ÍNDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
PLIN-IF-SUP-ESQ-L2	Superestructura de vía. Plantas esquemática. L2	1/1.000	54
PLIN-IF-SUP-ESQ-L4	Superestructura de vía. Plantas esquemática. L4	1/1.000	16

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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

[2189]

001839



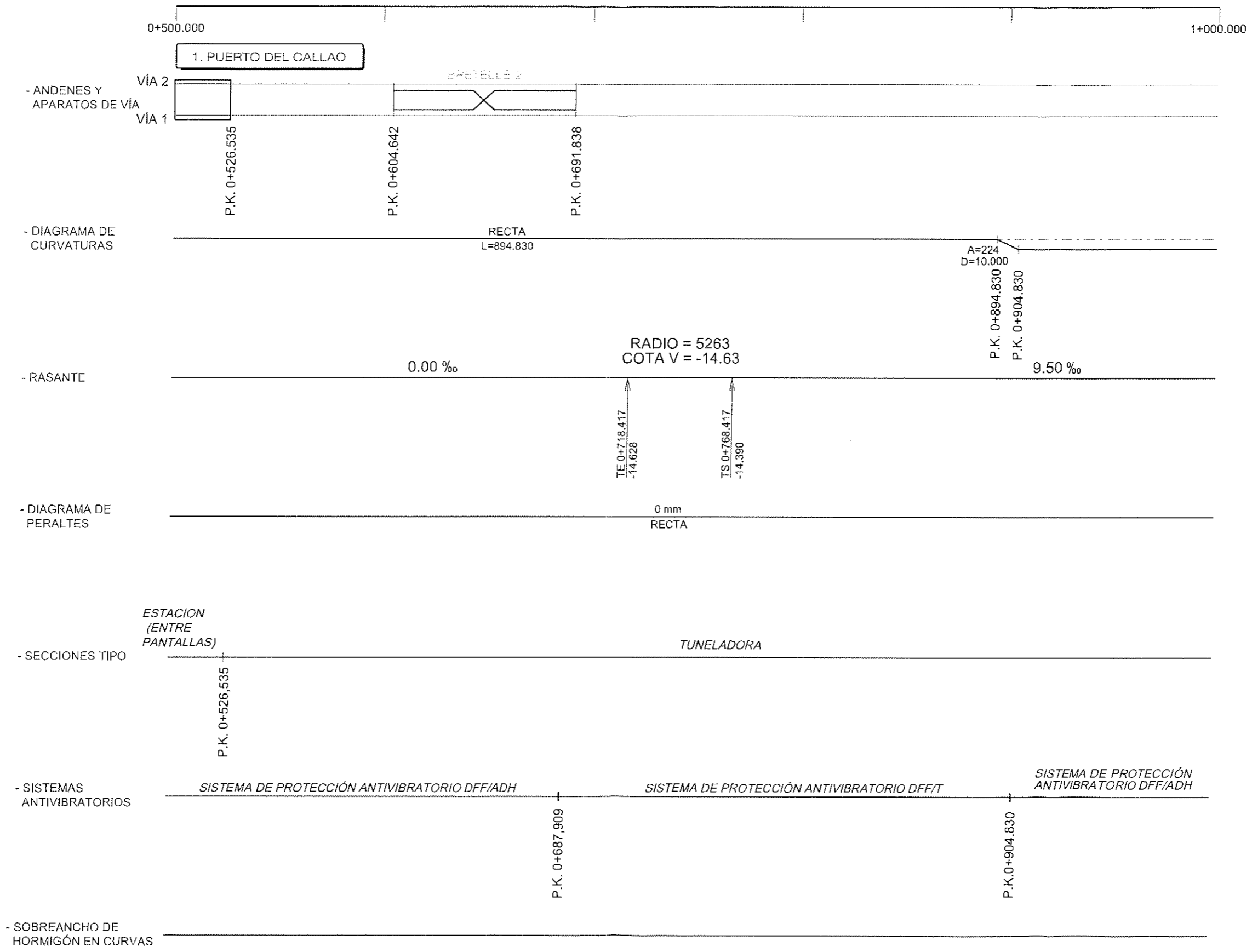
CONSTRUCCIÓN SUPERVISADA POR
ALFONSO TORRES
RESPONSABLE LEGAL

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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

[2190]

001840



CONSULTORES
AYESA S.A. S.R.L.
INGENIERIA

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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

[2191]

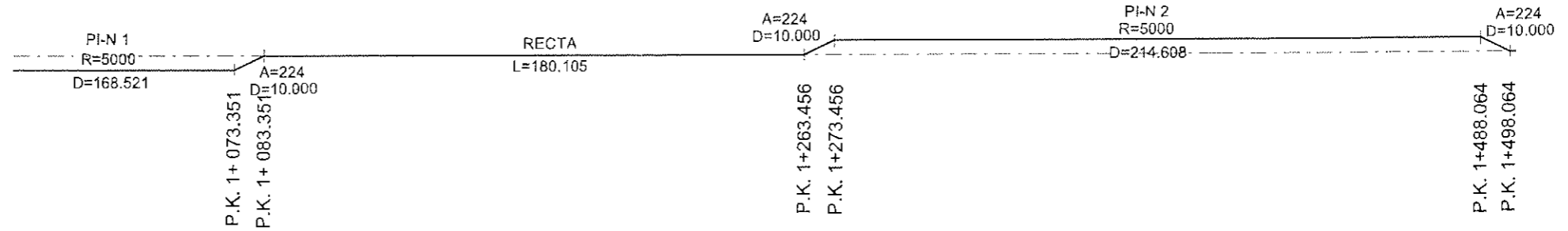
1+000.000

1+500.000

001841

- ANDENES Y APARATOS DE VÍA
VÍA 2
VÍA 1

- DIAGRAMA DE CURVATURAS



- RASANTE

9.50 ‰

- DIAGRAMA DE PERALTES

0 mm
RECTA

- SECCIONES TIPO

TUNELADORA

- SISTEMAS ANTIVIBRATORIOS

SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIO DFF/ADH

P.K. 1+073.351

SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIO DFF/ADH + MANTA AMORTIGUADORA DE VIBRACIONES

P.K. 1+273.456

P.K. 1+488.064

- SOBREENCHO DE HORMIGÓN EN CURVAS

CONSEJO REGULADOR DE INGENIERÍA CIVIL DEL PERÚ
ALFONSO J. P. GARCÍA
REGISTRADO N.º 12345

c:\p03-2590\trabaja\relatorios\esquema_metrolima_0002.dwg



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

ESCALA: 1/1.000
FECHA: FEBRERO 2014



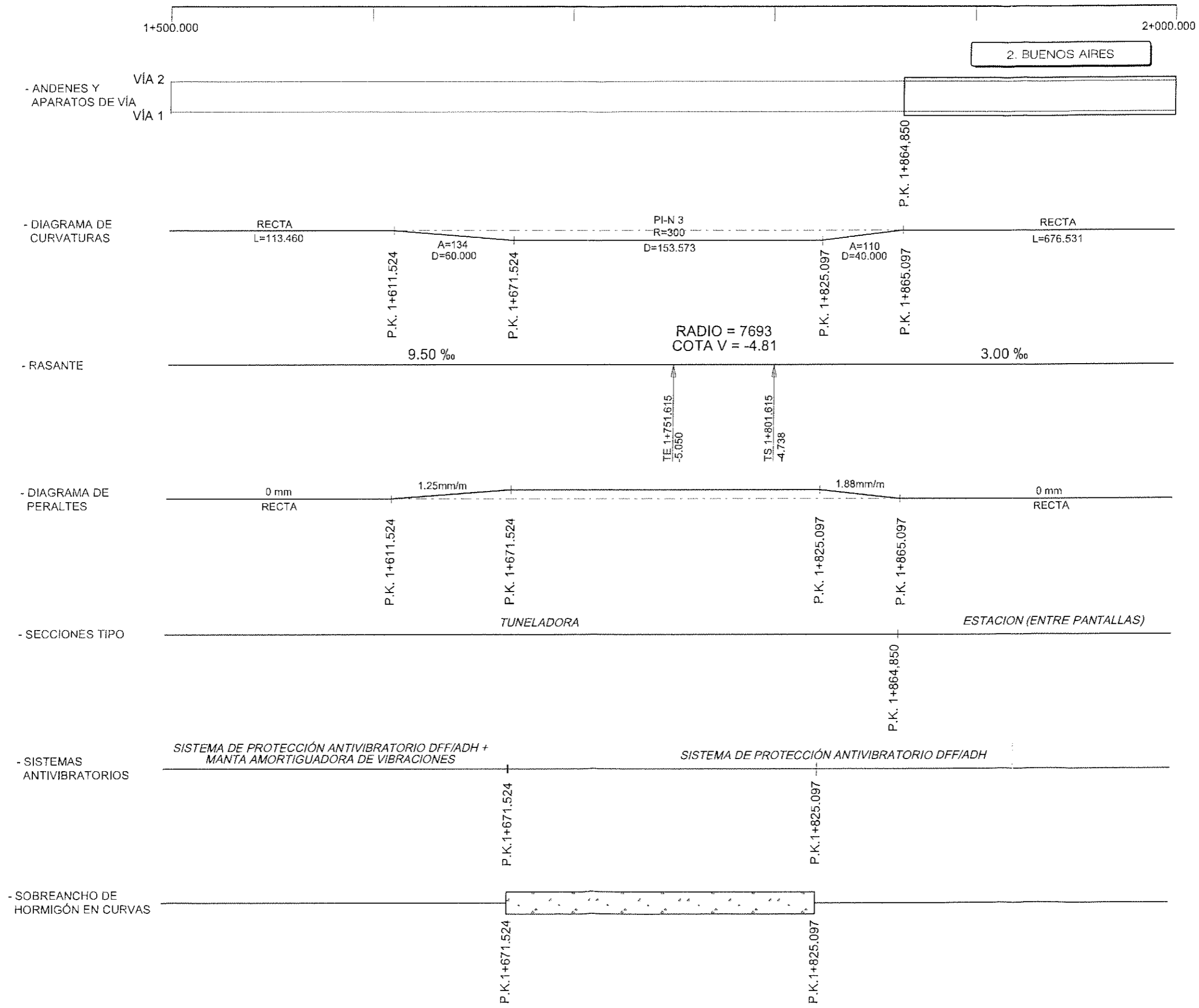
PLANO: PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-003	HOJA: 3 de 54	REVISIÓN: 2
---------------------------------	---------------	-------------

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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

[2192]

001842



0:\proyectos\trabaja\referencia\electr\mumbate\metrolina_rev02.dwg



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

ESCALA (M):	1/1.000
FECHA:	FEBRERO 2014

PLANO N°:	PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-004	HOM:	4 de 54	REVISIÓN:	2
-----------	--------------------------	------	---------	-----------	---

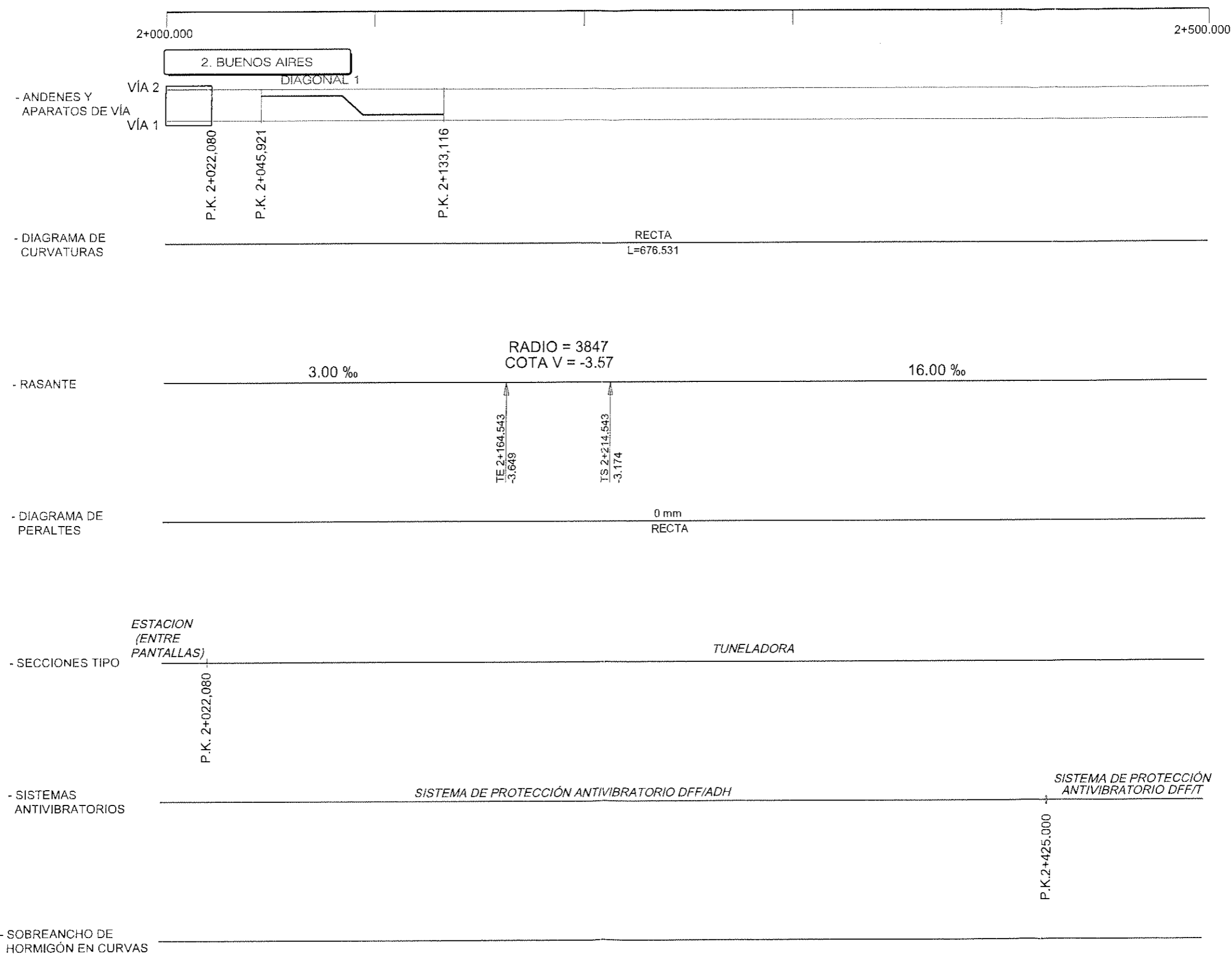
CONTRATISTA: INGENIERIA CIVIL S.A.
AUTORIZADO: [Signature]
REGISTRADO: [Stamp]

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETelles)

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

[2193]

001843

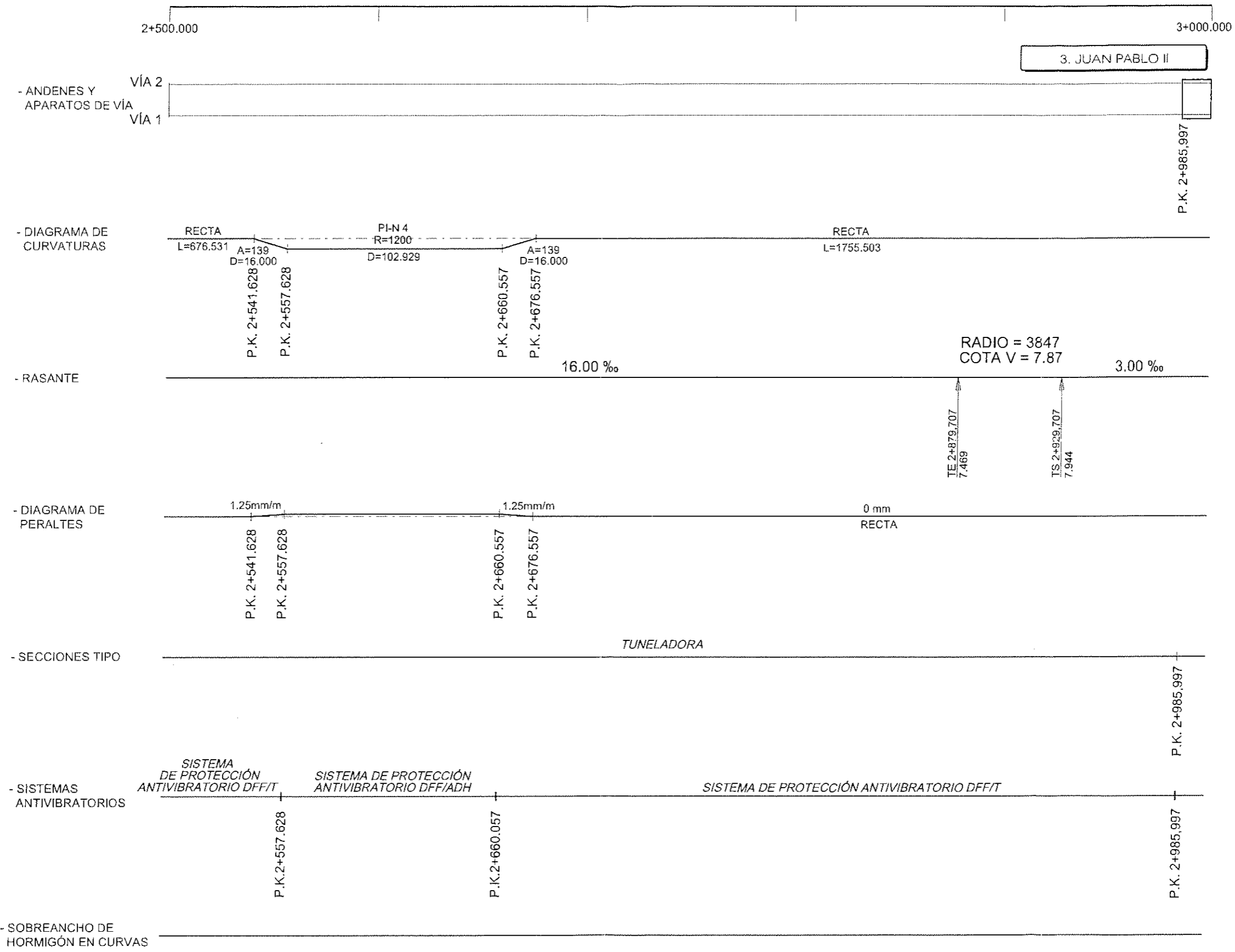


CONSORCIO NÚMERO 4 DEL METRO ALFONSO DE HEREDIA S.A. DE INGENIERÍA TÉCNICA

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
 - 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETelles)

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

[2194]



3. JUAN PABLO II

001844

P.K. 2+985.997

P.K. 2+985.997

P.K. 2+985.997

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 INSTITUTO TECNOLÓGICO
 INSTITUTO TECNOLÓGICO

0:\p03\2014\trabajo\referencias\2014\trazado\magdalena_0402.dwg



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

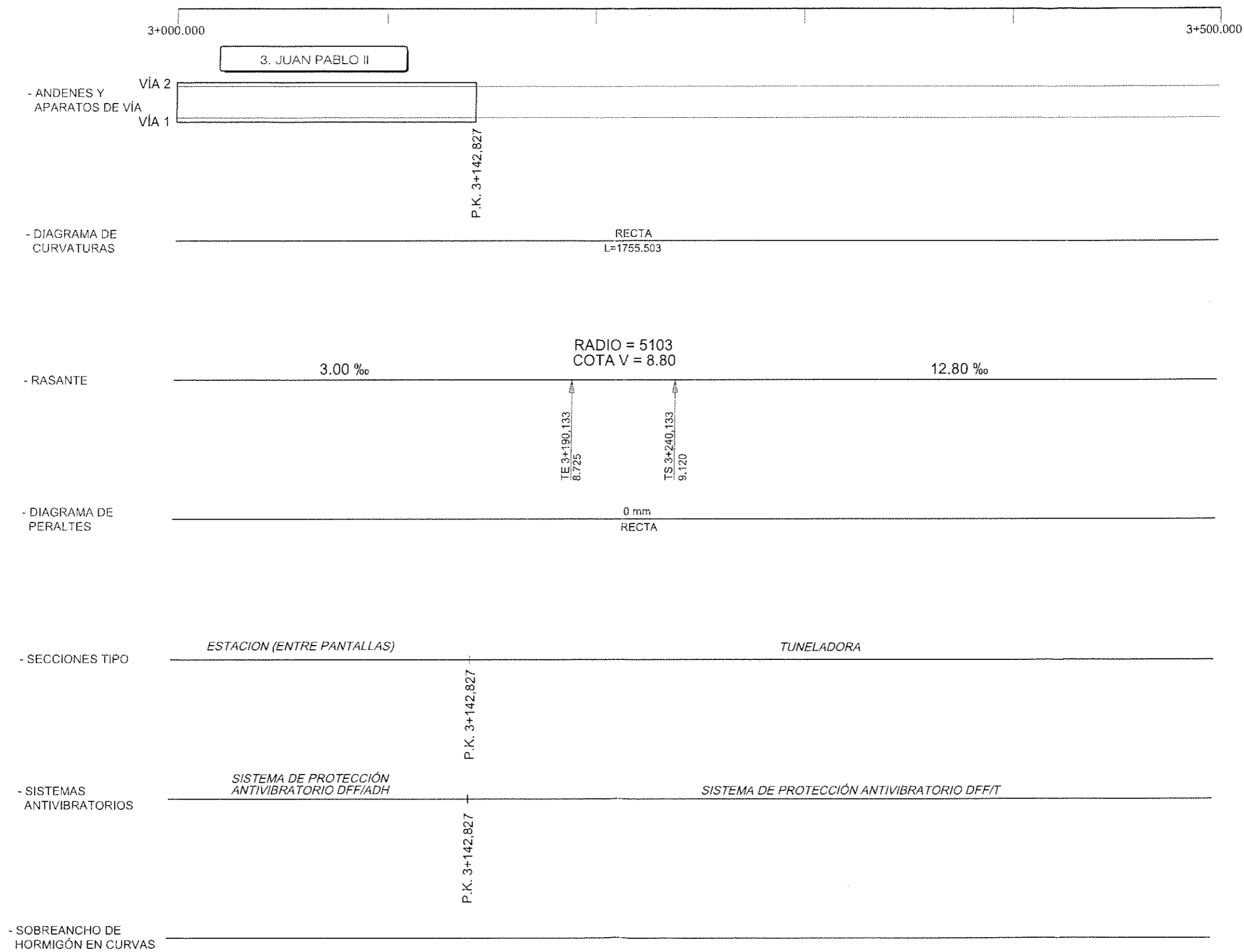
ESCALA: 1:1000	PLANO N°: PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-006	HOM: 6 de 54	REVISIÓN: 2
FECHA: FEBRERO 2014	PLANOS: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54		

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETelles)

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

[2195]

001845



INGENIERO CIVIL

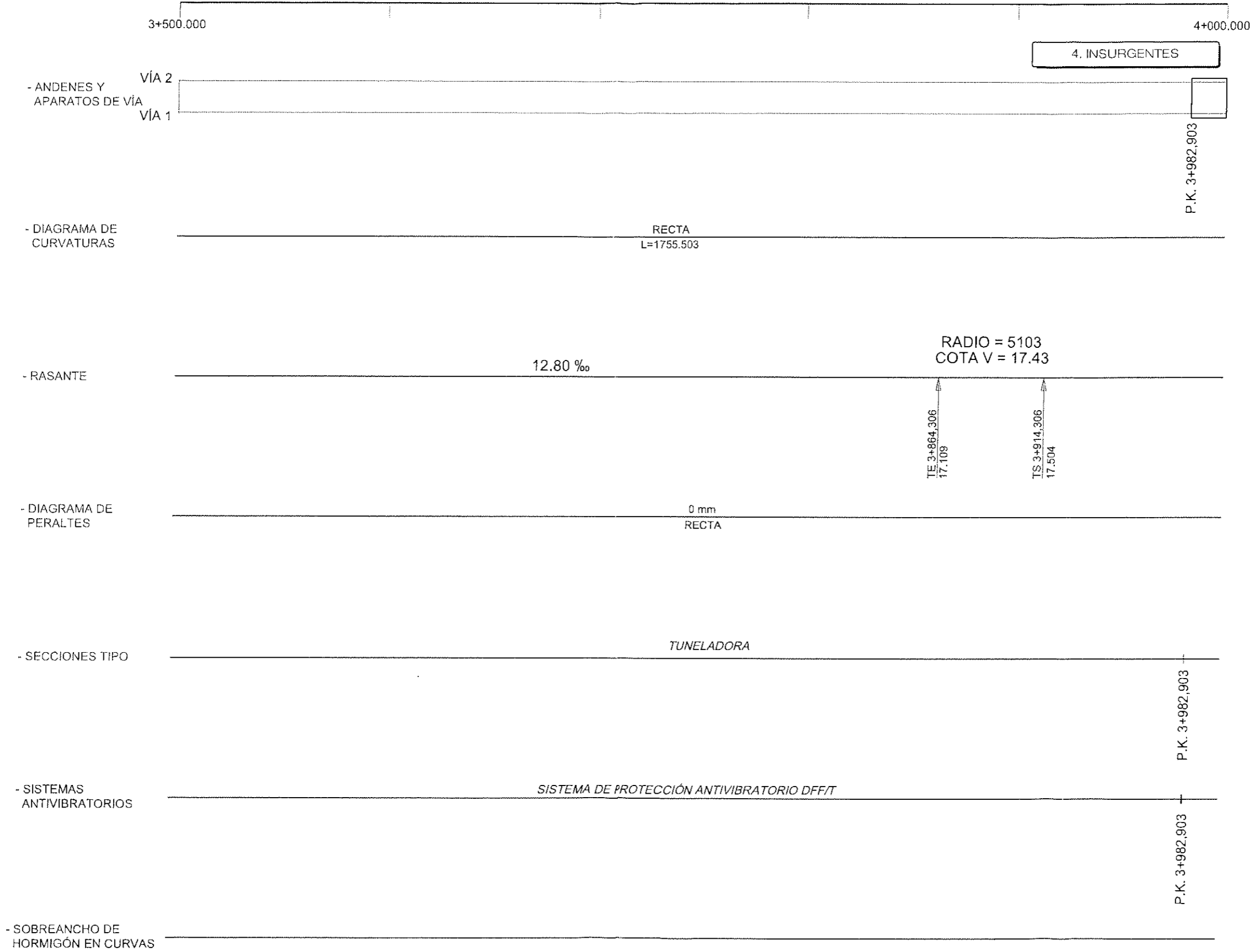
ALVARO...

FEB 11 2014

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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

001846



REVISADO: [Signature]

REVISOR: [Signature]

REVISOR: [Signature]

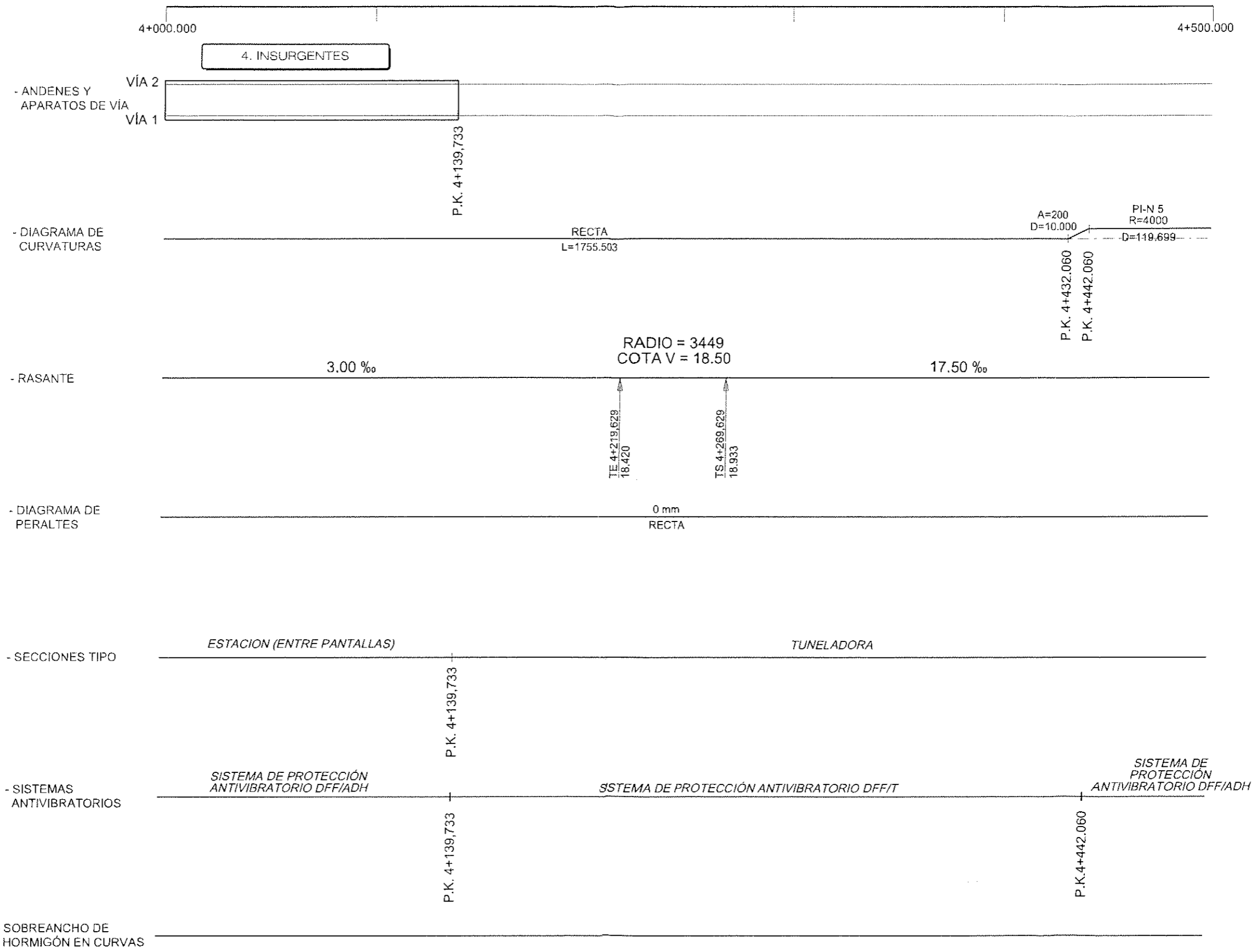
C:\p05\2014\1805\1805-PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P001-P054.dwg

[2197]

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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

001847



p:\p03-2014\1805\1805-PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P001-P054.dwg

ProlInversión
Agencia de Promoción y Asesoría Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa < **euroEstudios** **IT**
INGENIERIA

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

ESCALA:	1:1,000
FECHA:	FEBRERO 2014

PLANO N°	PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-009	HOM:	9 de 54	REVISIÓN:	2
----------	--------------------------	------	---------	-----------	---

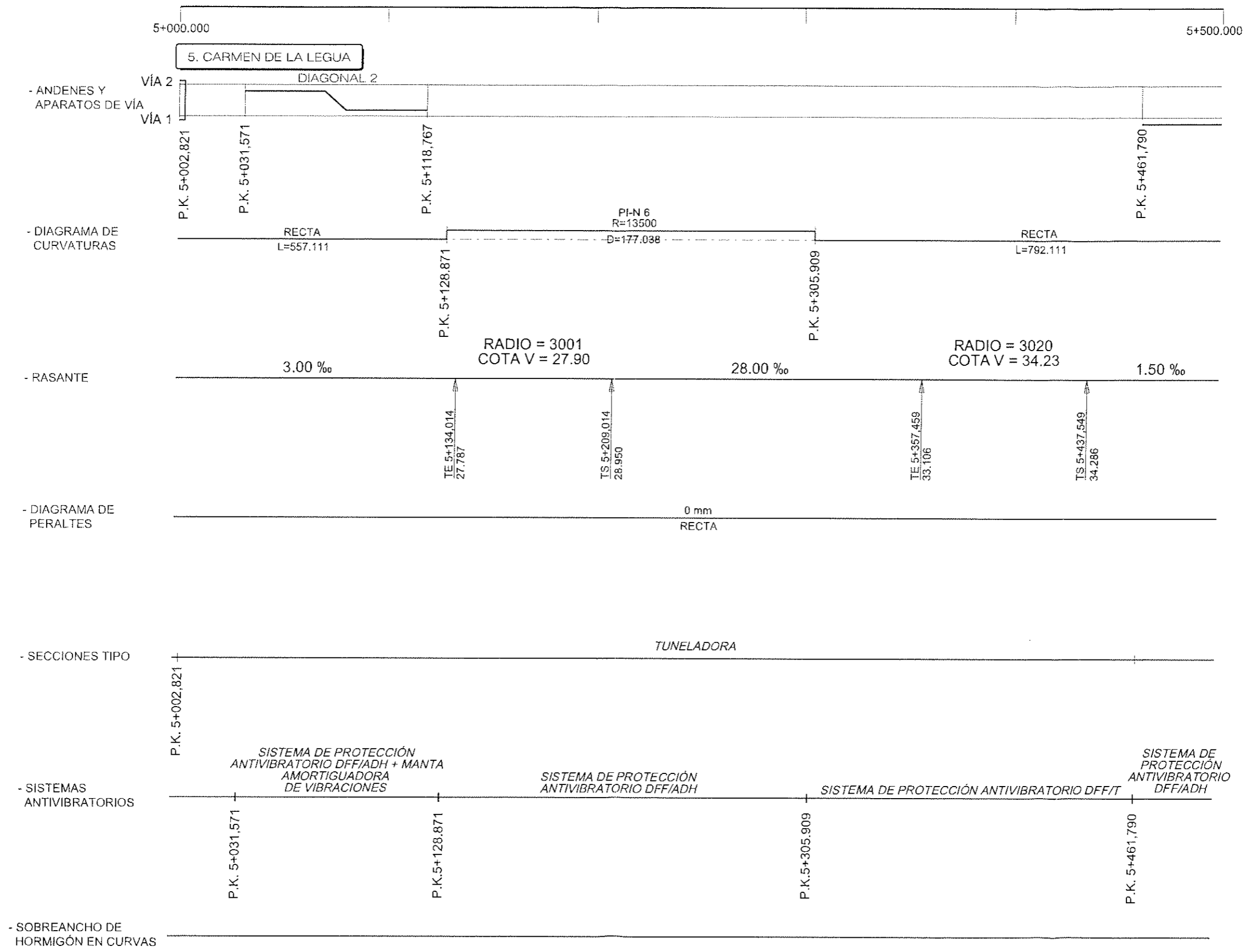
ALONSO...
REPRESENTANTE LOCAL

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
 - 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)


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

[2199]

001849



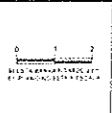
c:\p01\2014\1805\1805-PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P001-P054.dwg


 AL SEÑOR DIRECTOR GENERAL
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA



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

ESCALA: 1/1.000
 FECHA: FEBRERO 2014

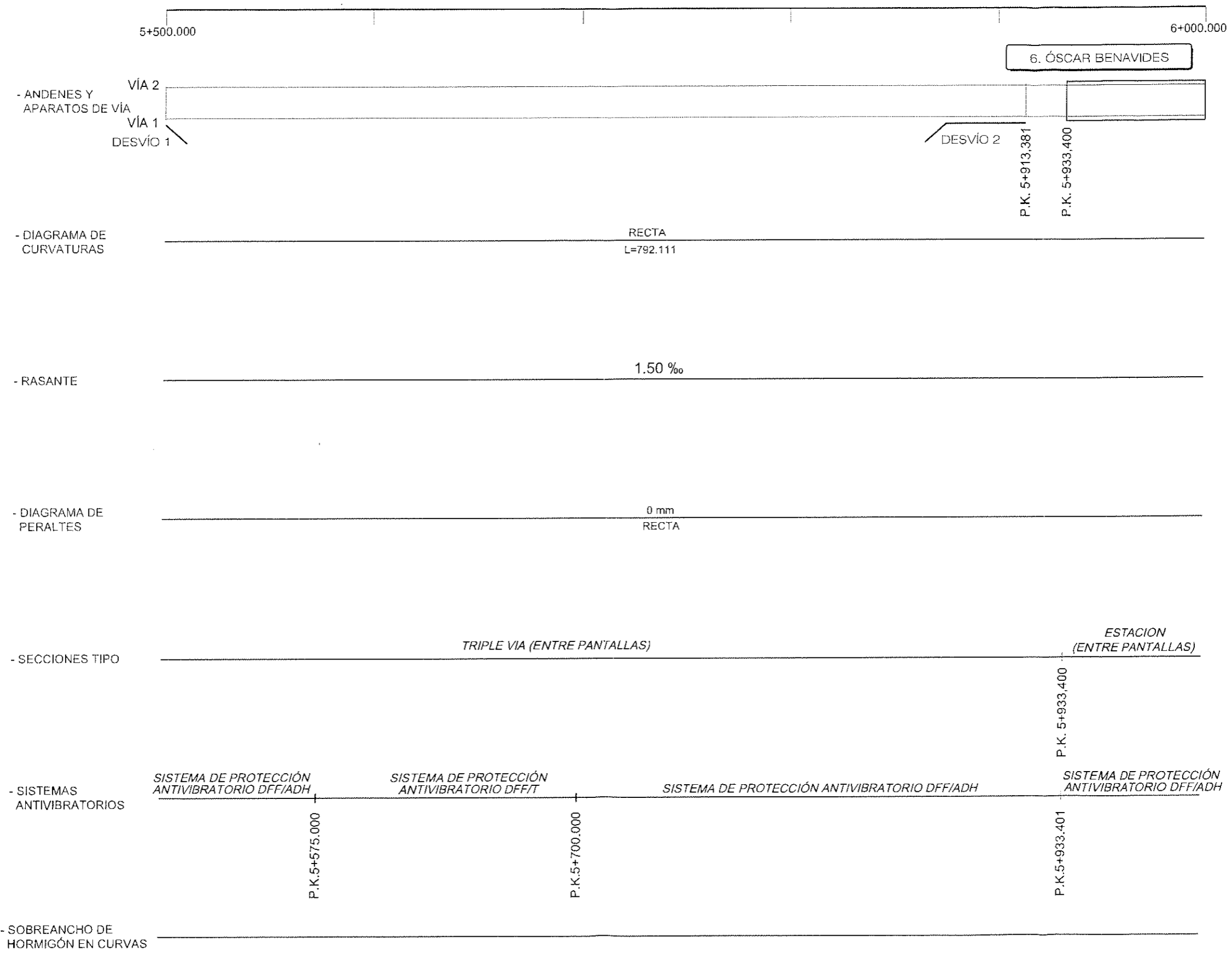


PLANO N°	PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-011	HOU:	11 de 54	REVISIÓN	2
----------	--------------------------	------	----------	----------	---

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETelles)

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

[2200]



6. ÓSCAR BENAVIDES

001850

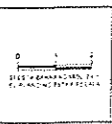
c:\p001-0054\1\trabajo\referencias\trk_001850_bvba_metroplm_0002.dwg

PROYECTO DE LINEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
PLANTA ESQUEMÁTICA, L2
CON PARÁMETROS DE DISEÑO



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

ESCALA: 1/1.000
FECHA: FEBRERO 2014



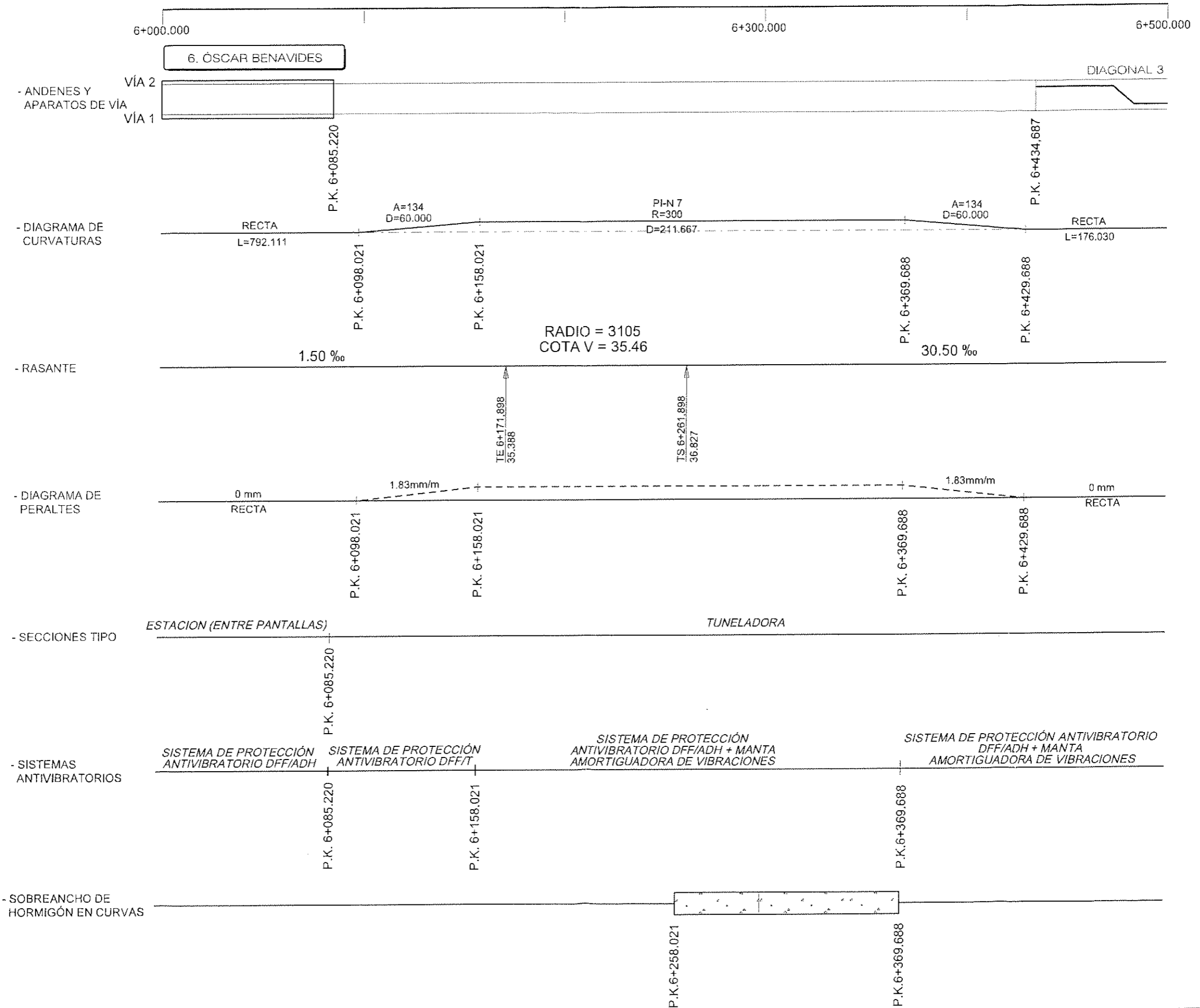
PLANO N°	PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-012	HUJAS	12 de 54	REVISIÓN	2
----------	--------------------------	-------	----------	----------	---

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
 - 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

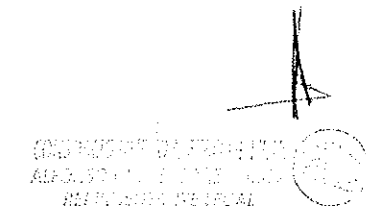
NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETELLES, DIAGONALES Y DESVÍOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH

[2201]

001851



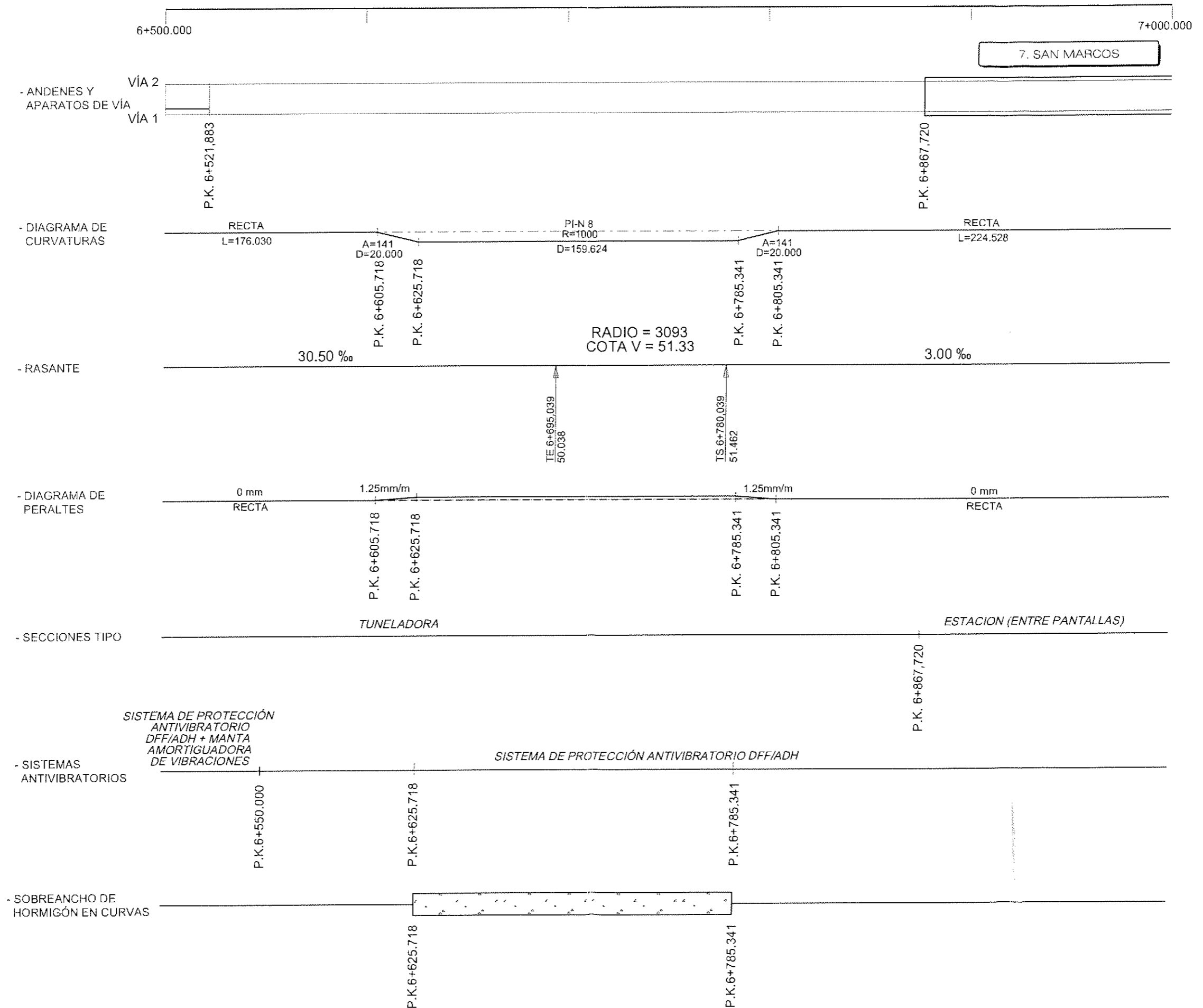
D:\2013\2013\001851\1851.dwg



NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
 - 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETILLES)

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

001852



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

ESCALA: A1:	1:1.000
FECHA:	FEBRERO 2014
PLANO:	PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-014

SUPERESTRUCTURA DE VÍA.
 PLANTA ESQUEMÁTICA, L2
 CON PARÁMETROS DE DISEÑO

HOJA:	14 de 54	REVISIÓN:	2
-------	----------	-----------	---

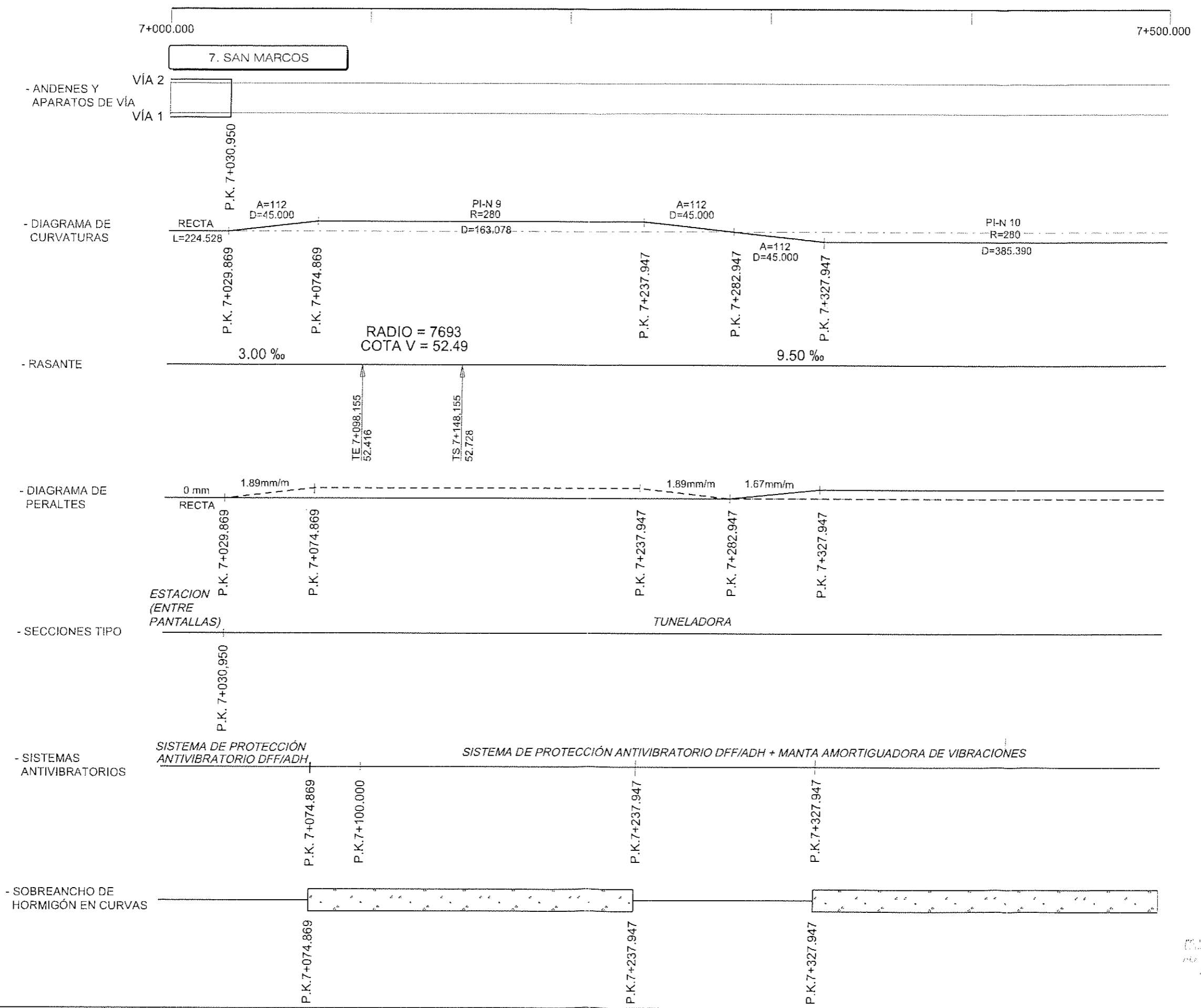
1805-PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P001-P054.dwg

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
 - 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETelles)

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

[2203]

001853



C:\P05\25\2017\trazado\relevo\trazado_metro_metro_metro_rev07.dwg



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

ESCALA: A1)
1/1.000
FECHA:
FEBRERO 2014

SUPERESTRUCTURA DE VÍA,
PLANTA ESQUEMÁTICA, L2
CON PARÁMETROS DE DISEÑO

PLANO N° PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-015

HOJA: 15 de 54

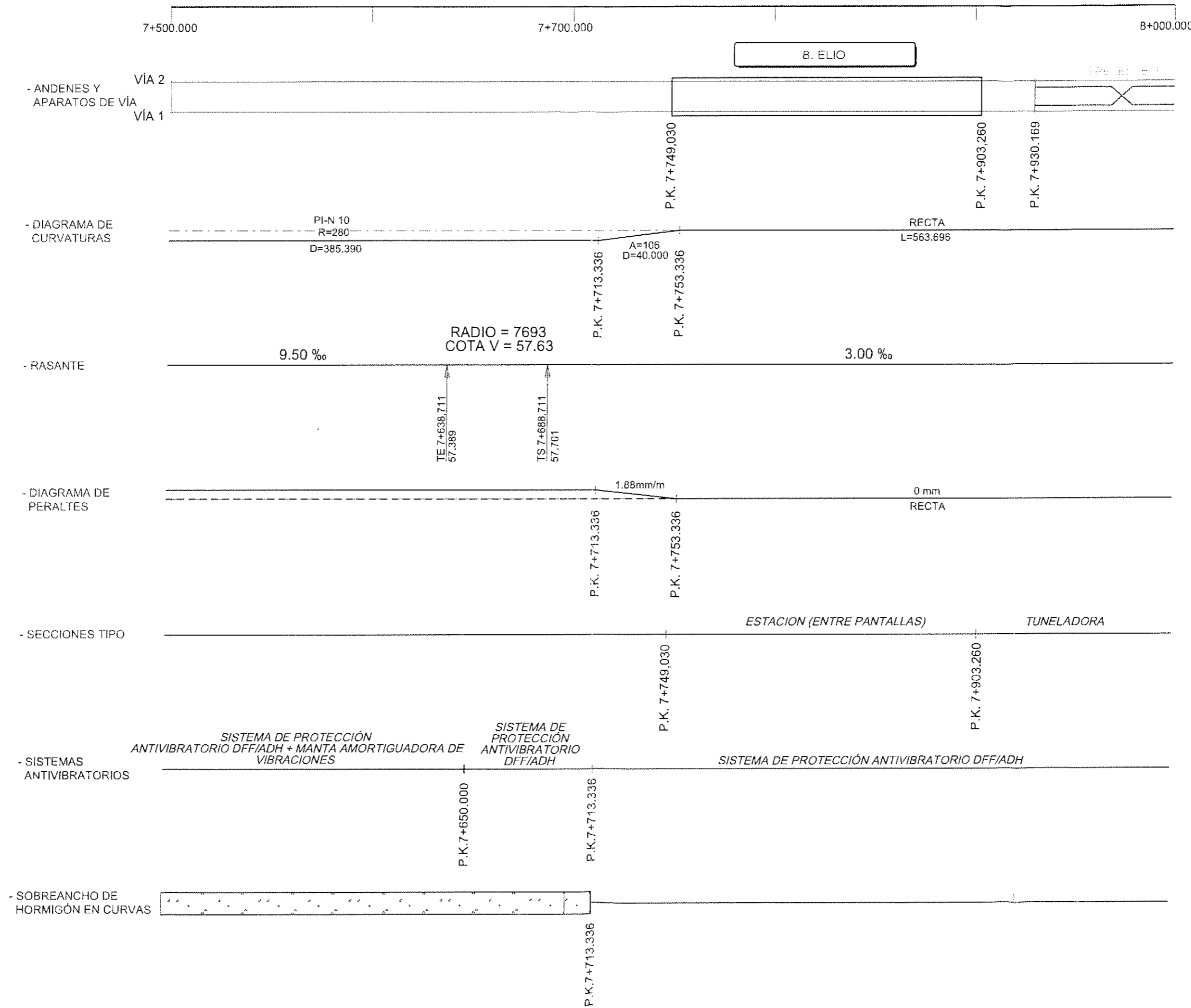
REVISIÓN: 2

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
 - 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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

[2204]

001854



c:\p00-2009\1\trabame\referencia\trabame\mesallina_00.dwg



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

ESCALA: 1/1.000	FECHA: FEBRERO 2014
-----------------	---------------------

SUPERESTRUCTURA DE VÍA. PLANTA ESQUEMÁTICA. L2 CON PARAMETROS DE DISEÑO	
PLANO: PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-016	HOJA: 16 de 54
REVISIÓN: 2	

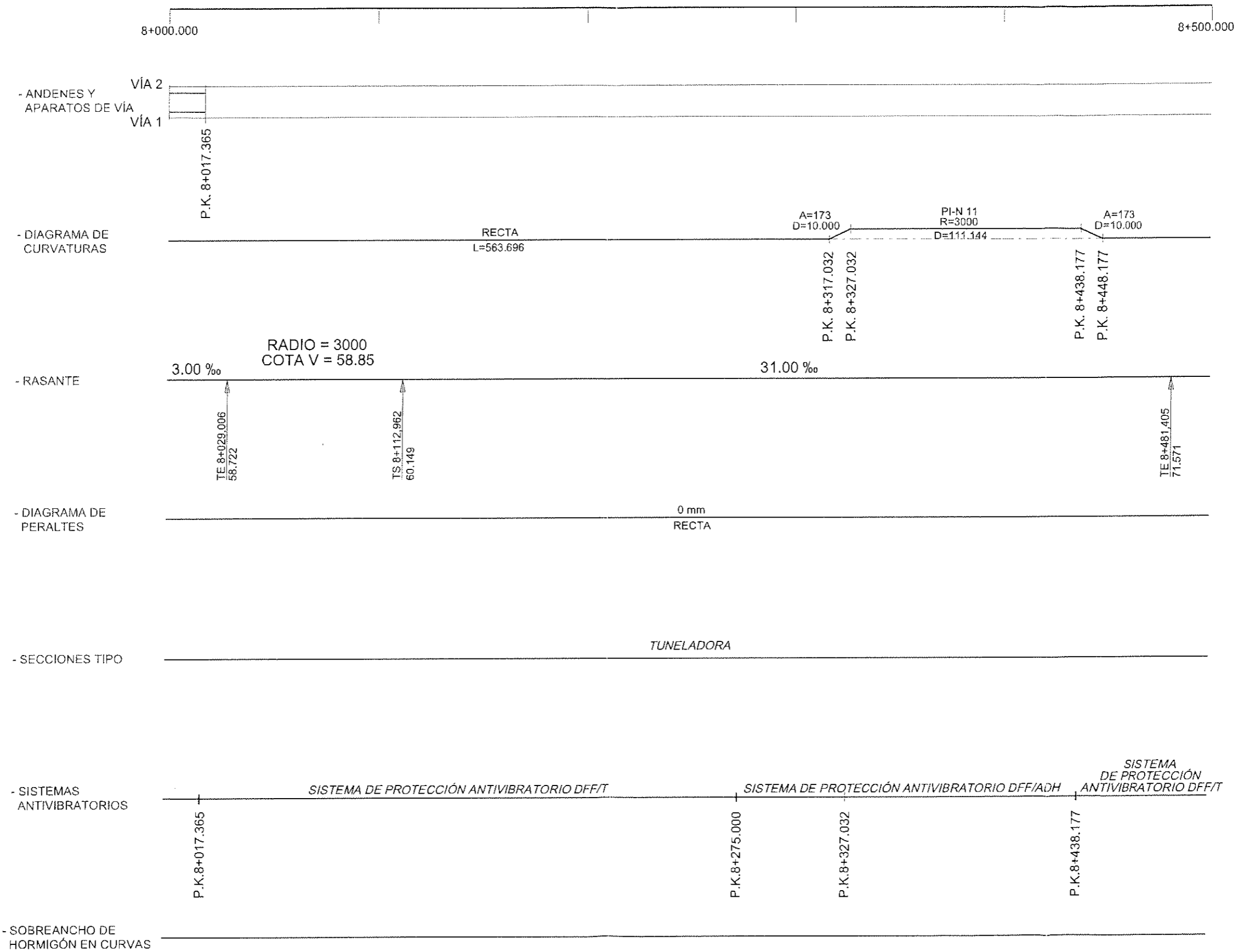
1805-PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P001-P054.dwg

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)


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

[2205]

001855



c:\p01-2014\1101\mtd\referenc\resicha_metro\sup\sup_001.dwg


 INGENIERO EN CIVIL
 ALDO...
 REVISOR...



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

ESCALA (A1):	1:1.000
FECHA:	FEBRERO 2014

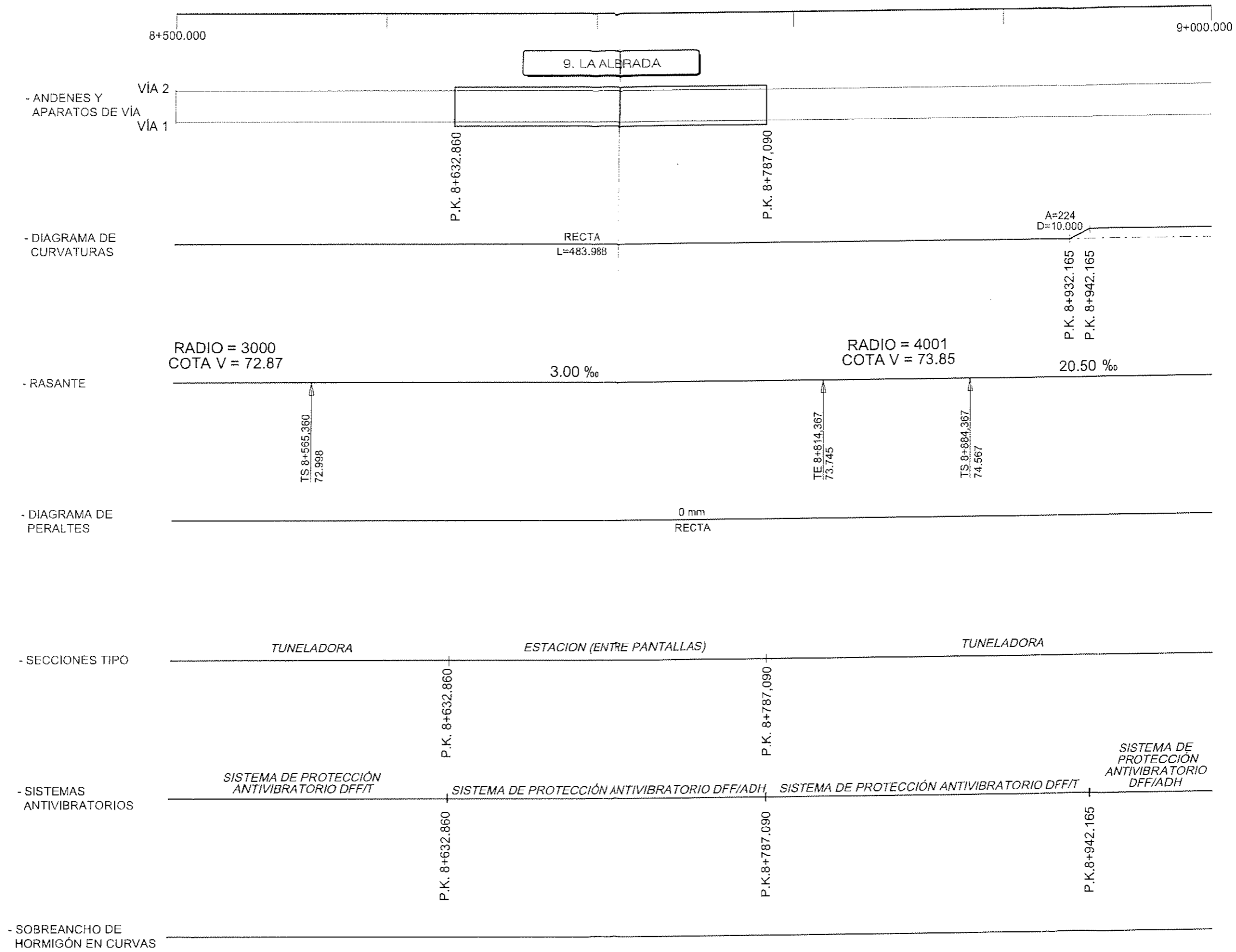
SUPERESTRUCTURA DE VÍA. PLANTA ESQUEMÁTICA, L2 CON PARAMETROS DE DISEÑO	
PLANO N°	PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-017
HOJA:	17 de 54
REVISIÓN:	2

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETelles)

NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETelles, DIAGRAMAS DE DESVÍOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH

122061

001856



NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVIOS Y BRETELLES)

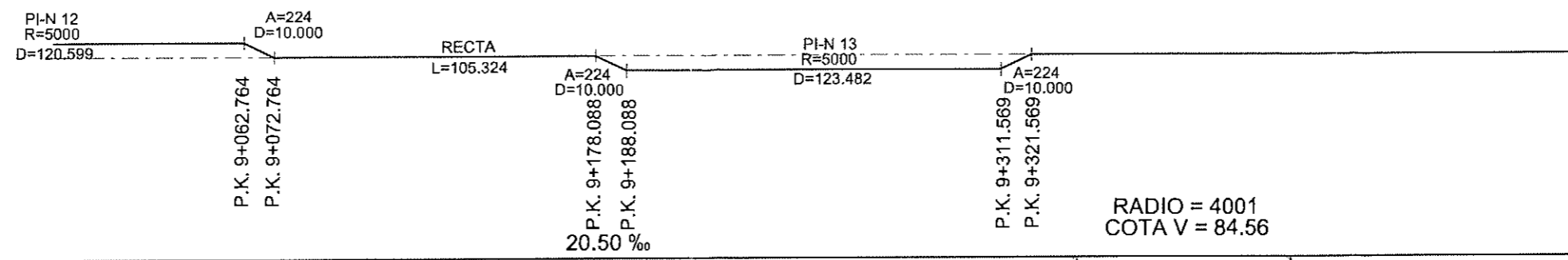
NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETELLES, DIAGONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH

9+000.000 9+500.000

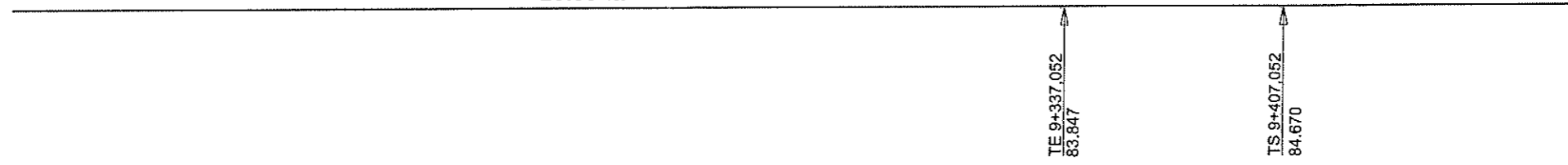
001857

VÍA 2
- ANDENES Y APARATOS DE VÍA
VÍA 1

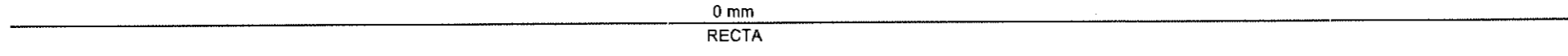
- DIAGRAMA DE CURVATURAS



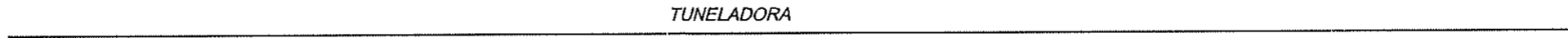
- RASANTE



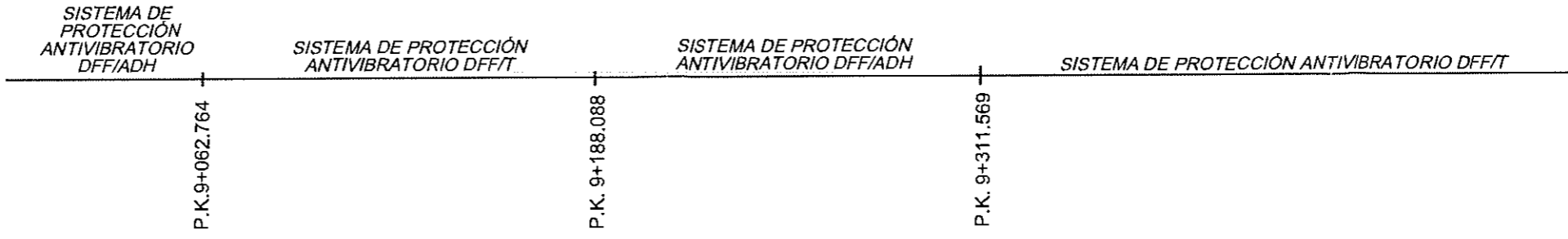
- DIAGRAMA DE PERALTES



- SECCIONES TIPO



- SISTEMAS ANTIVIBRATORIOS



- SOBREAÑO DE HORMIGÓN EN CURVAS



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN SASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

c:\pda-2009\trabajo\referencia\veh...e metrolima_rev02.dwg



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

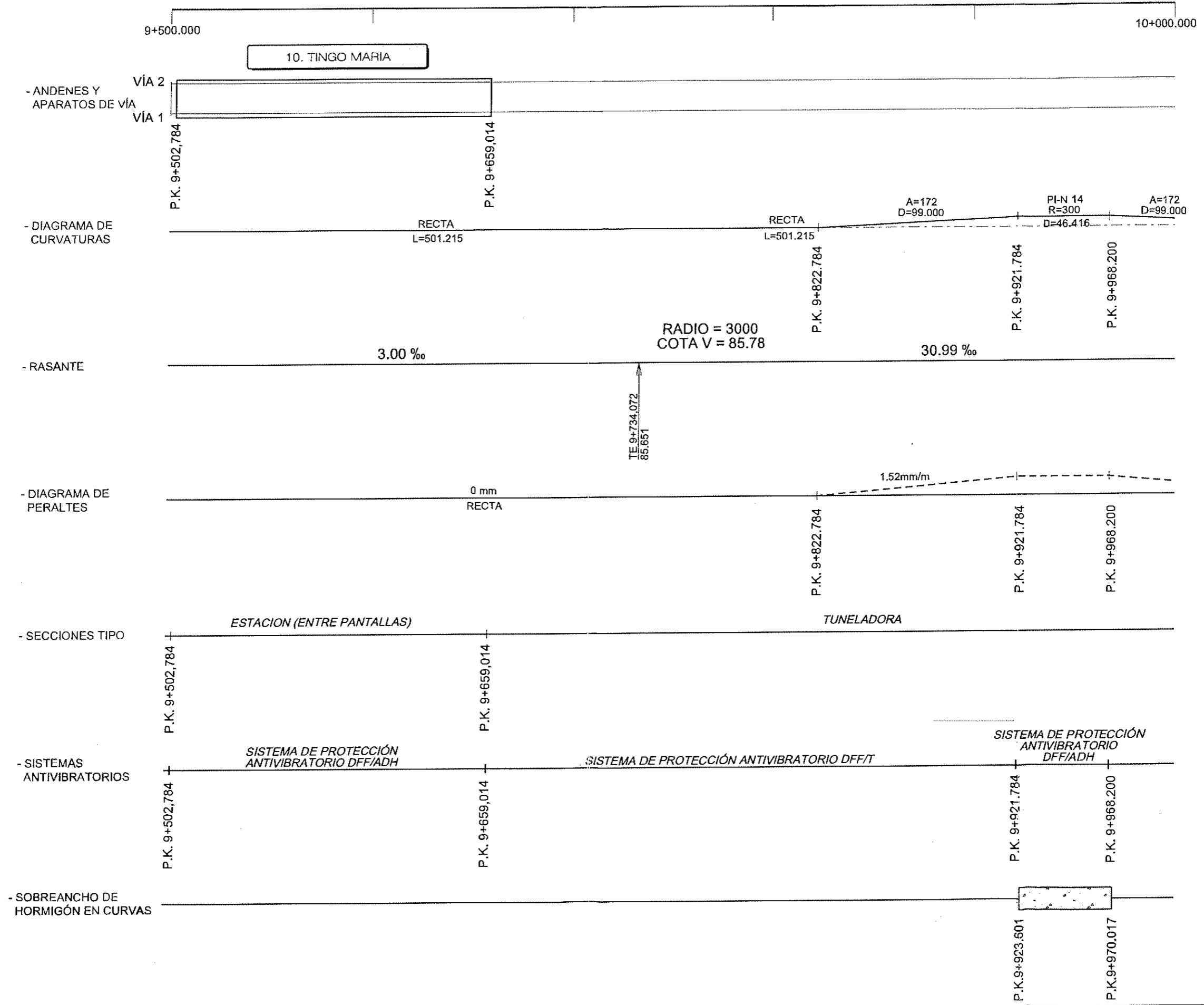
ESCALA (A1)
1/1.000
FECH: FEBRERO 2014

SUPERESTRUCTURA DE VÍA,
PLANTA ESQUEMÁTICA. L2
CON PARÁMETROS DE DISEÑO
PLANO N° PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-019
HOJA: 19 de 54
REVISIÓN: 2

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETILLES)

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

001858



0:\p03-2525\trabaja\p03-referencia\ref_k_2_metrolima_rev02.dwg



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

ESCALA (A1): 1/1.000
FECHA: FEBRERO 2014

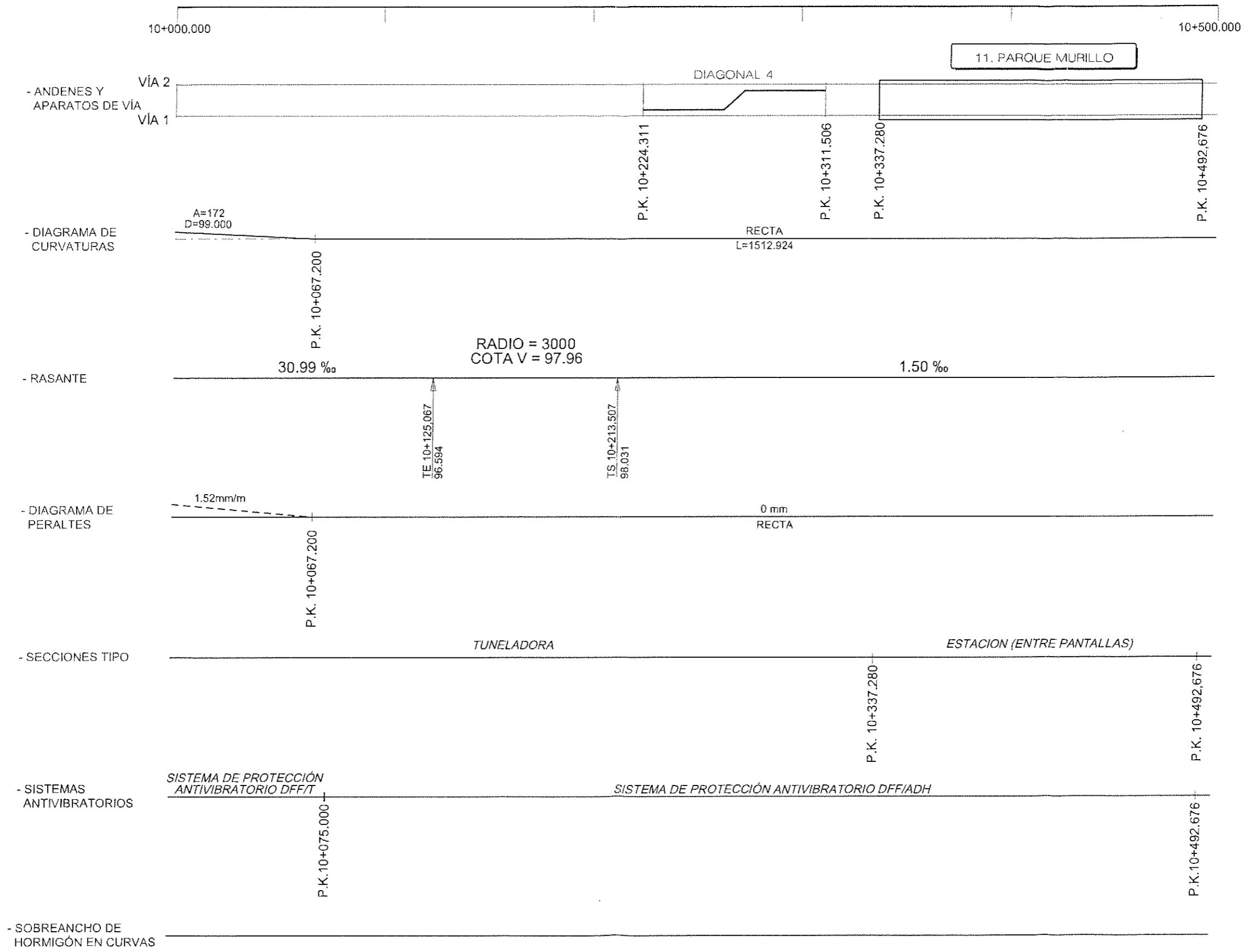
PLANO N° PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-020
HOJA: 20 de 54
REVISIÓN: 2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
 - 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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

[2209]



001859

d:\p03-2014\trabaja\referencia\trabaja\combinado_metallografia_0002.dwg

ALFONSO...
 RESPONSABLE DEL DISEÑO



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

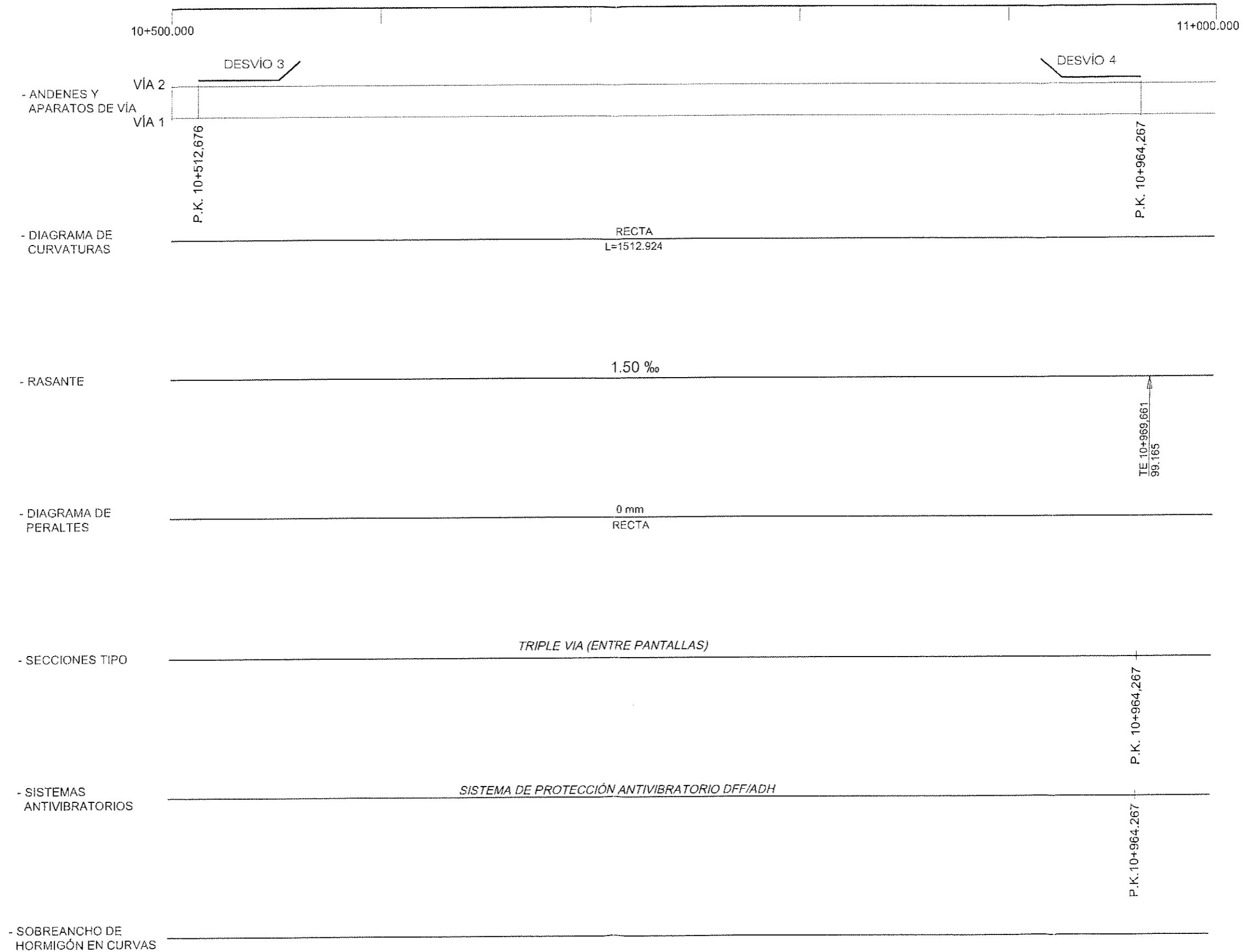
ESCALA: 1/1.000	FECHA: FEBRERO 2014
-----------------	---------------------

PLANO N°	PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-021	Hojas	21 de 54	REVISIÓN	2
----------	--------------------------	-------	----------	----------	---

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVIOS Y BRETILLES)

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

[2210]

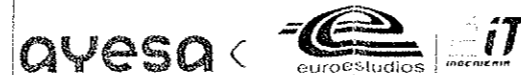


001860

ESTADO DE LA OBRERA
ANEXO TECNICO N° 001
PROYECTO DE LA VÍA

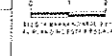


CONSULTORES



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

ESCALA: (4:1)
1/1.000
FECHA:
FEBRERO 2014



PLANO N° PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-022

SUPERESTRUCTURA DE VÍA
PLANTA ESQUEMÁTICA L2
CON PARAMETROS DE DISEÑO

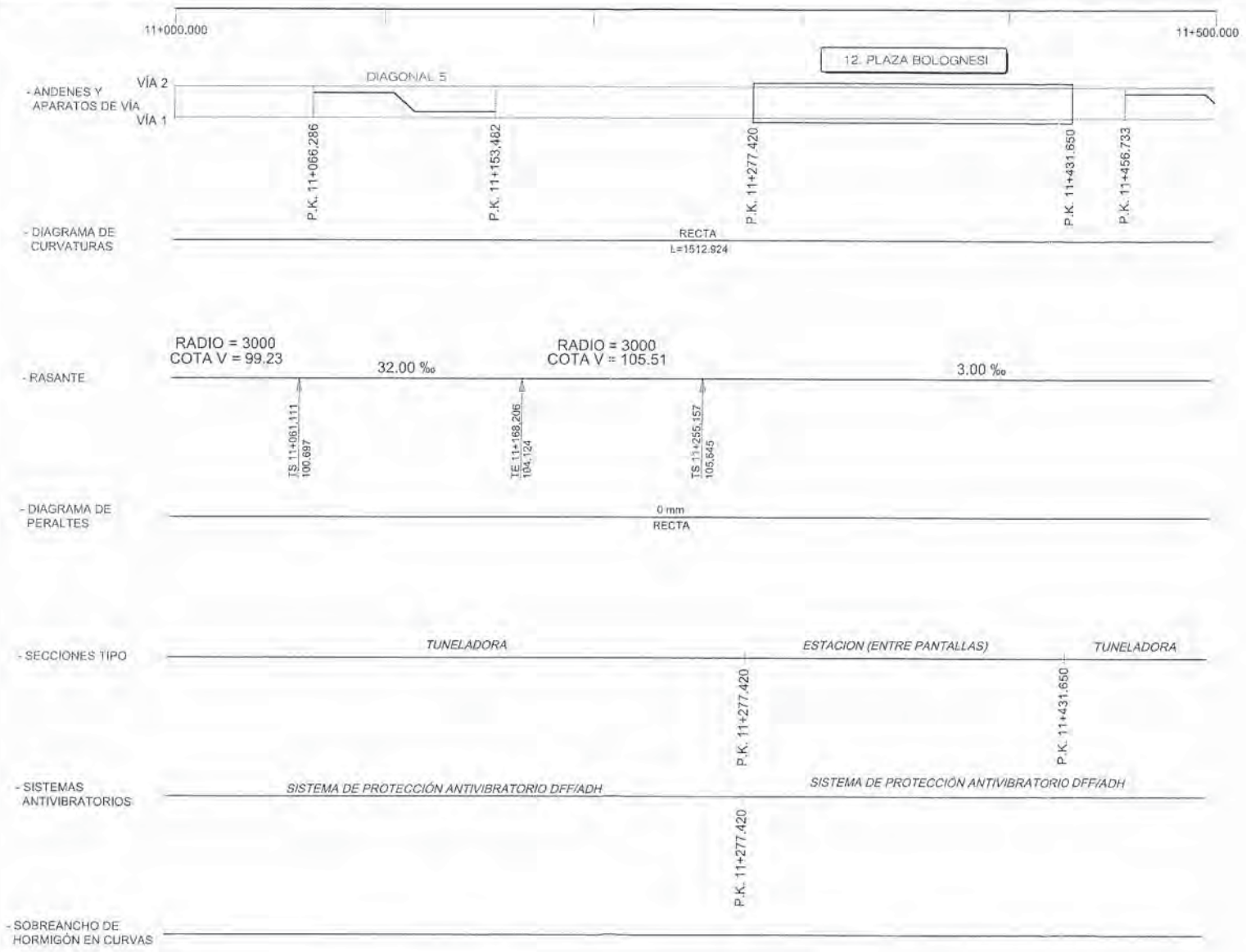
HOJA: 22 de 54

REVISIÓN: 2

1805-PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P001-P054.dwg

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRÉTELLES)

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



001861



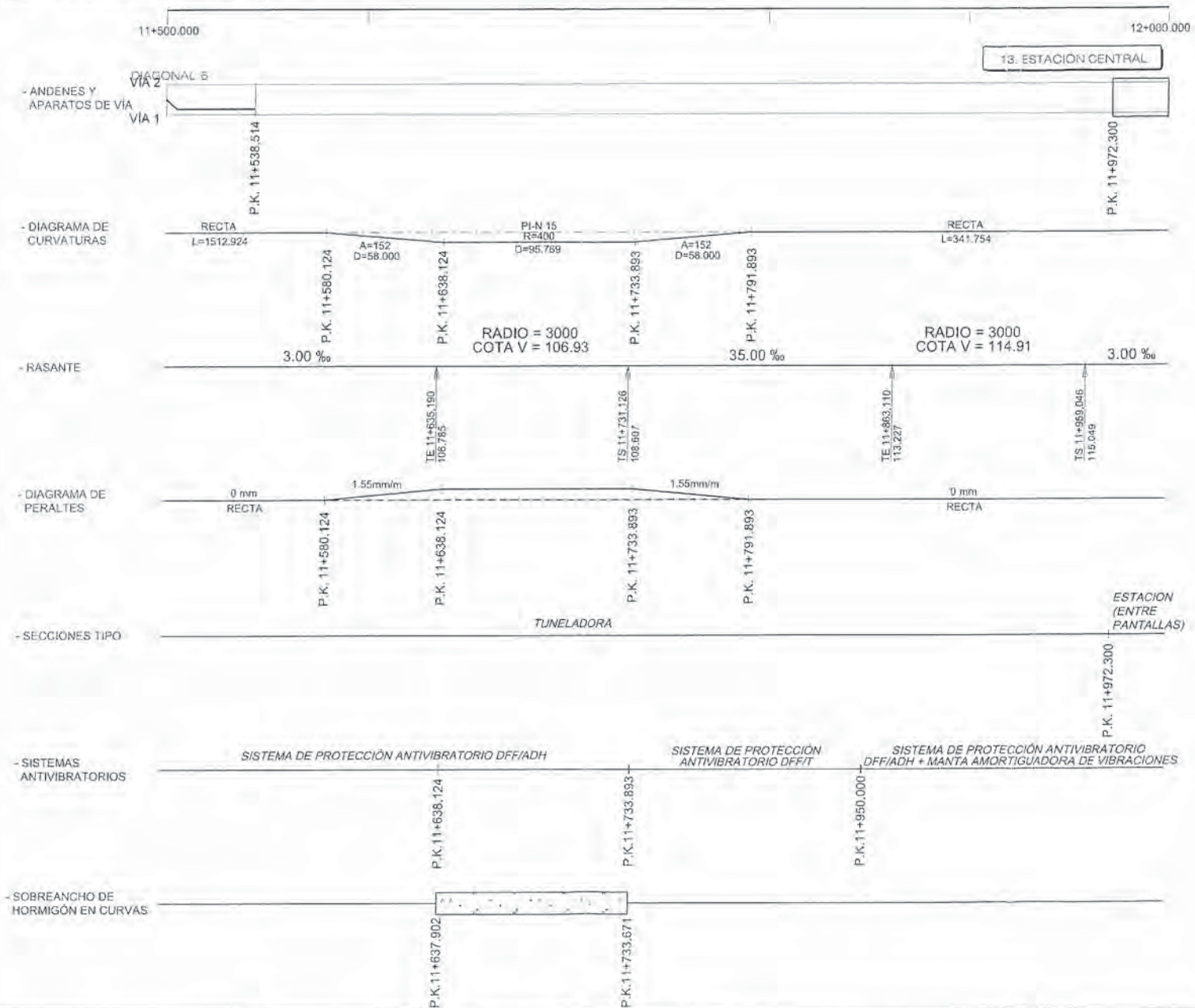
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

FECHA:	FEB. 1999
PROYECTO:	PLANIF-SUP-ESO-12-P-023

SUPERESTRUCTURA DE VÍA	
PLANTA ESQUEMÁTICA 12	
CON PARÁMETROS DE DISEÑO	
HOJA:	23 DE 54
SECCIÓN:	2

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
 - 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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



031862



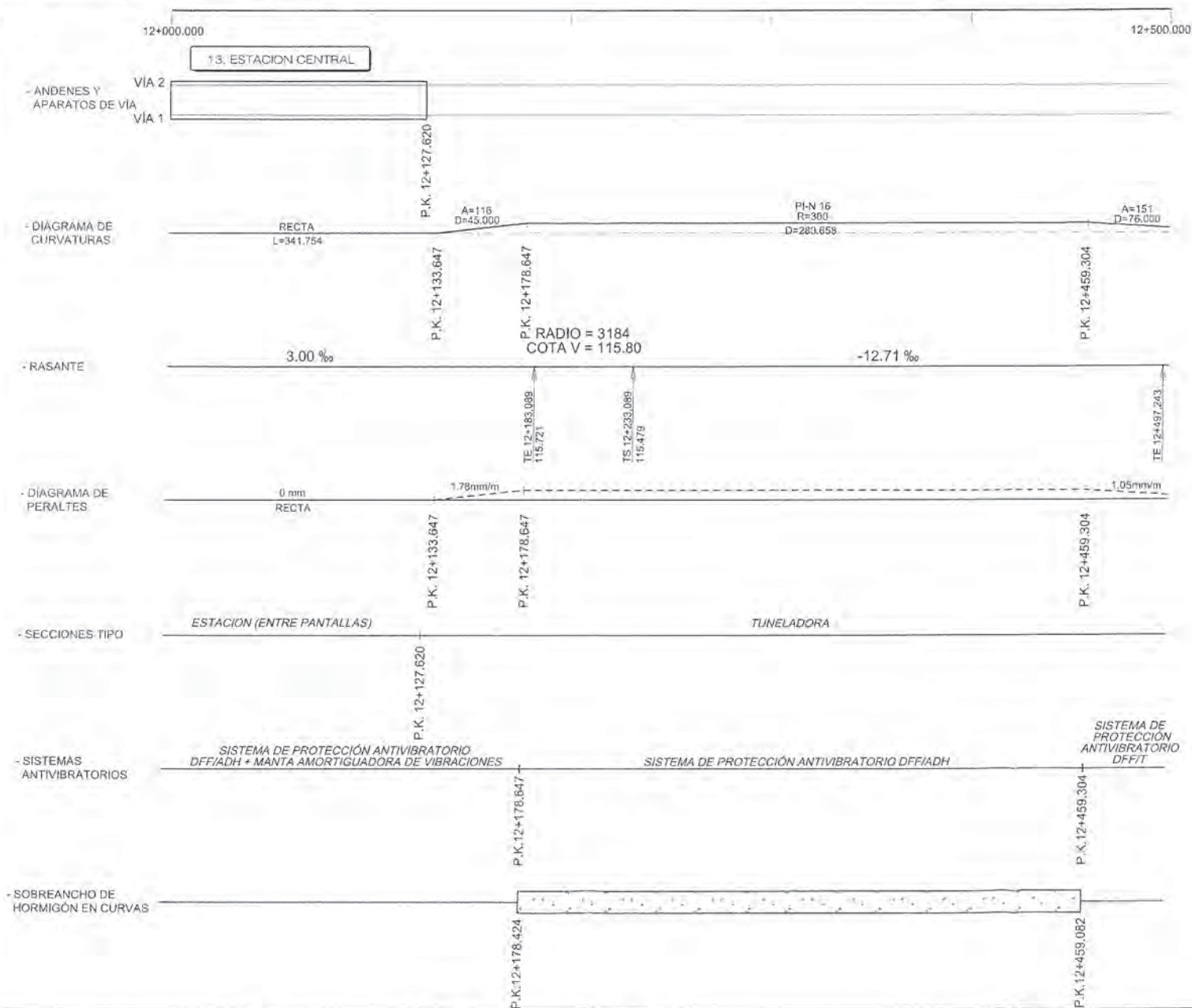
CONCESIÓN DEL PROYECTO 'LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO'



SUPERESTRUCTURA DE VÍA
 PLANTA ESQUEMÁTICA L2
 CON PARAMETROS DE DISEÑO
 PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-024
 25 de 54 2

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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



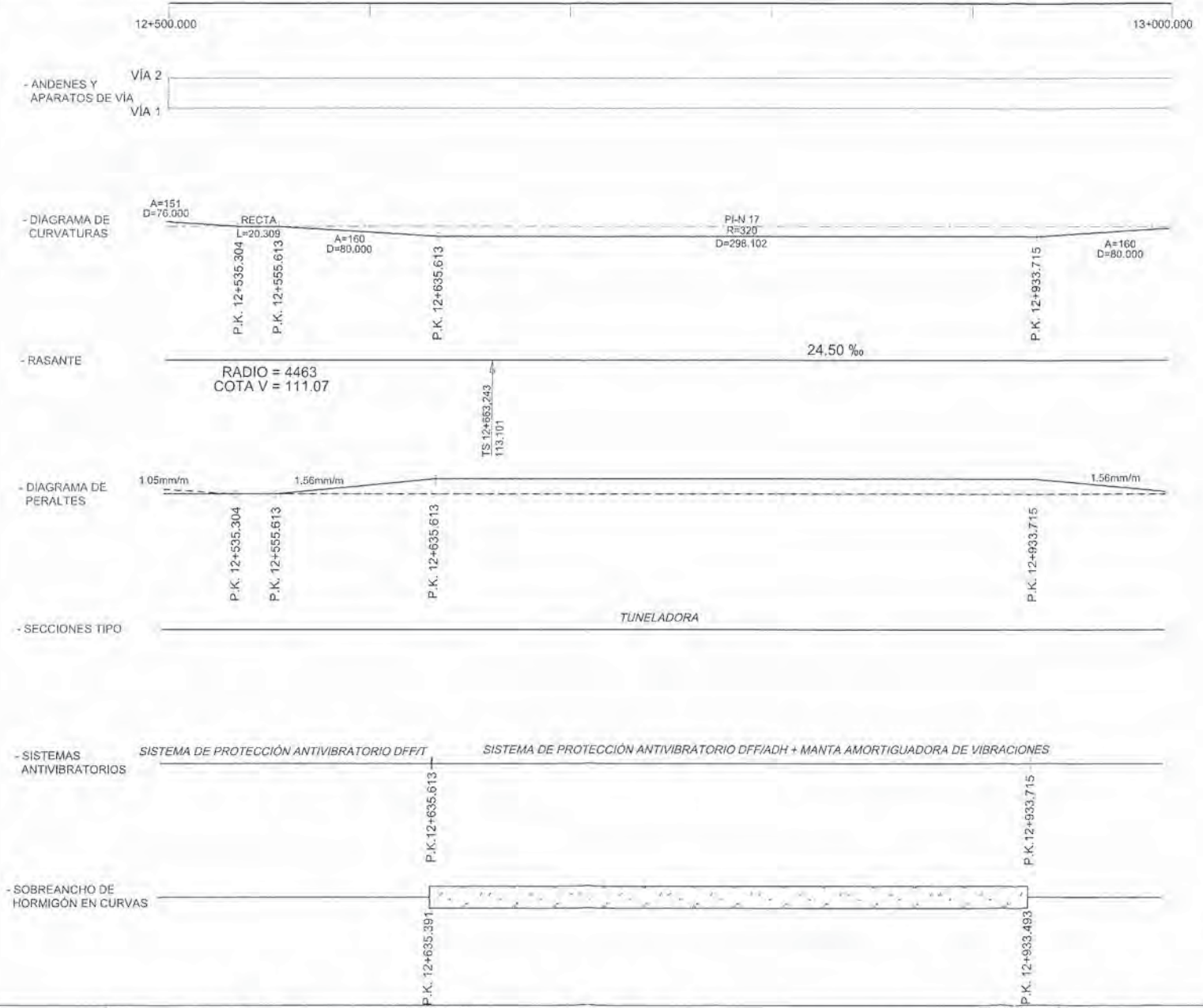
001863

© 2017-2018. Todos los derechos reservados. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

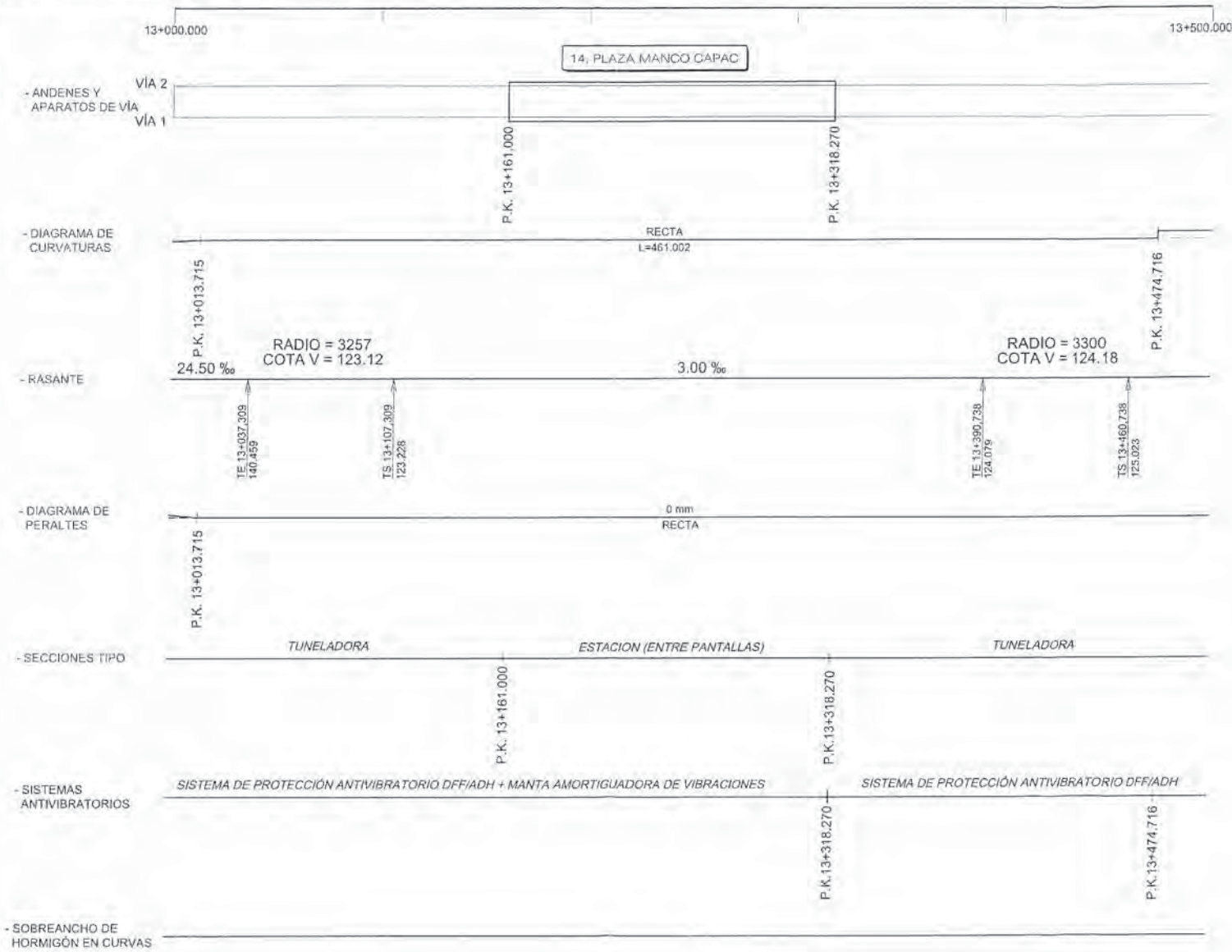
NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETELLES, DIAGONALES Y DESVÍOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH

001864



NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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



001865



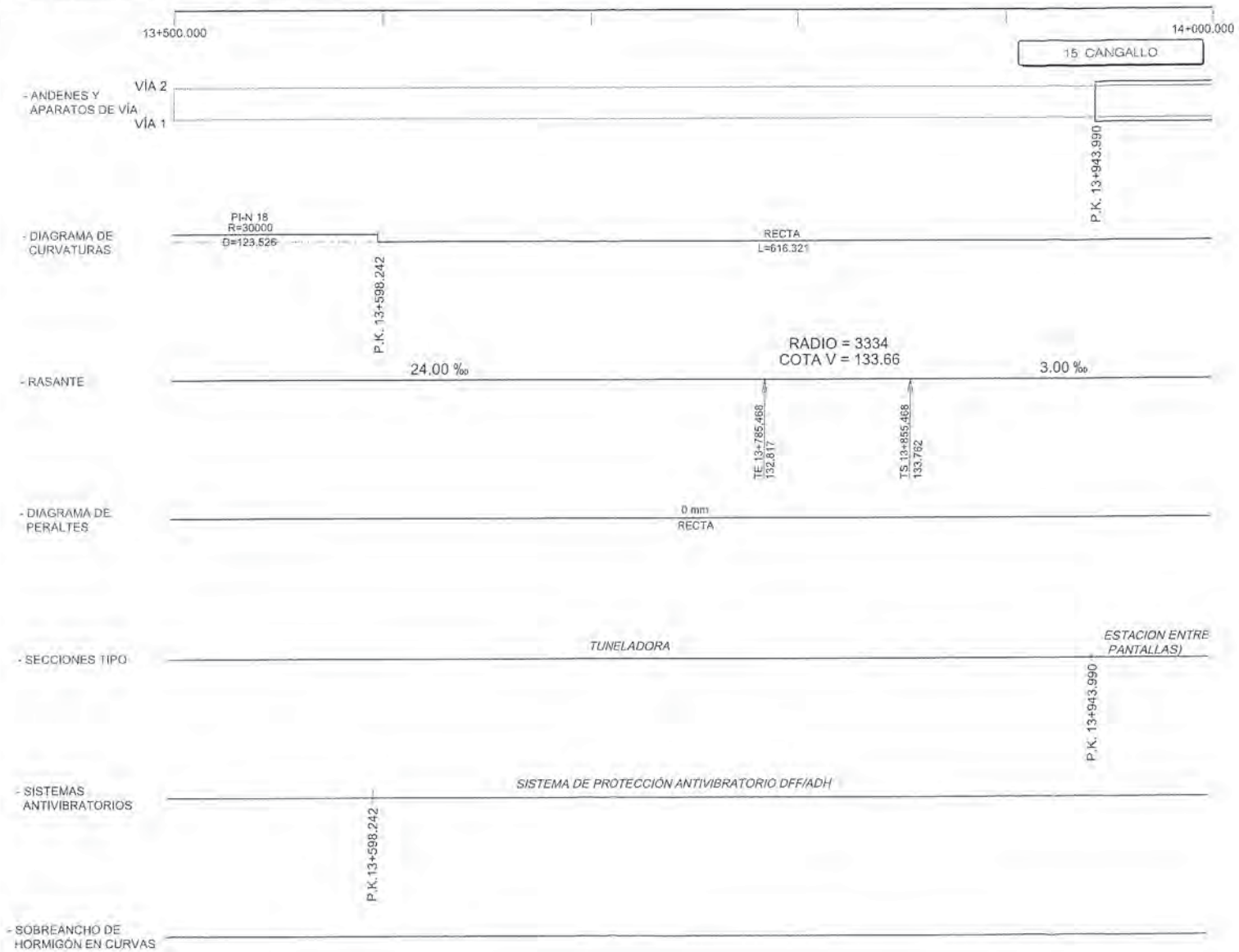
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBEYTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESCALA:	1/4 000
FECHA:	FEBRERO 2014

SUPERESTRUCTURA DE VIA PLANTA ESQUEMÁTICA L2 CON PARAMETROS DE DISEÑO	
PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-027	27 de 28
2	2

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVIOS Y BRETILLES)

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



001860



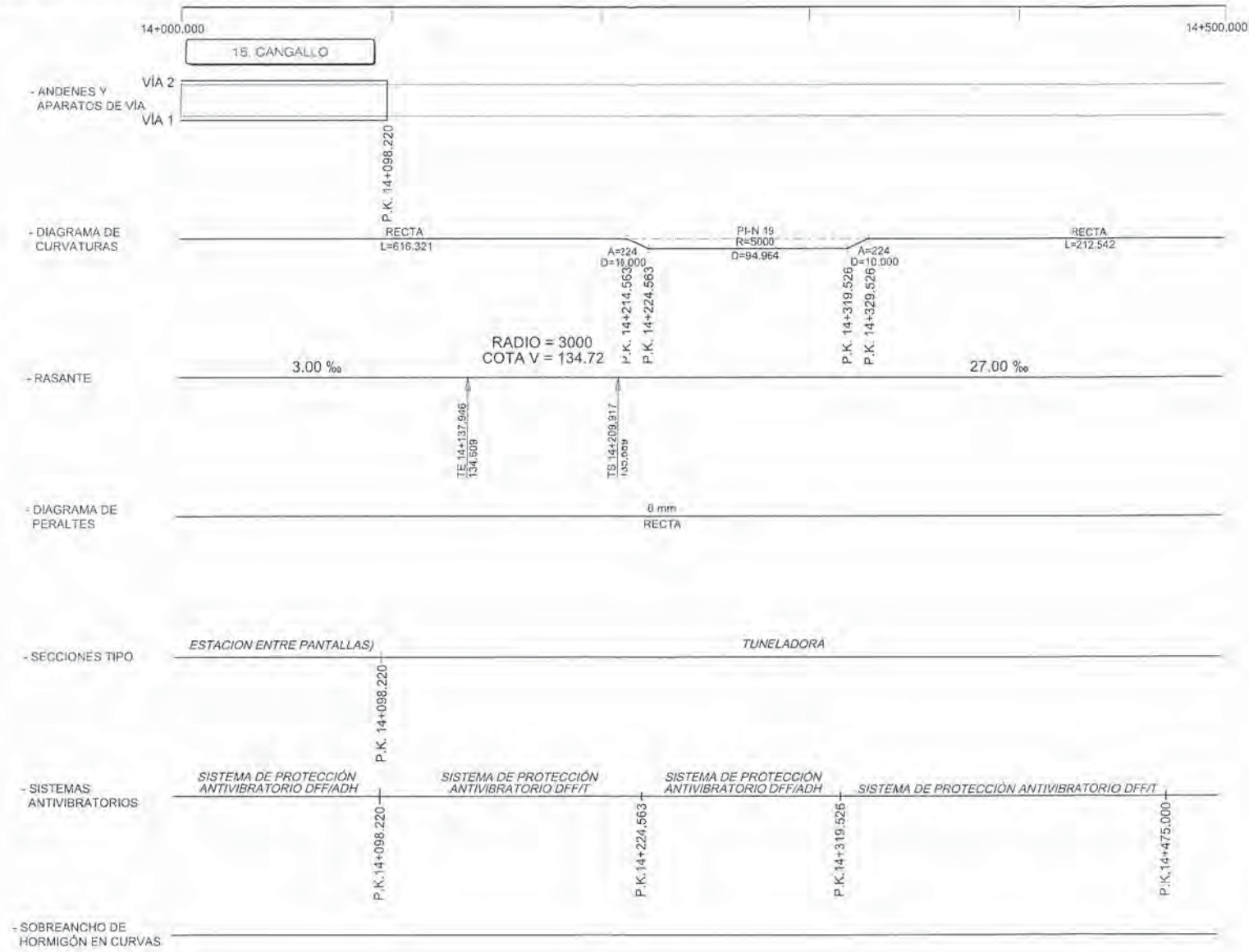
CONCESIÓN DEL PROYECTO 'LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO'

ESCALA: 1/400	FECHA: 17 FEBRERO 2014	PROYECTO: SUPERESTRUCTURA DE VÍA PLANTA ESQUEMÁTICA L2 CON PARAMETROS DE DISEÑO	Hoja: 28 de 54	Revisión: 2
---------------	------------------------	---	----------------	-------------

Handwritten signature and stamp.

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVIOS Y BRETELLES)

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



001867

D:\2015\2255\Ingeniería\revisión\01\revisión_01\revisión_01.dwg



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

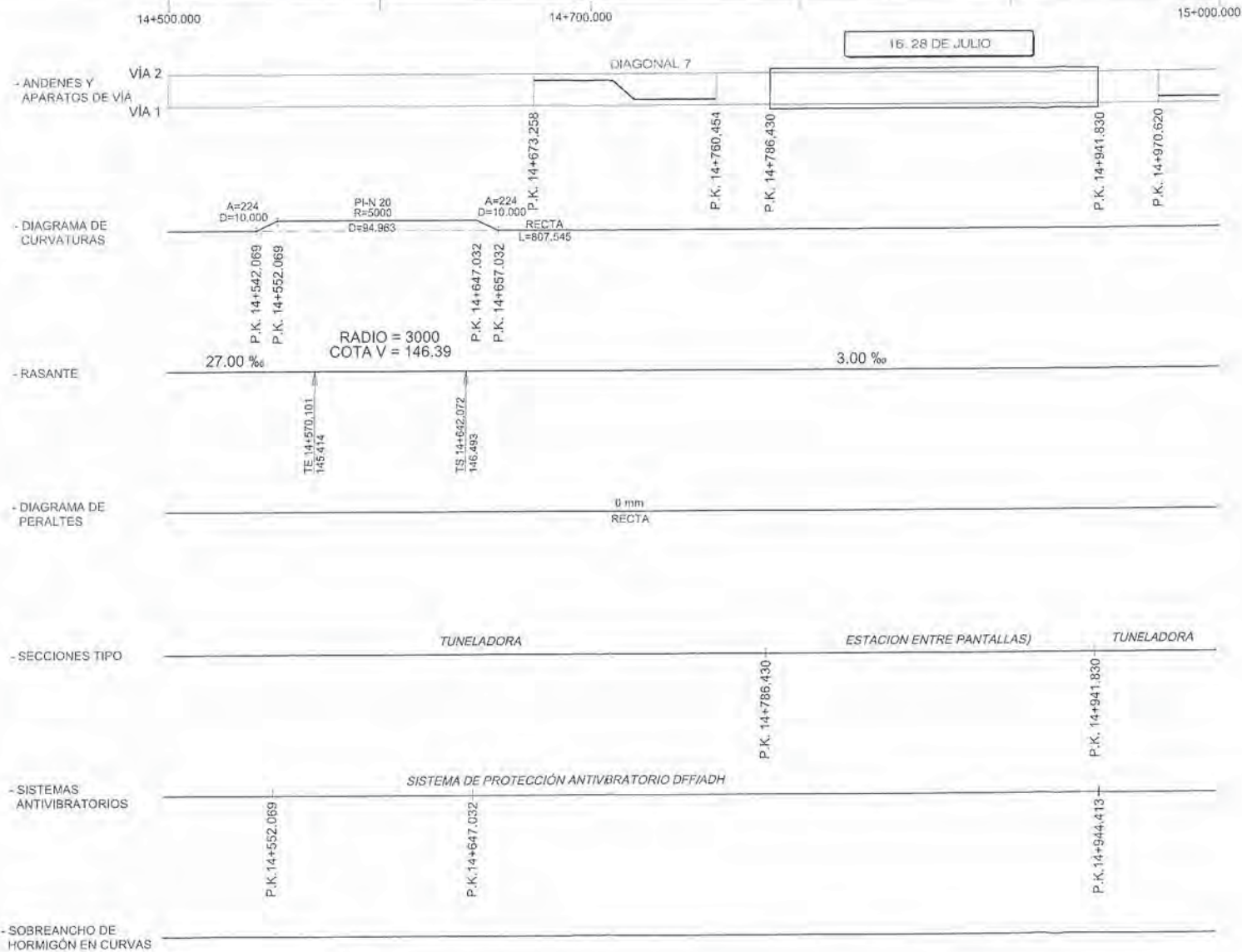
FECHA: 01/2010	ESTADO: 2
FECHA: FEBRERO 2014	ESTADO: 2

PROYECTO: SUPERESTRUCTURA DE VÍA, PLANTA ESQUEMÁTICA, L2 CON PARAMETROS DE DISEÑO	FECHA: 29 de 54	REVISIÓN: 2
PROYECTO: PLIN-IF-SUP-ESO-L2-P-029	FECHA: 29 de 54	REVISIÓN: 2



NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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



001863



CONSULTORES



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

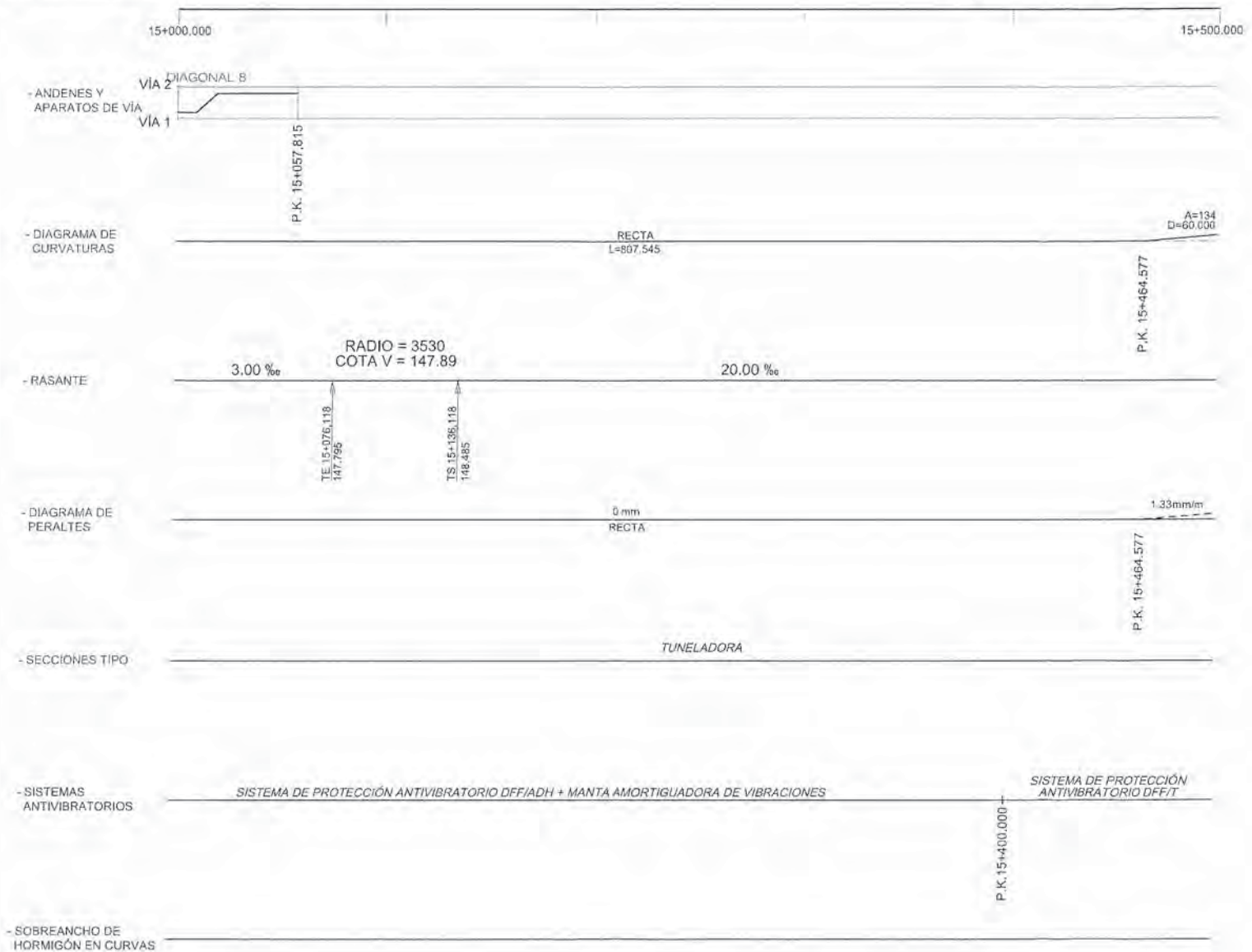
ESCALA	1:1000
FECHA	FEBRERO 2014

SUPERESTRUCTURA DE VÍA,
PLANTA ESQUEMÁTICA, L2
CON PARÁMETROS DE DISEÑO

PLANO	PLIN-IF-SUP-ESO-L2-P-030	HORA	20.04.14	REVISOR	2
-------	--------------------------	------	----------	---------	---

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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



001863



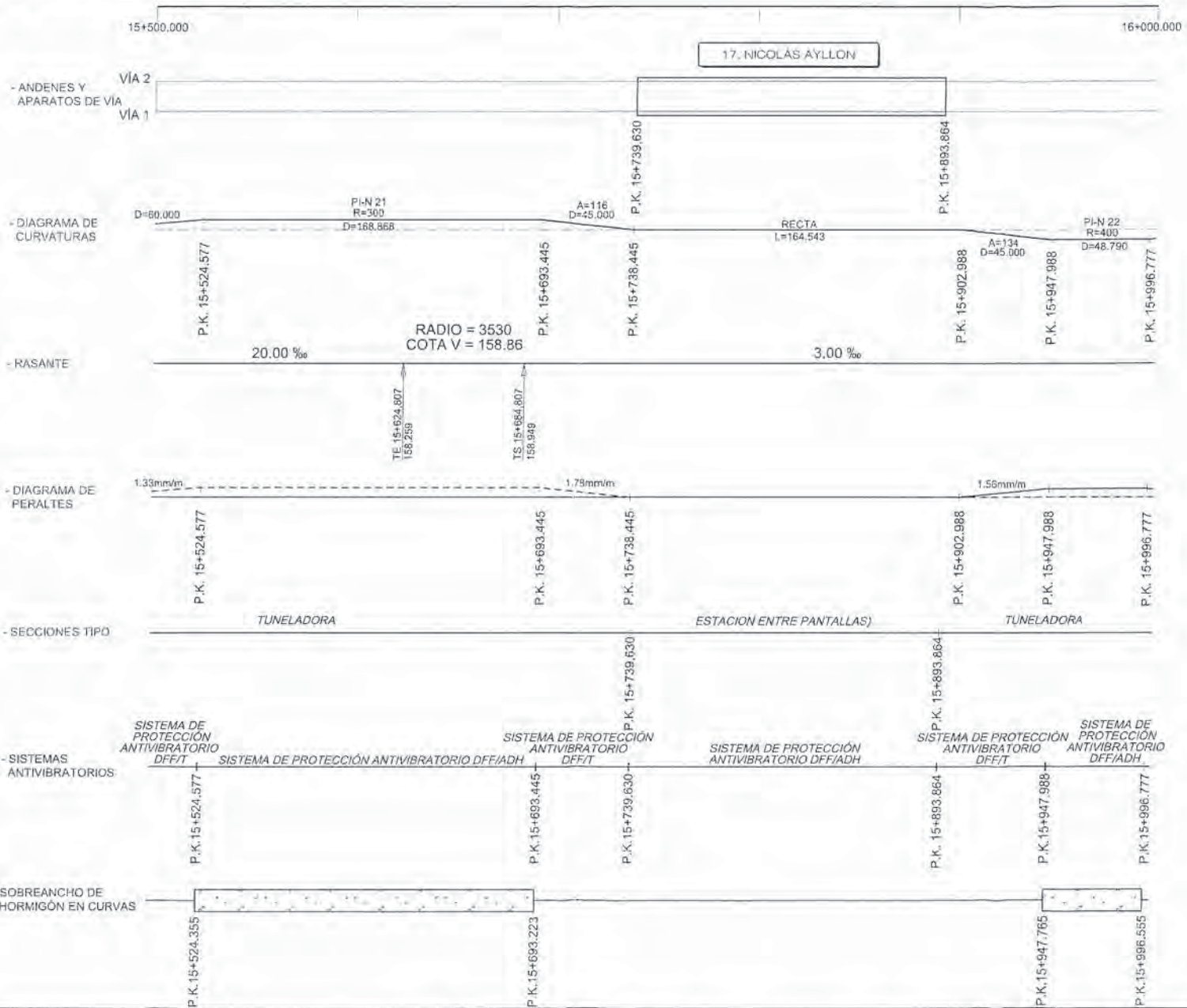
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBITTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESCALA: 1/500	FECHA: 31.08.24	REVISIÓN: 2
TÍTULO: SUPERESTRUCTURA DE VIA PLANTA ESQUEMÁTICA L2 CON PARAMETROS DE DISEÑO	PROYECTO: PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-031	HOJA: 31.08.24

Handwritten signature and initials.

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
= 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

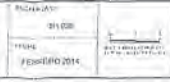
NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETELLES, DIAGONALES Y DESVÍOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH



001870



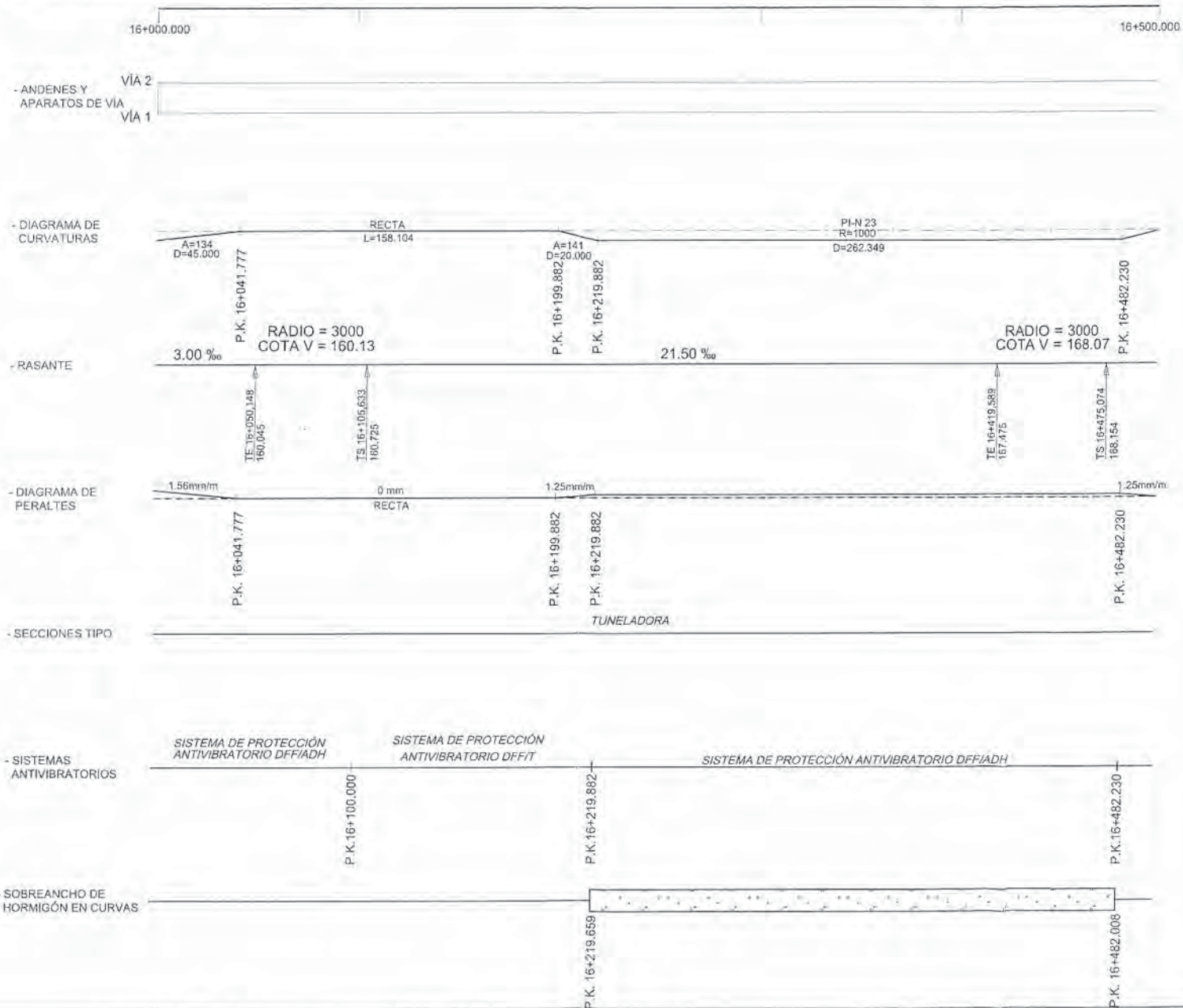
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"



SUPERESTRUCTURA DE VIA PLANTA ESQUEMÁTICA L2 CON TABULADORES DE DISEÑO
PLN-IF-SUP-ESQ-L2-P-032
FECHA: 31.05.14
EDICIÓN: 2

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS
 - 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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



001871

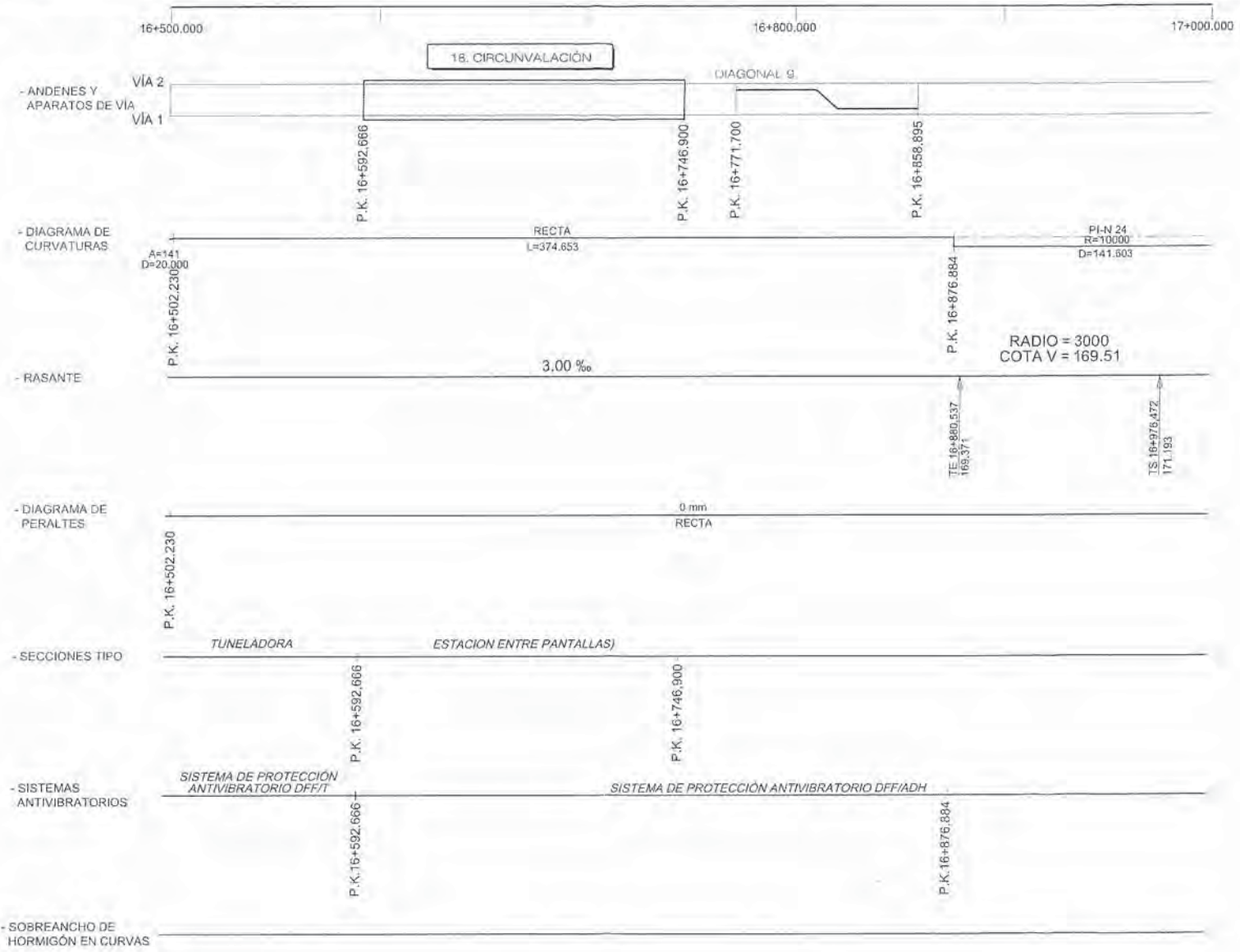


CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBITTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESTAD. A1	13.602	SUPERESTRUCTURA DE VIA PLANTA ESQUEMÁTICA, L2 CON PARAMETROS DE DISEÑO	
FECHA	15/03/2014	PLIN-IP-SUP-ESQ-L2-P-033	HOJA 33 DE 34
		2	

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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



001872



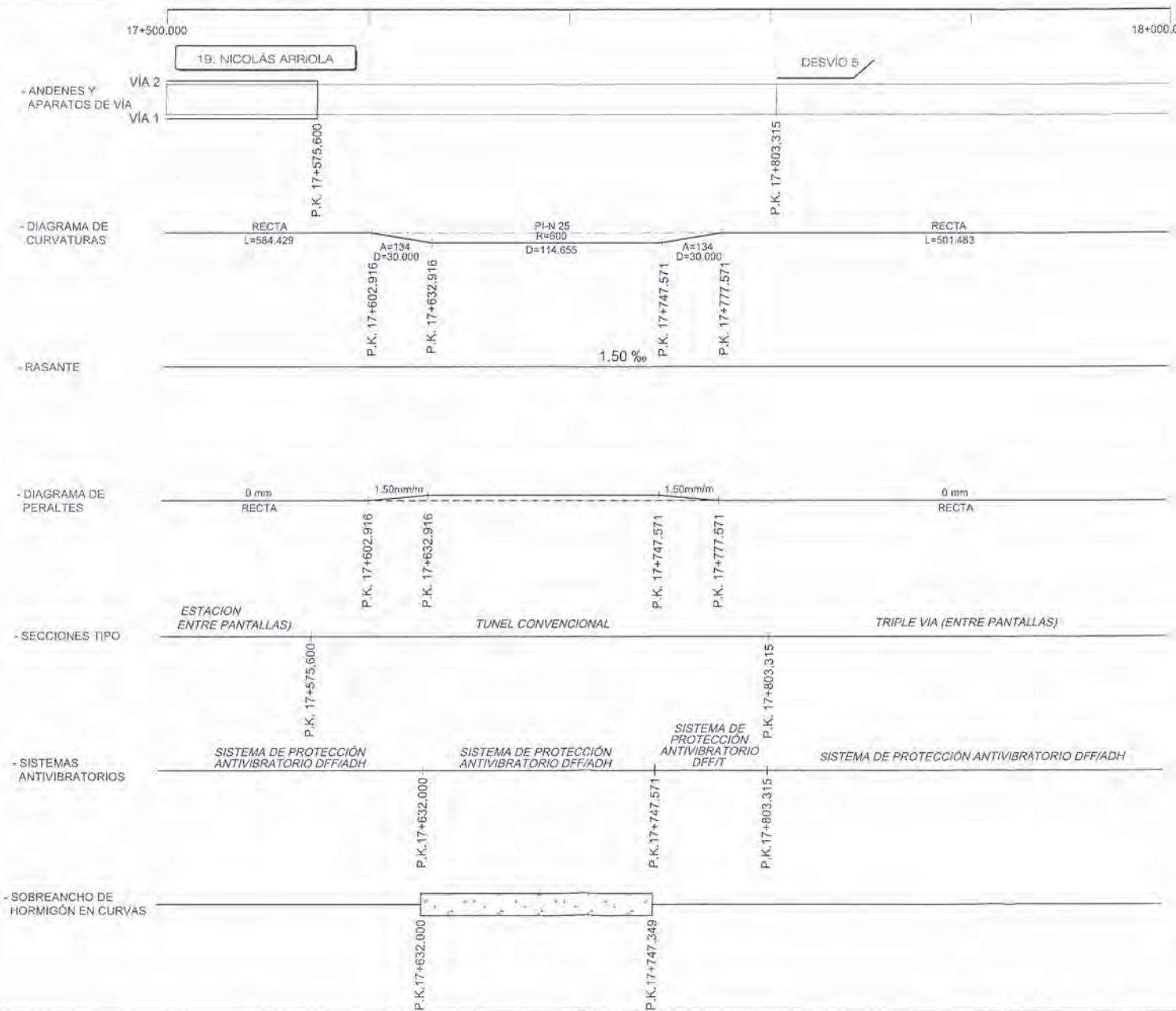
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESTADO DEL DISEÑO	18/2022
FECHA	1 de mayo de 2018

SUPERESTRUCTURA DE VIA, PLANTA ESQUEMÁTICA L2 CON PARAMETROS DE DISEÑO	
PROYECTO	PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-034
HORA	14 de 14
REVISIÓN	2

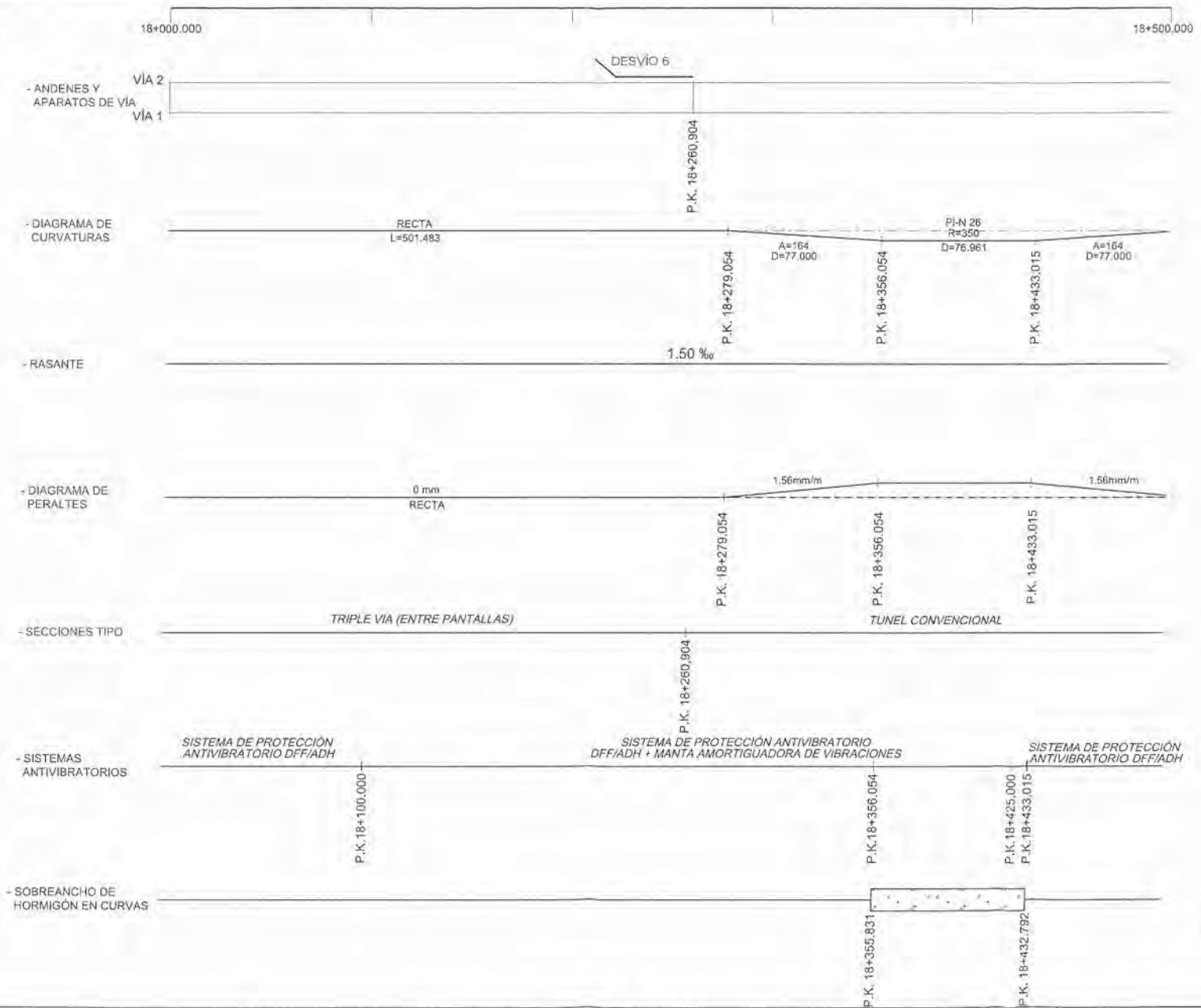
NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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



NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACION Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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



001875



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

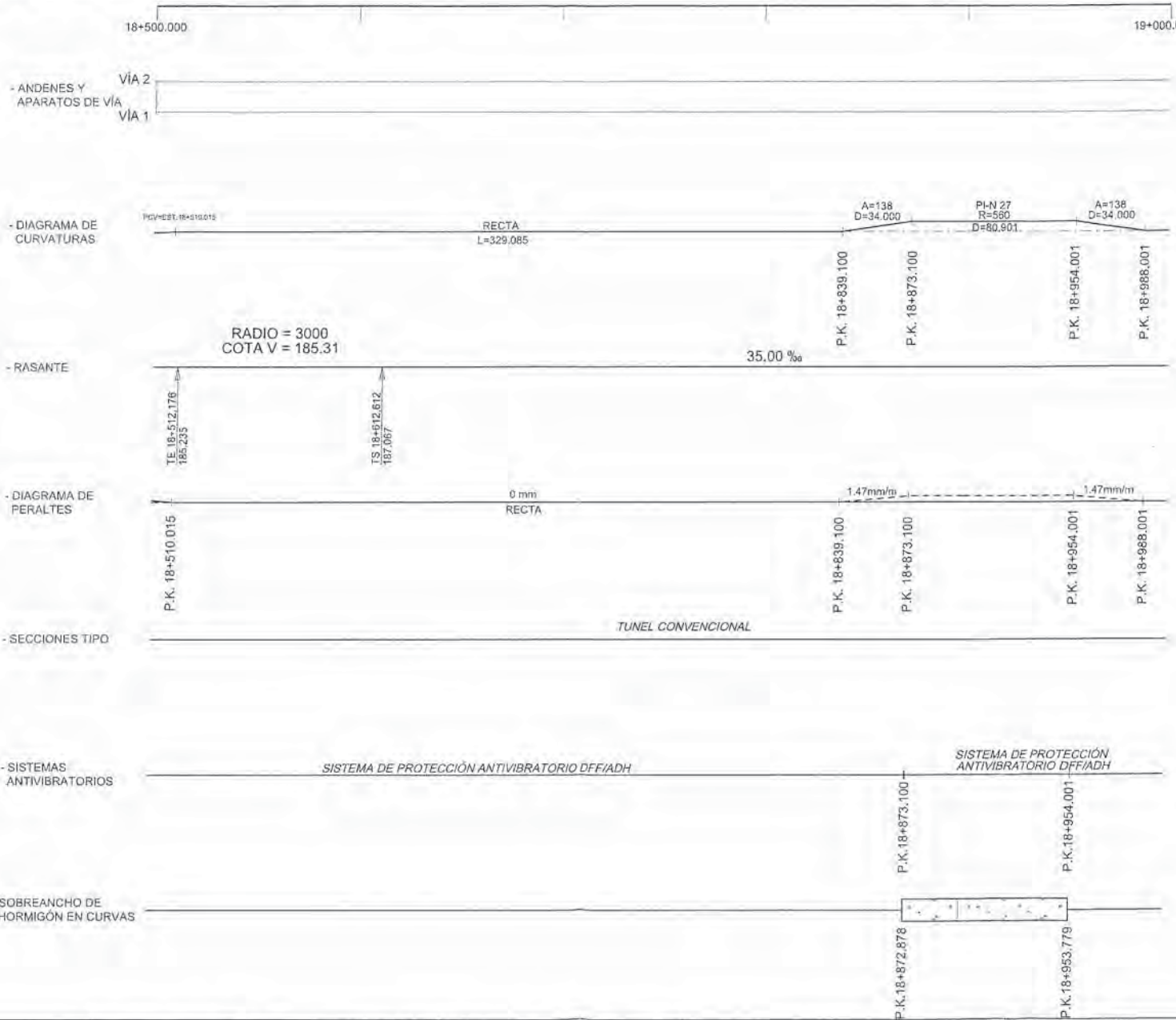
ESTADO	ELABORADO
FECHA	17/06/2016

SUPERESTRUCTURA DE VIA PLANTA ESQUEMÁTICA L2 CON PARAMETROS DE DISEÑO	
PLANTA	PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-F-037
HOJA	31 de 54
REVISOR	2

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
 - 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVIOS Y BRETelles)

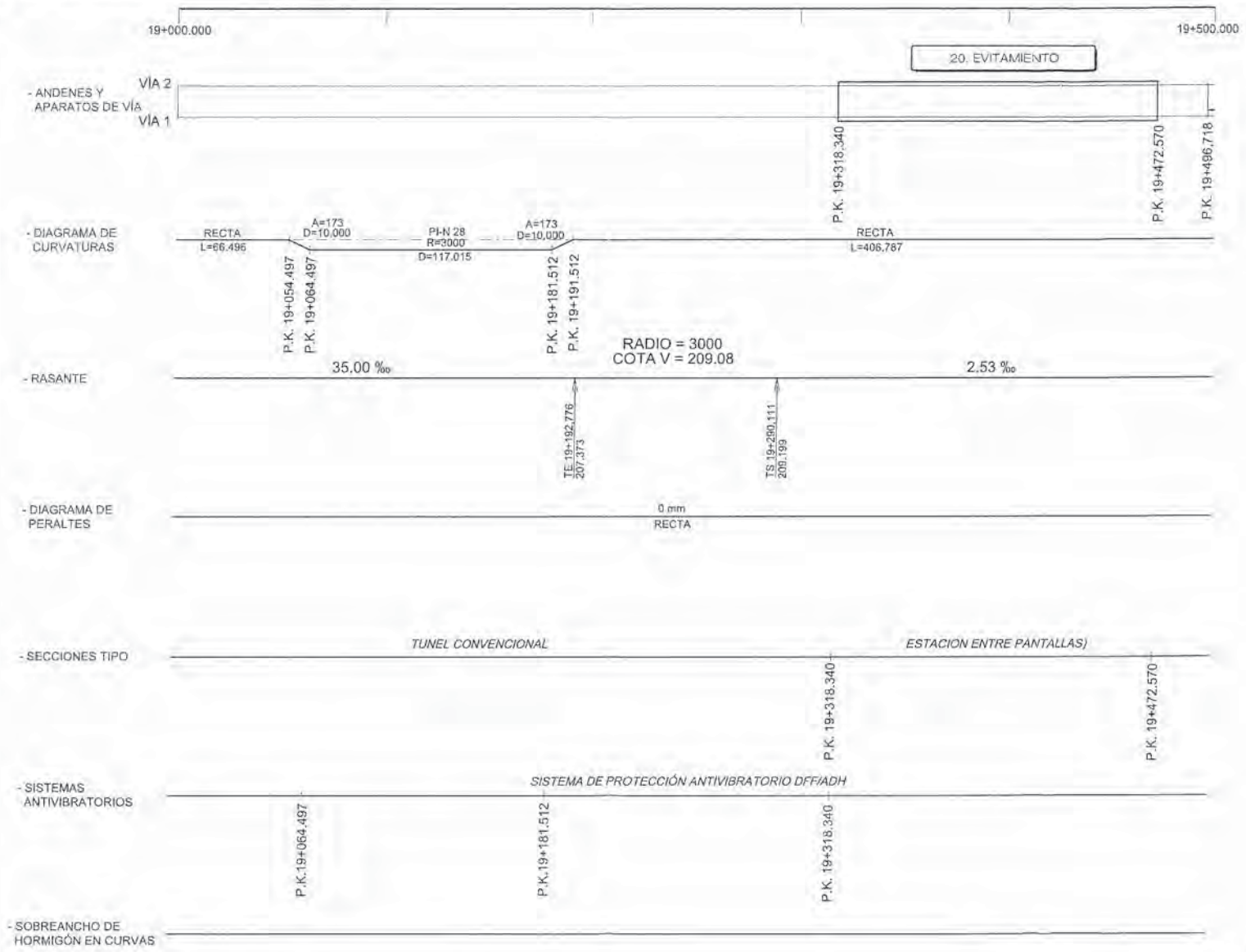
NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETelles, DIAGONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH

001876



NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
 - 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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



E:\2015\2015_02\2015_02_01\2015_02_01_01\2015_02_01_01_01.dwg

ProInversión
 Agencia de Promoción del Metro de Lima

CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa **euroestudios** **IT**

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

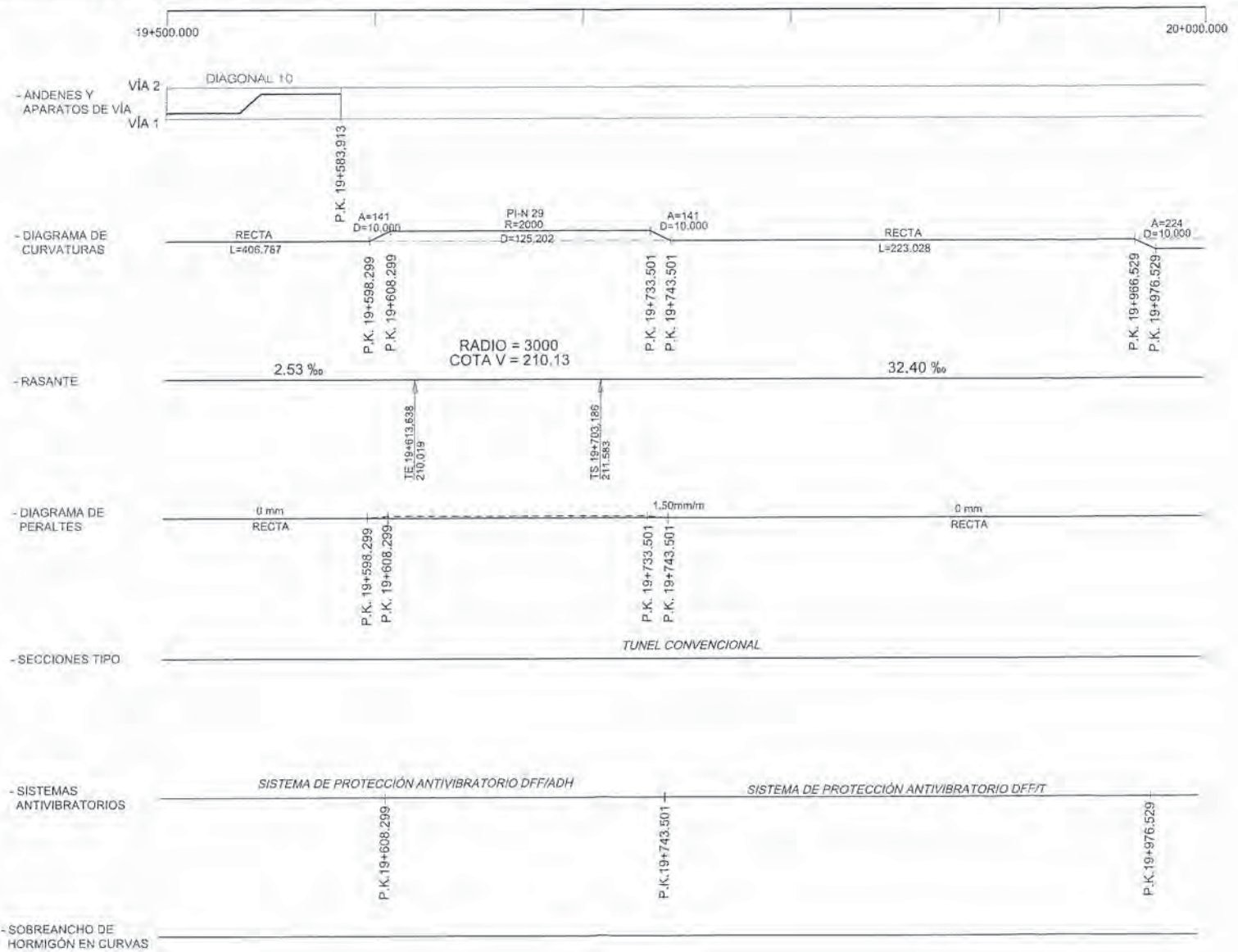
FECHA: 01/02/2015
 HOJA: 01/02
 FECHA: 01/02/2015

SUPERESTRUCTURA DE VÍA
 PLANTA ESQUEMÁTICA L2
 CON PARÁMETROS DE DISEÑO

PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-039
 28.06.14 2

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVIOS Y BRETELLES)

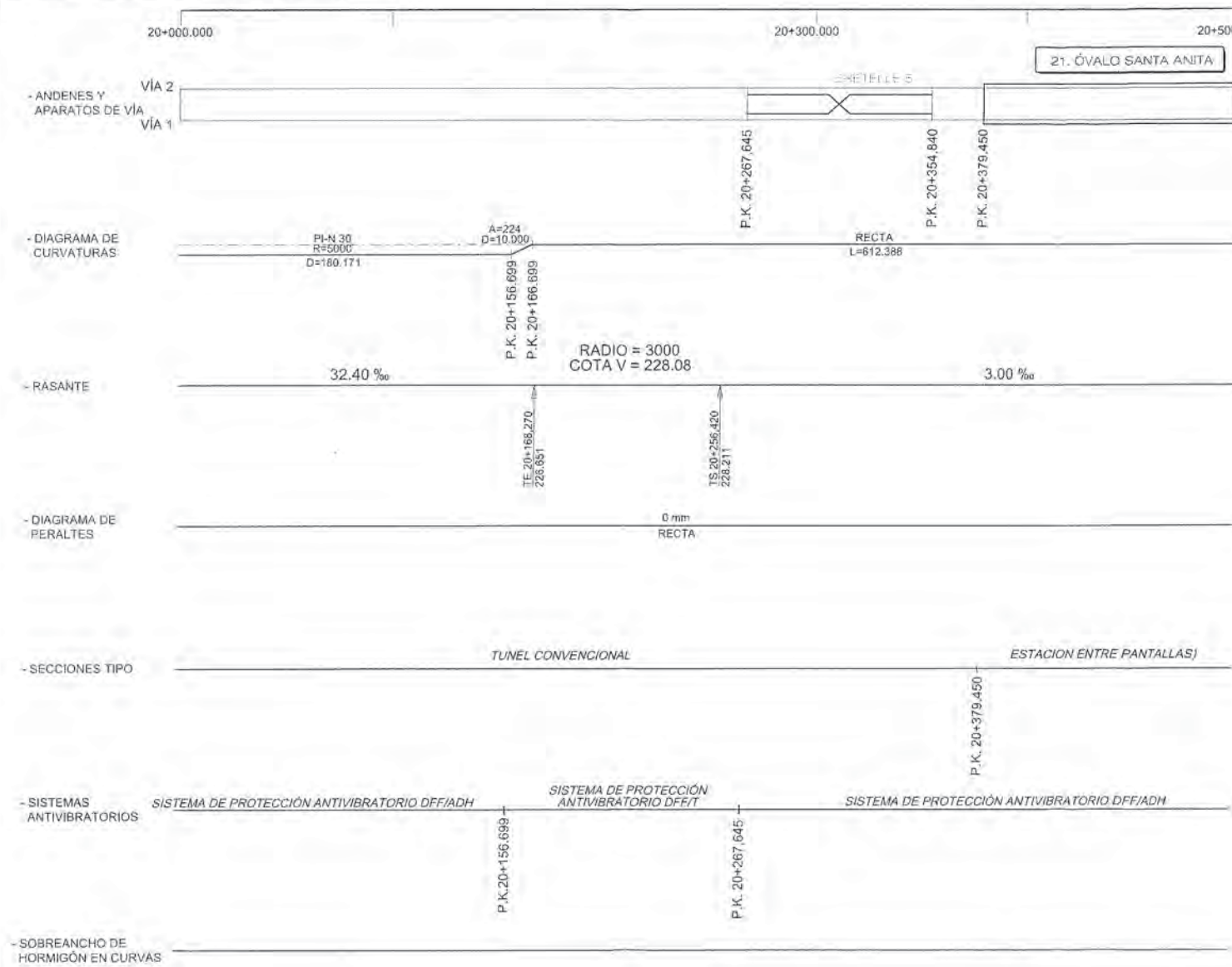
NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETELLES, DIAGONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH



001873

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACION Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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



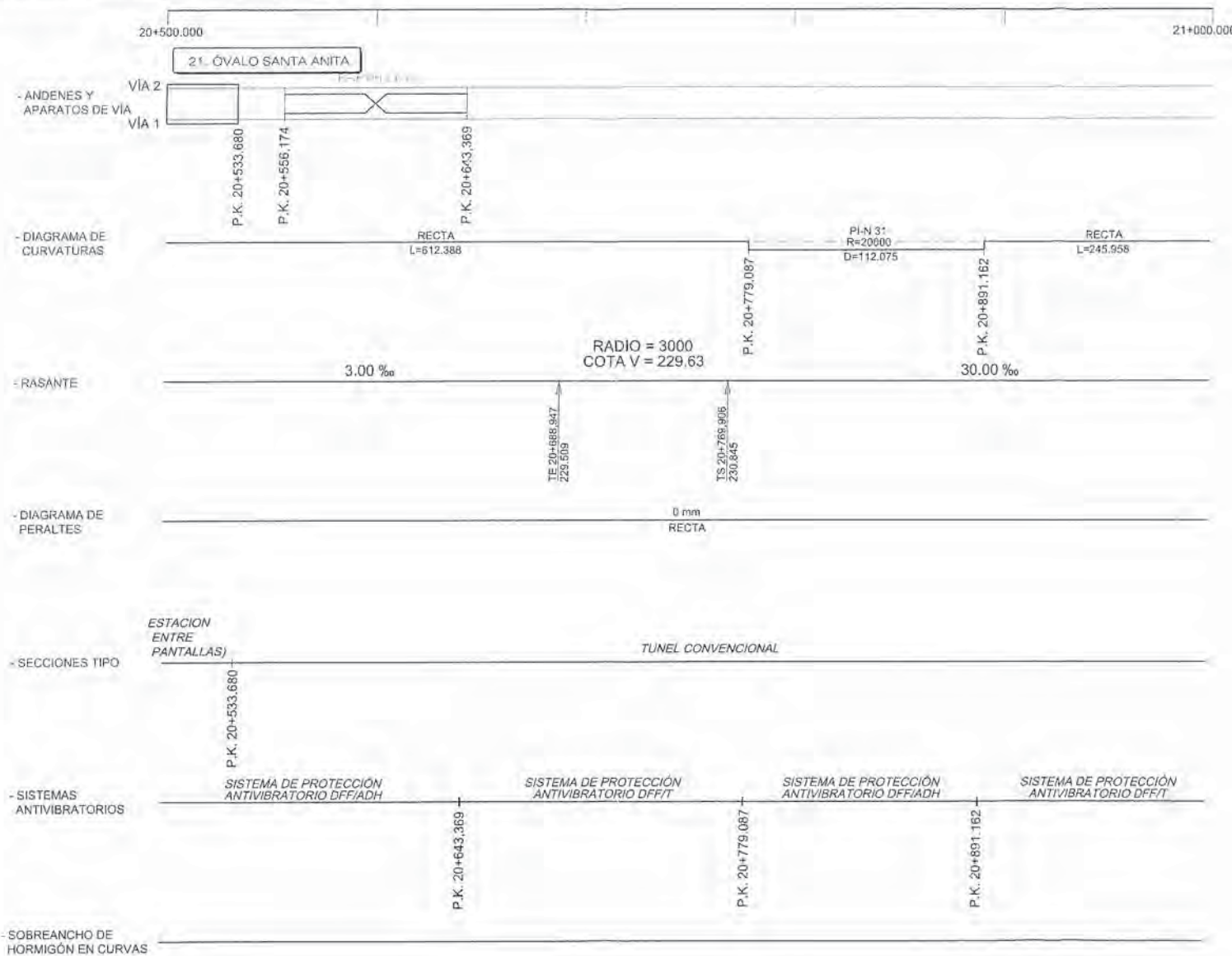
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PROYECTO	01.000
FECHA	11/08/2010

ESTACION	21. ÓVALO SANTA ANITA
PLANO	PLN-IP-SUP-ESQ-L2-P-041
ESCALA	1:100
HOJA	11 de 54
REVISOR	2

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

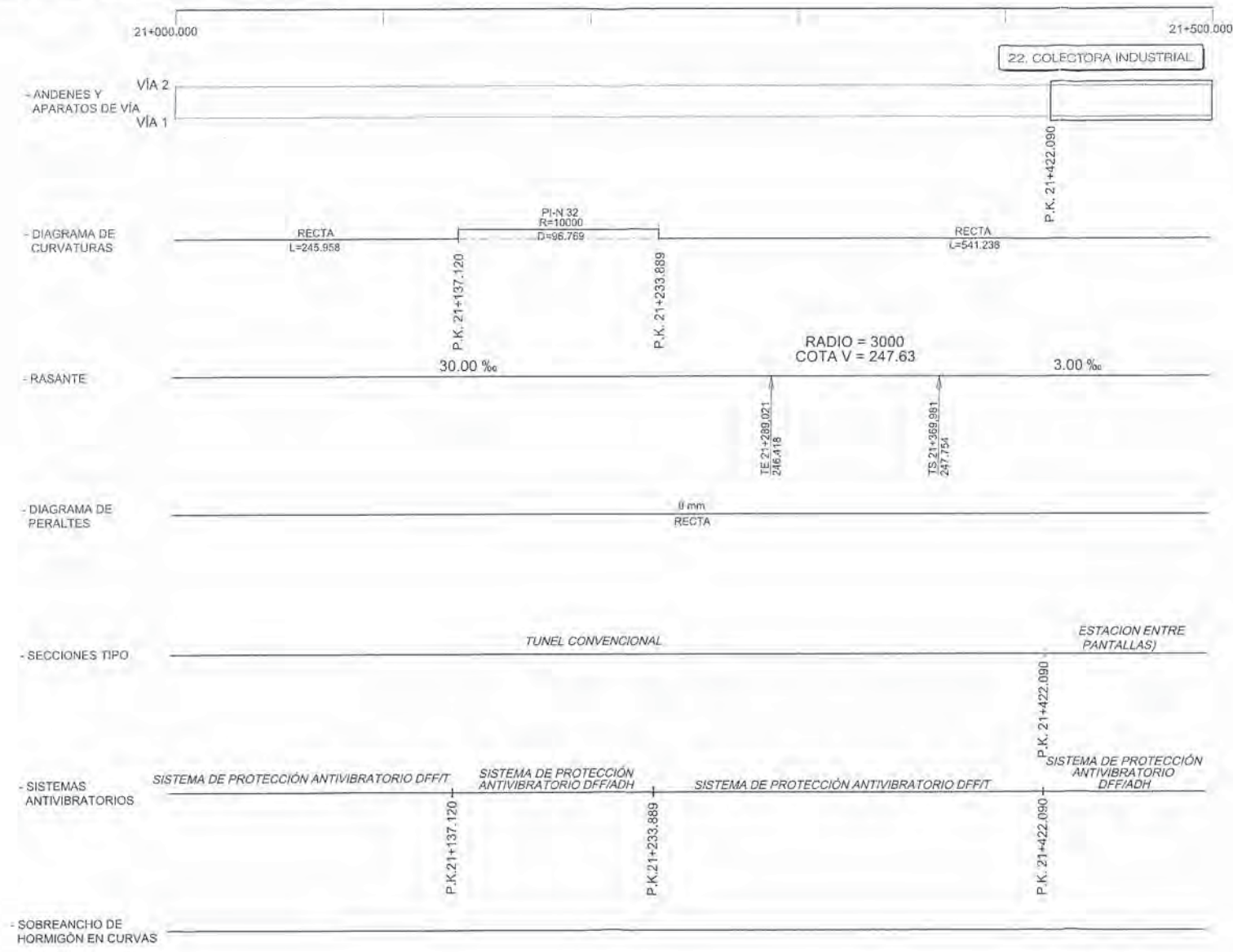
NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETELLES, DIAGONALES Y DESVÍOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH



001880

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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



22. COLECTORA INDUSTRIAL

001881

31. modificado: 14/02/2014

1805-PUN-IF-SUP-ESO-L2-P01-P054.dwg

ProlInversión
Agencia de Promoción de Inversión Privada - Peru

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa **euroestudios** **it**

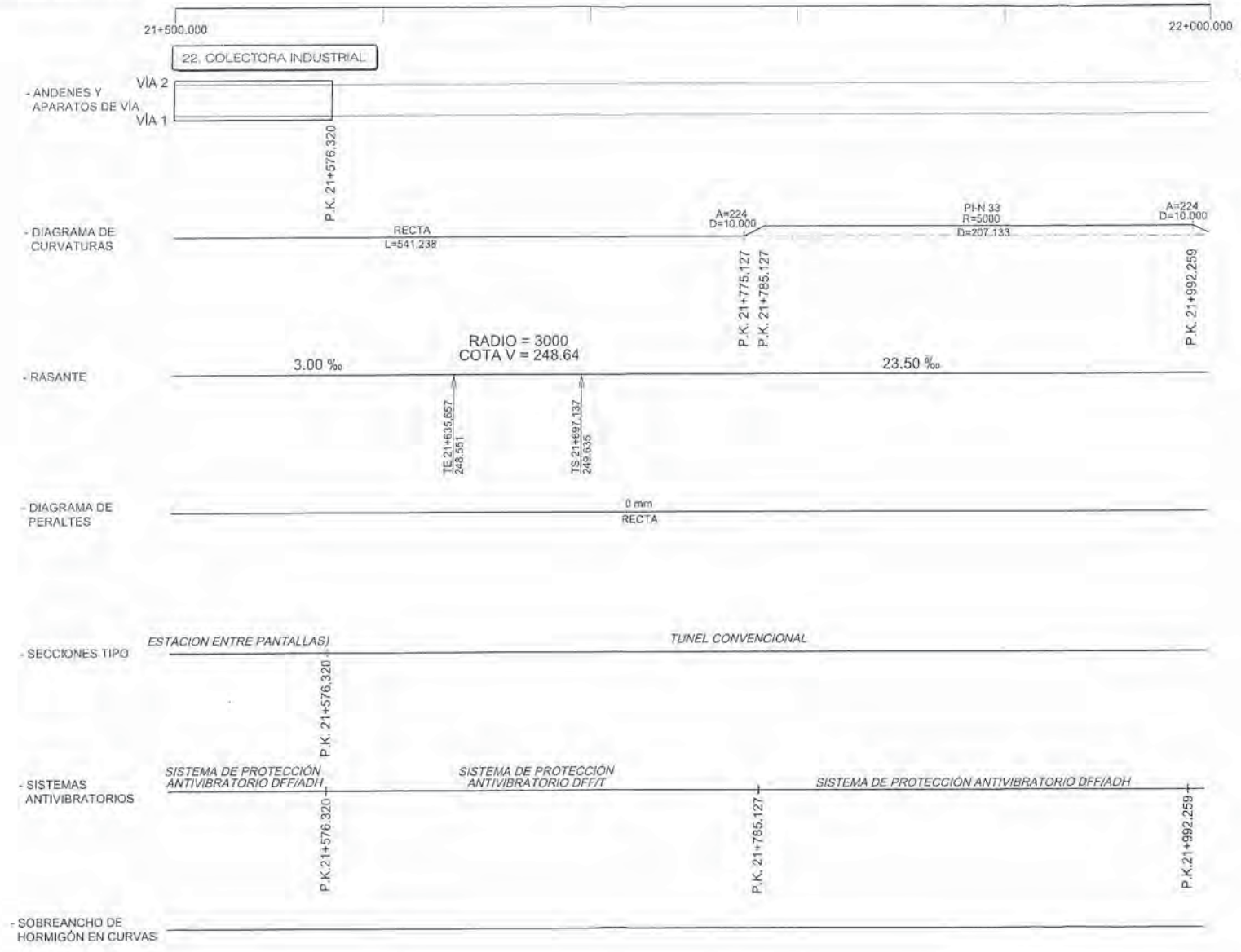
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESCALA: 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

SUPERESTRUCTURA DE VÍA, PLANTA ESQUEMÁTICA, L2 CON PARAMETROS DE DISEÑO
PLANO Nº: PLIN-IF-SUP-ESO-L2-P-043
Hojas: 43 de 64
Revisión: 2

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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

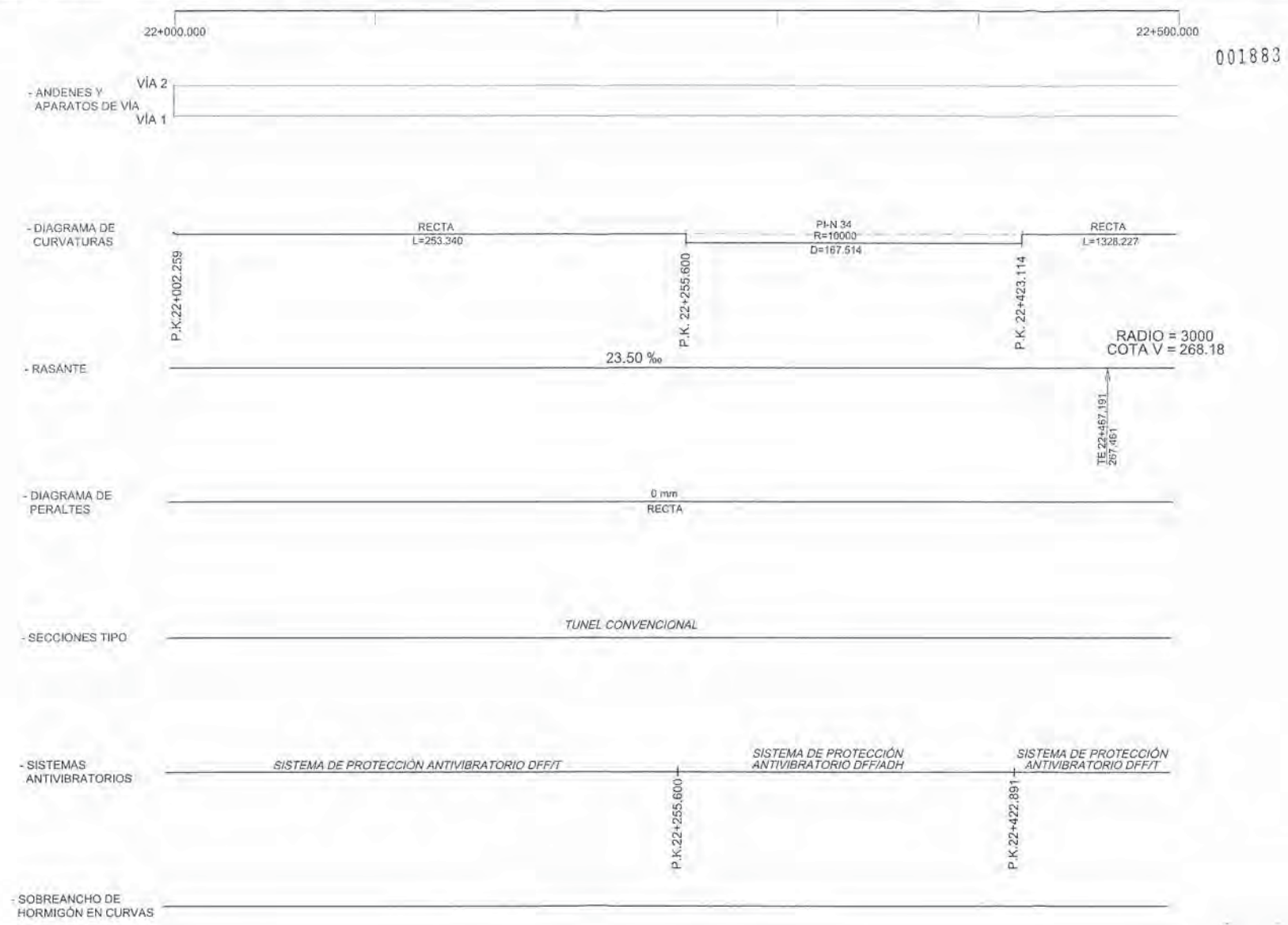


001882



NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETILLES)

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



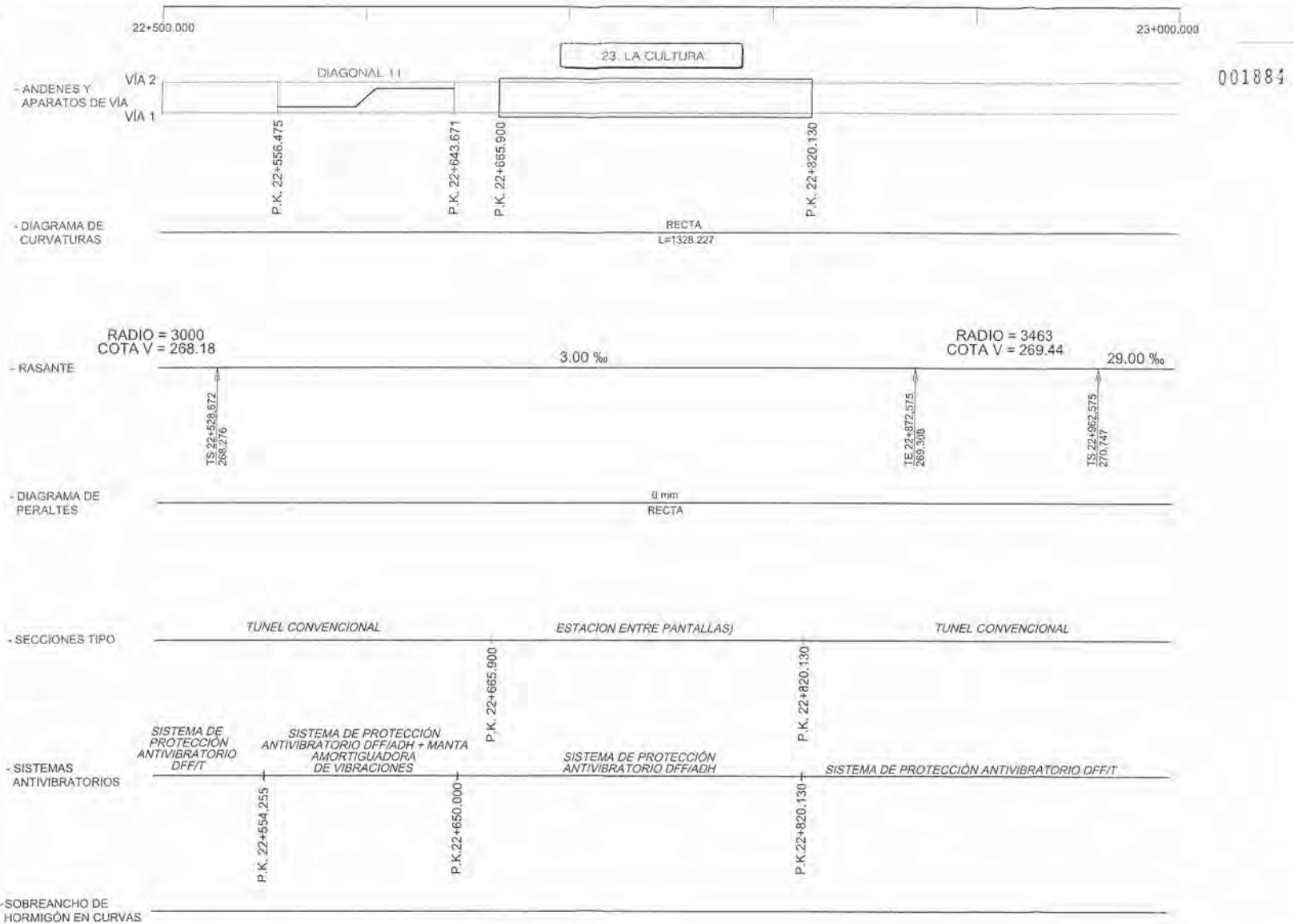
001883



D:\2015\22001\trazado\trazado\trazado.dwg

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
 - 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVIOS Y BRETILLES)

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



001884

1:200 - 2014/02/24

1:200 - 2014/02/24

ProlInversión
 Agencia de Inversión y Desarrollo de Infraestructura

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa < **euroestudios** **IT**

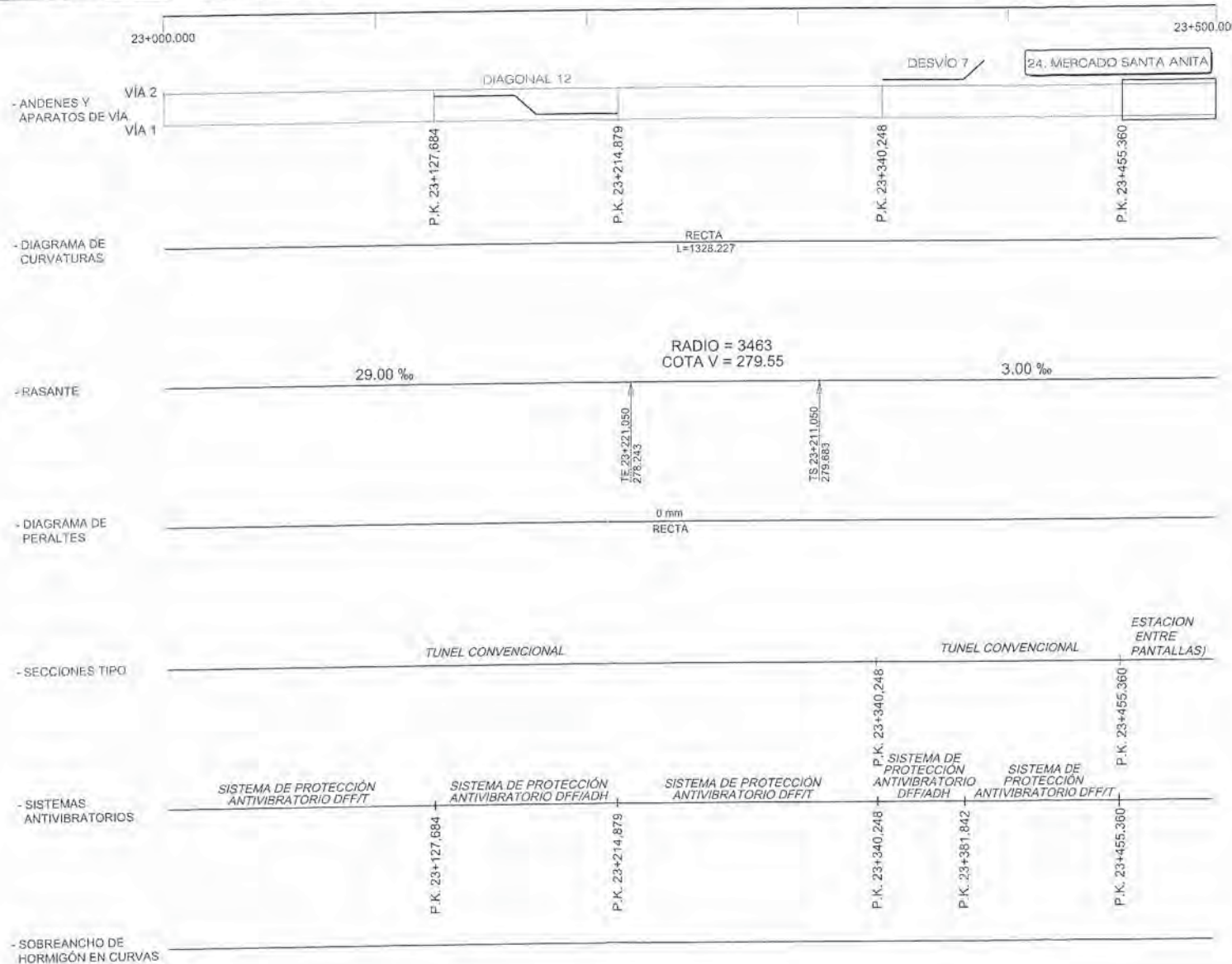
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESCALA:	1:15 000
FECHA:	FEBRERO 2014

SUPERESTRUCTURA DE VIA, PLANTA ESQUEMATICA, L2 CON PARAMETROS DE DISEÑO	
PLANTA:	PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-046
HOJA:	48 DE 54
REVISIÓN:	2

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVIOS Y BRETELLES)

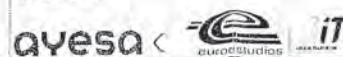
NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETELLES, DIAGONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH



03/10/2021 10:40:00 AM C:\Users\alejandro\Documents\proyectos\2021\2021_03_10_2021_10_40_00 AM.dwg



CONSULTORES



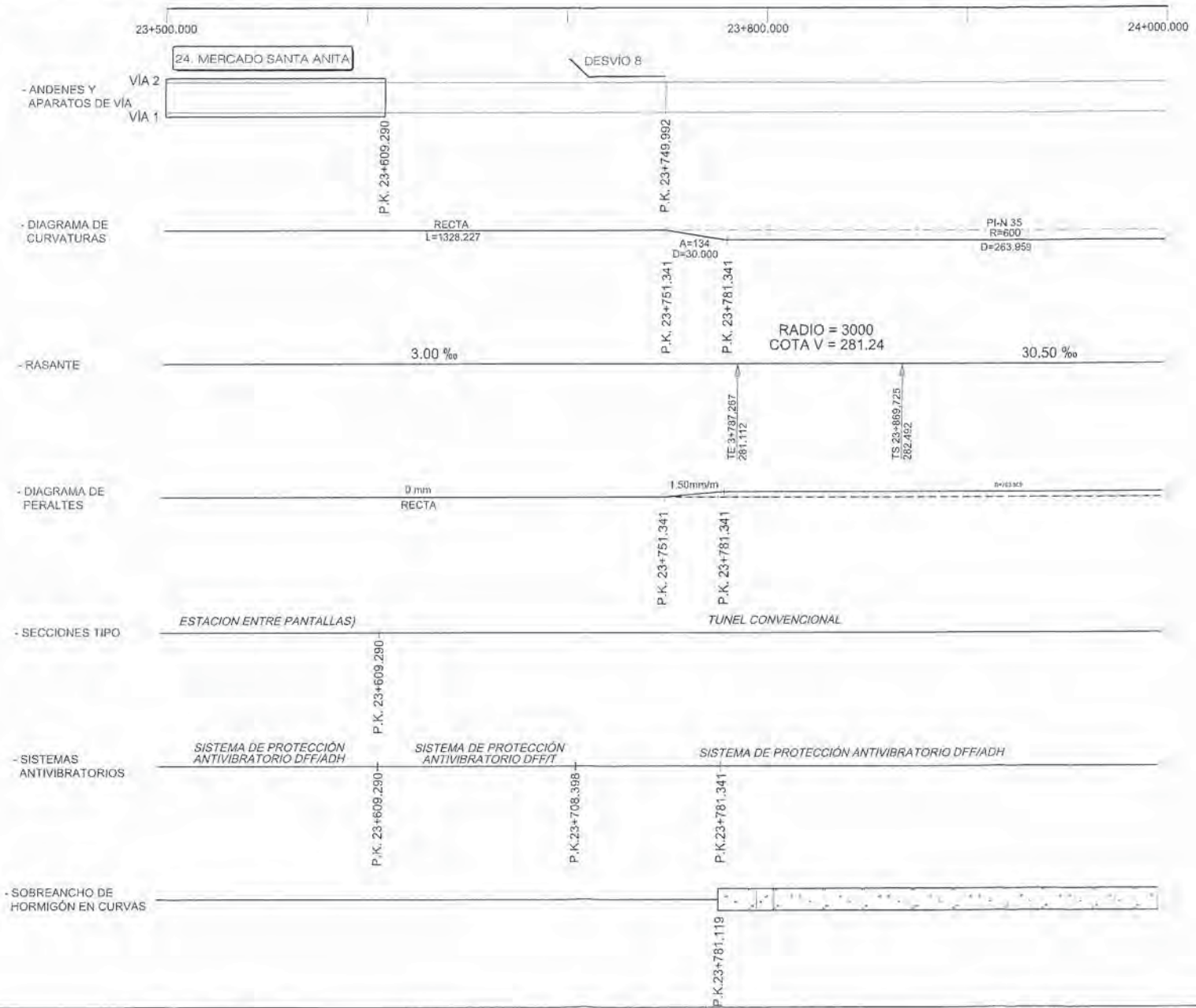
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUPETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESTADO:	PROYECTO	FECHA:	FEbrero 2024	PLANO:	PLN-IF-SUP-ESO-L2-P-047	HOJA:	47 DE 54	REVISION:	2
---------	----------	--------	--------------	--------	-------------------------	-------	----------	-----------	---

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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

001886

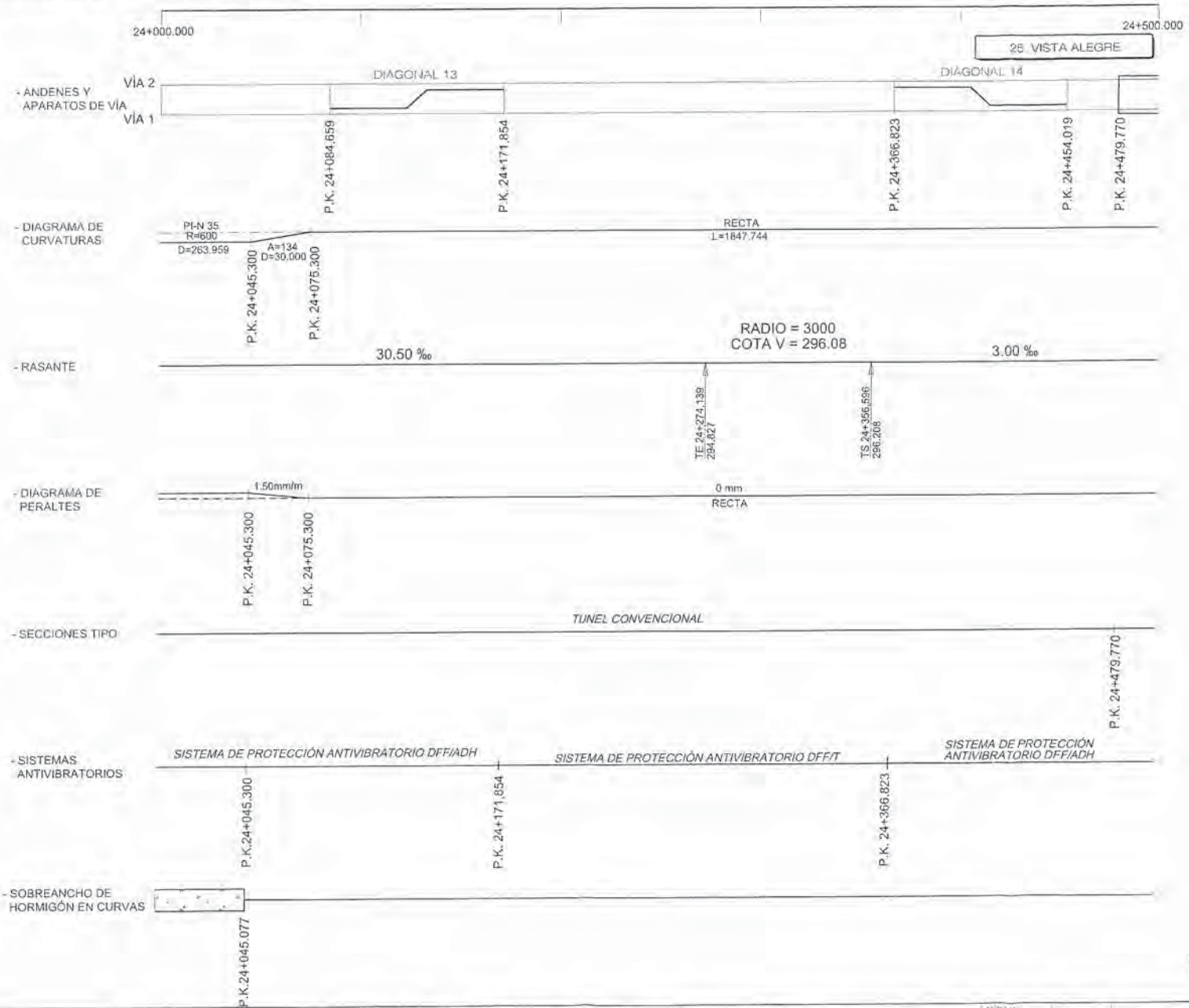


CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

FECHA: 01/2001	PROYECTO: SUPERESTRUCTURA DE VIA, PLANTA ESQUEMÁTICA, L2 CON PARAMETROS DE DISEÑO
FECHA: 11 SEPTIEMBRE 2011	PLANO: PLIN-IP-SUP-ESC-L2-P-046
HOJA: 2	TOTAL: 2

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVIOS Y BRETELLES)

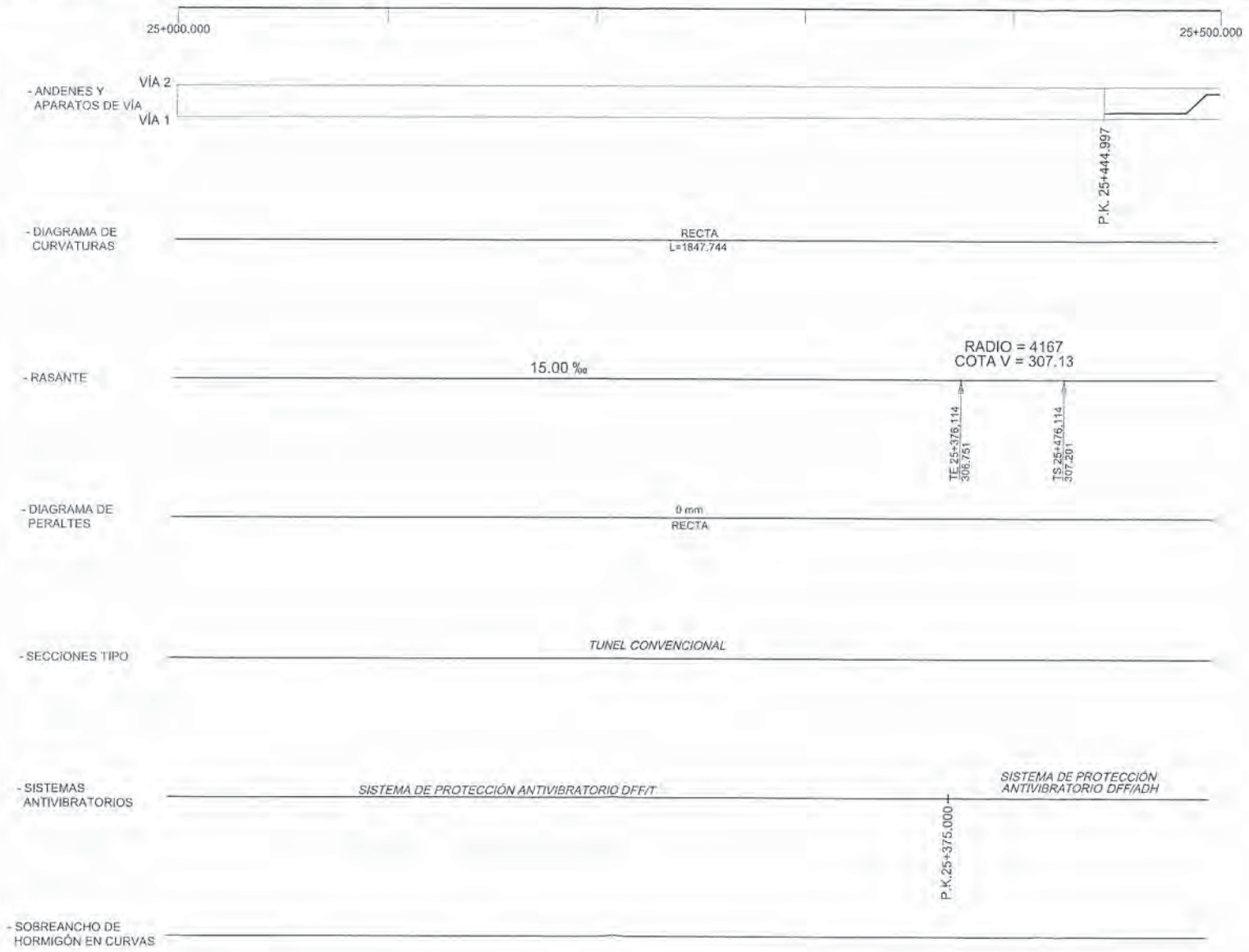
NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETELLES, DIAGONALES Y DESVIOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH



001887

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
 - 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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



20240520 11:00:00 \\p01\proyectos\metro\2024\trazado\trazado_01.dwg



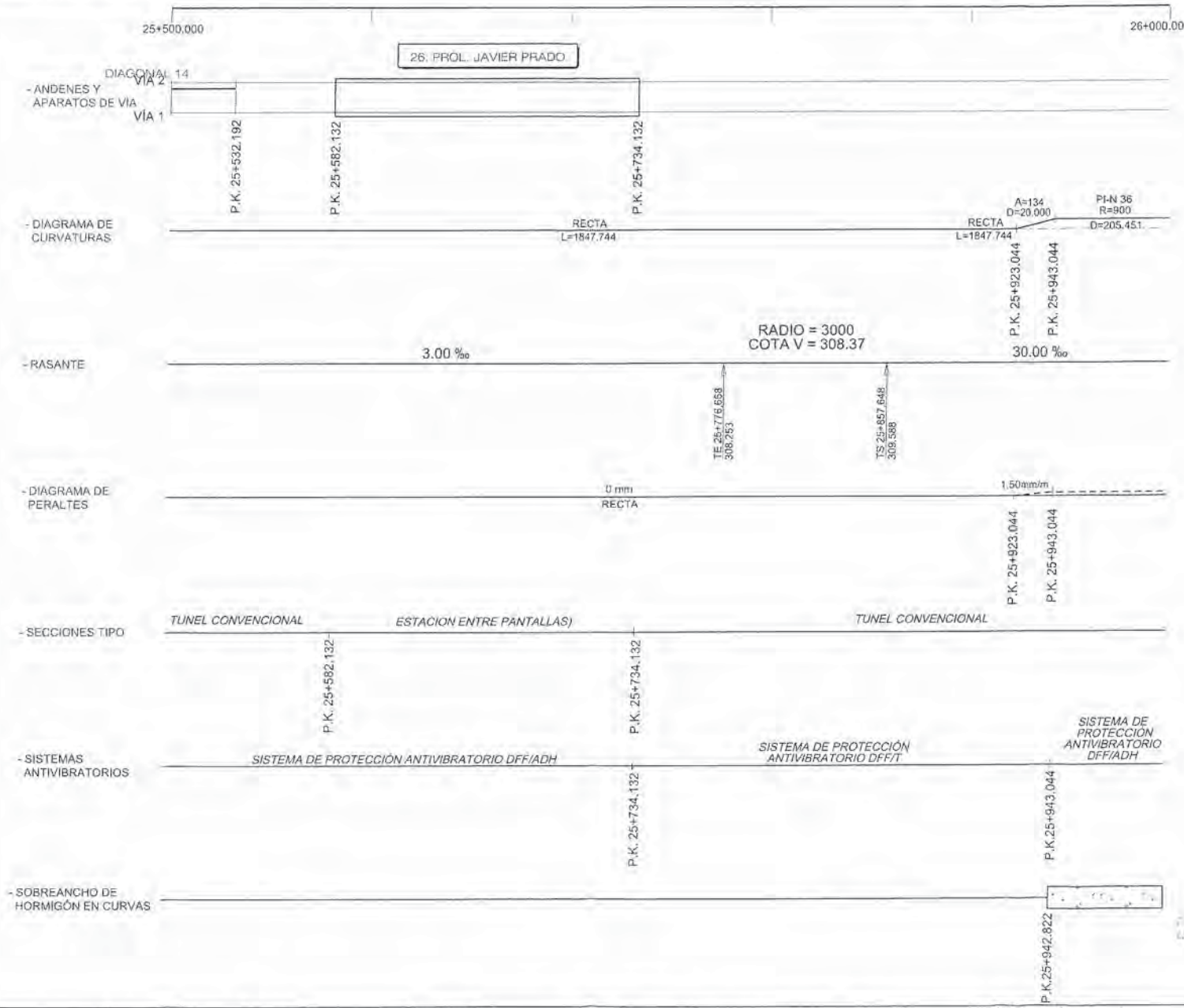
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

FECHA:	15.000
FECHA:	FEBRERO 2024

SUPERESTRUCTURA DE VÍA, PLANTA ESQUEMÁTICA L2 CON PARÁMETROS DE DISEÑO	
PROYECTO:	PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-051
HOJA:	31 de 34
REVISOR:	2

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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



001850



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

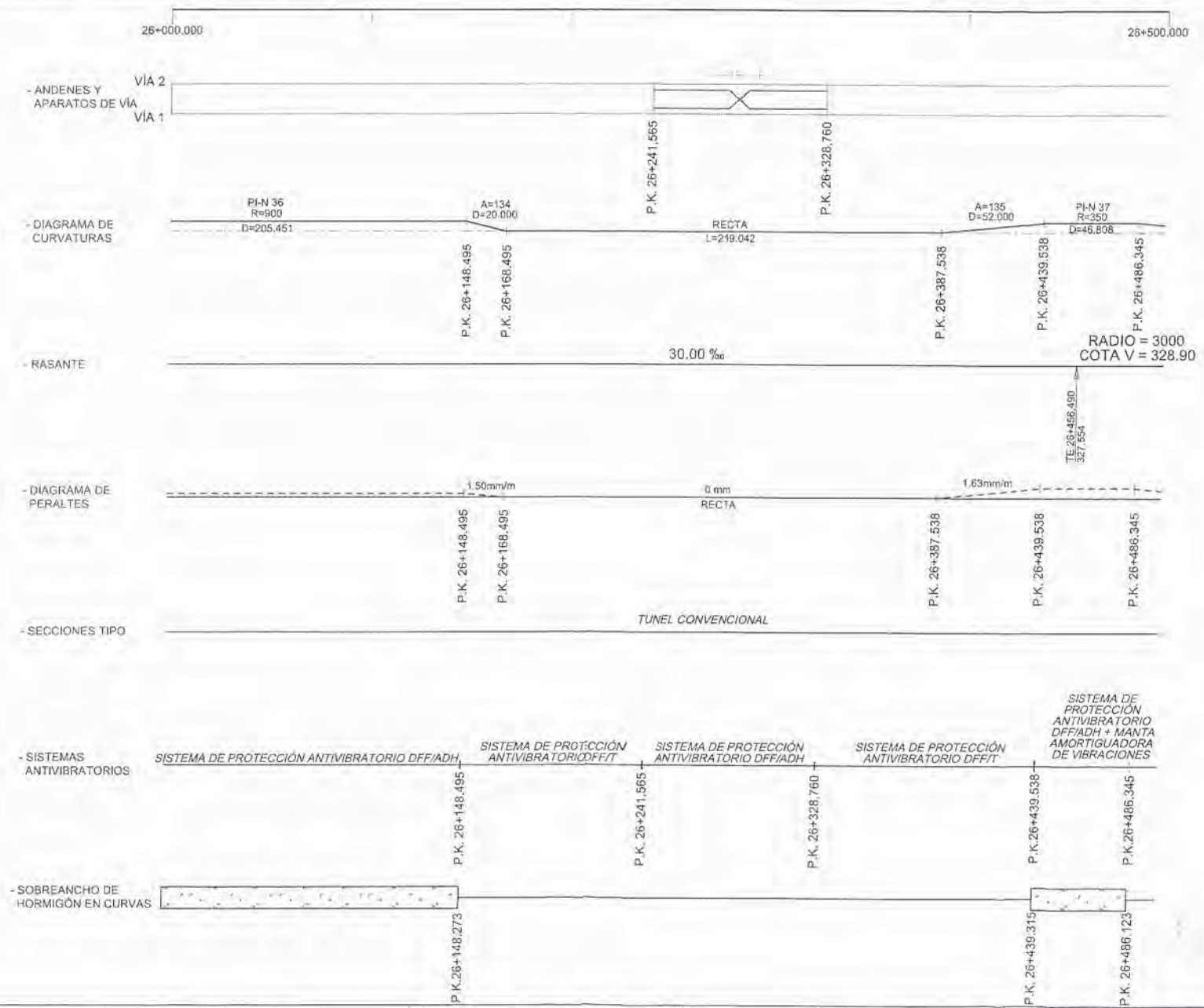
ESCALA	1:1000
FECHA	17 FEBRERO 2014
PROYECTO	PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-052
HOJA	31 DE 34
REVISOR	2

SUPERESTRUCTURA DE VIA PLANTA ESQUEMÁTICA L2 CON PARAMETROS DE DISEÑO
PLIN-IF-SUP-ESQ-L2-P-052

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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

001891



C:\2011\2011-0000\PROYECTOS\2011-0000\2011-0000-0000-0000.dwg



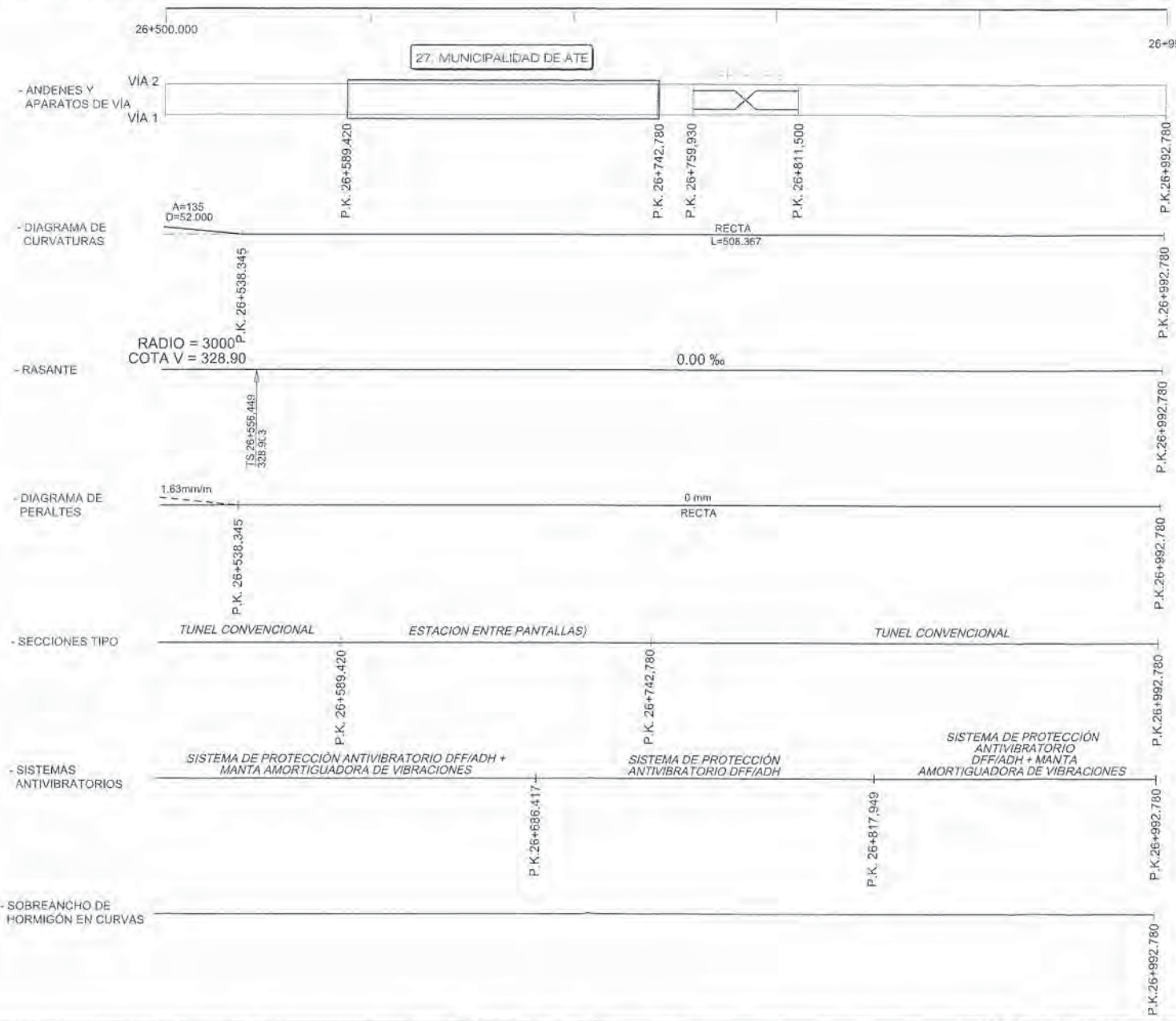
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PROYECTO	11500
FECHA	
ELABORADO POR	
REVISADO POR	
PROYECTO	

SUPERESTRUCTURA DE VIA PLANTA ESQUEMÁTICA, L2 CON PARAMETROS DE DISEÑO	
PROYECTO	PLINIF-SUP-ESQ-L2-P-053
FECHA	15/08/14
REVISIÓN	2

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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



001892



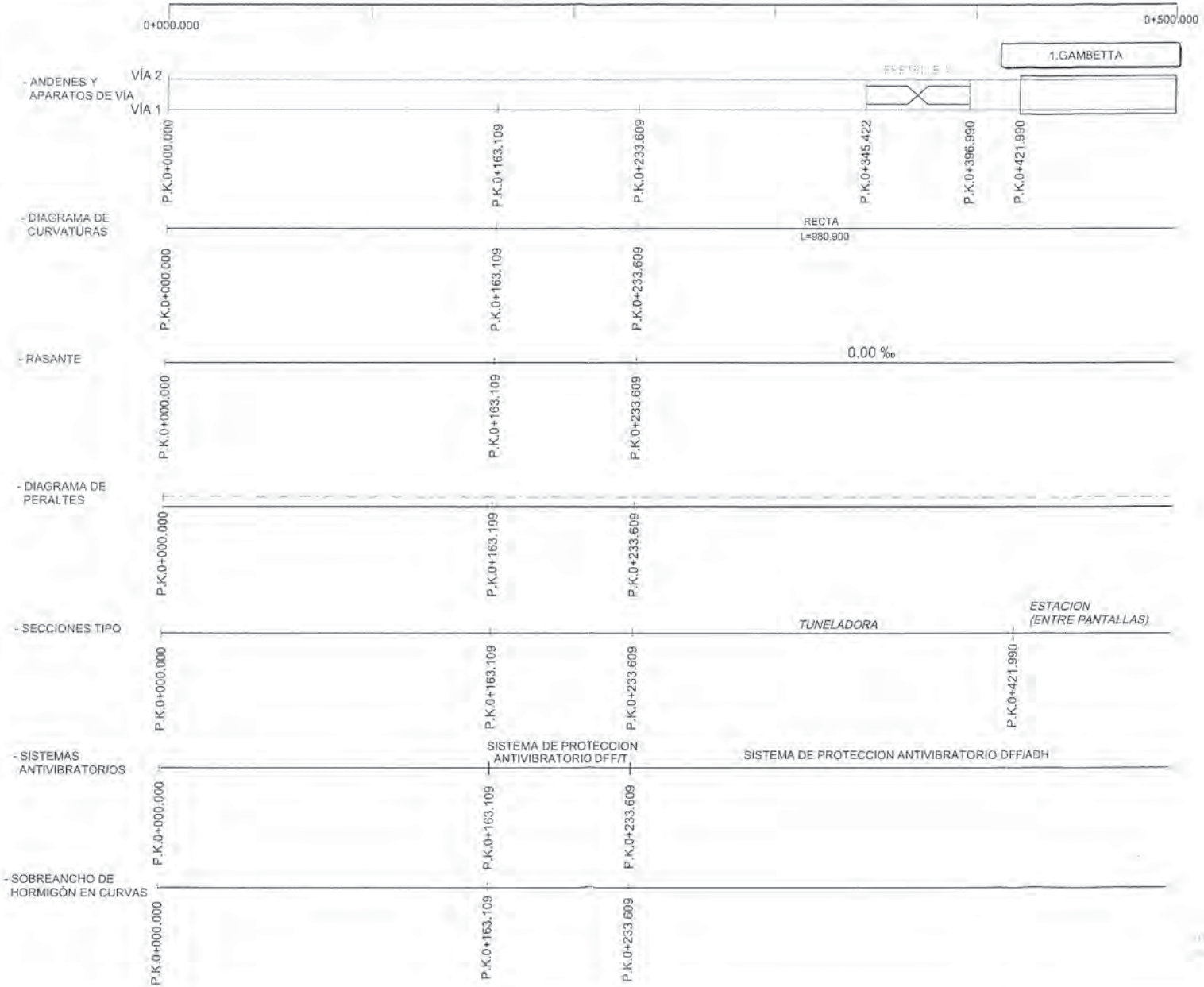
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBITTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ELABORADO	P1.020
FECHA	FEBRERO 2014

SUPERESTRUCTURA DE VIA, PLANTA ESQUEMÁTICA L2 CON PARAMETROS DE DISEÑO			
PROYECTO	PLIN-IP-SUP-ESQ-L2-P-054	HOJA	54 DE 54
REVISIÓN		FECHA	2

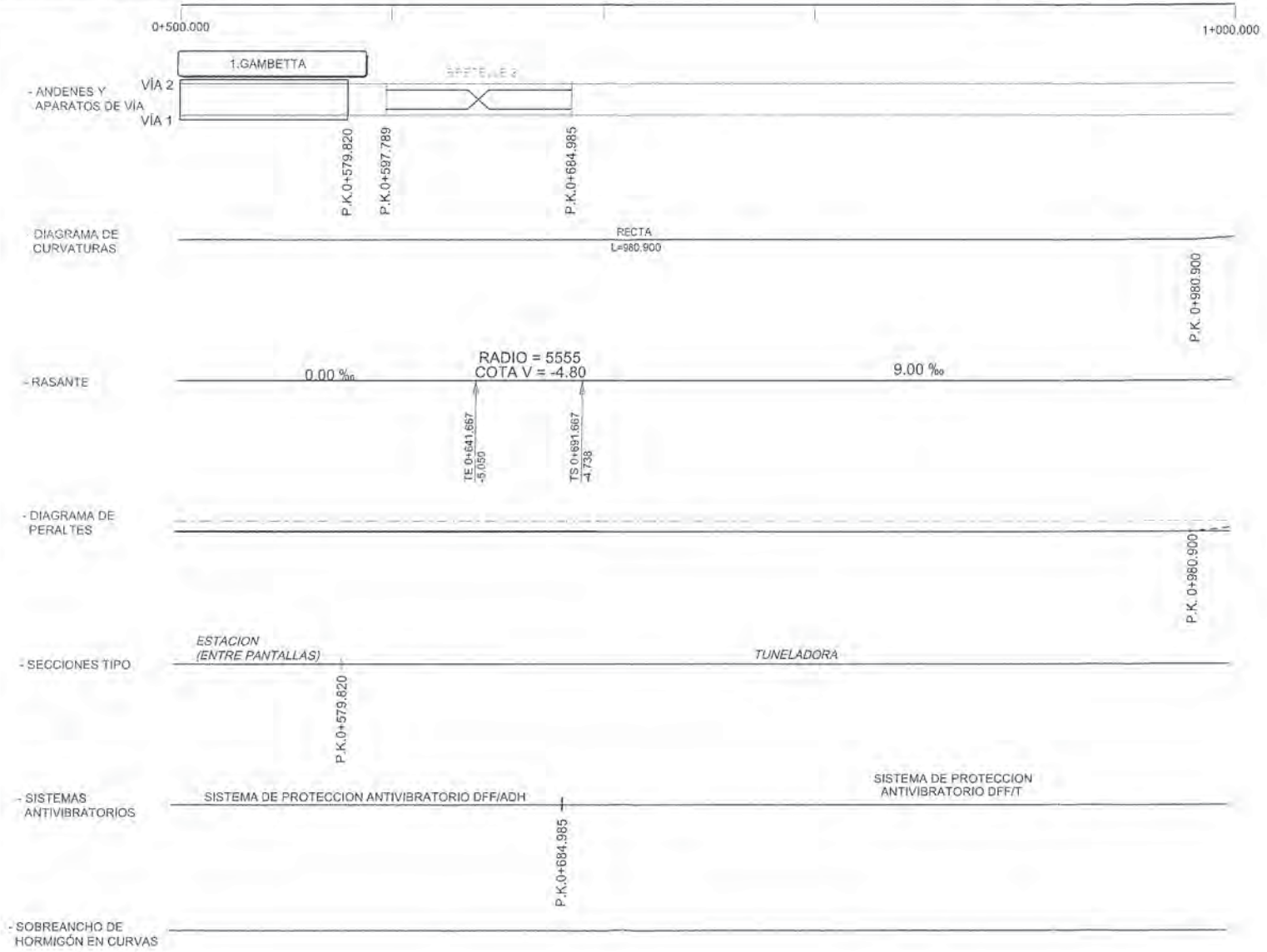
NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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



NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
 - 2 POR POZO, 2 POR ESTACION Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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



001894



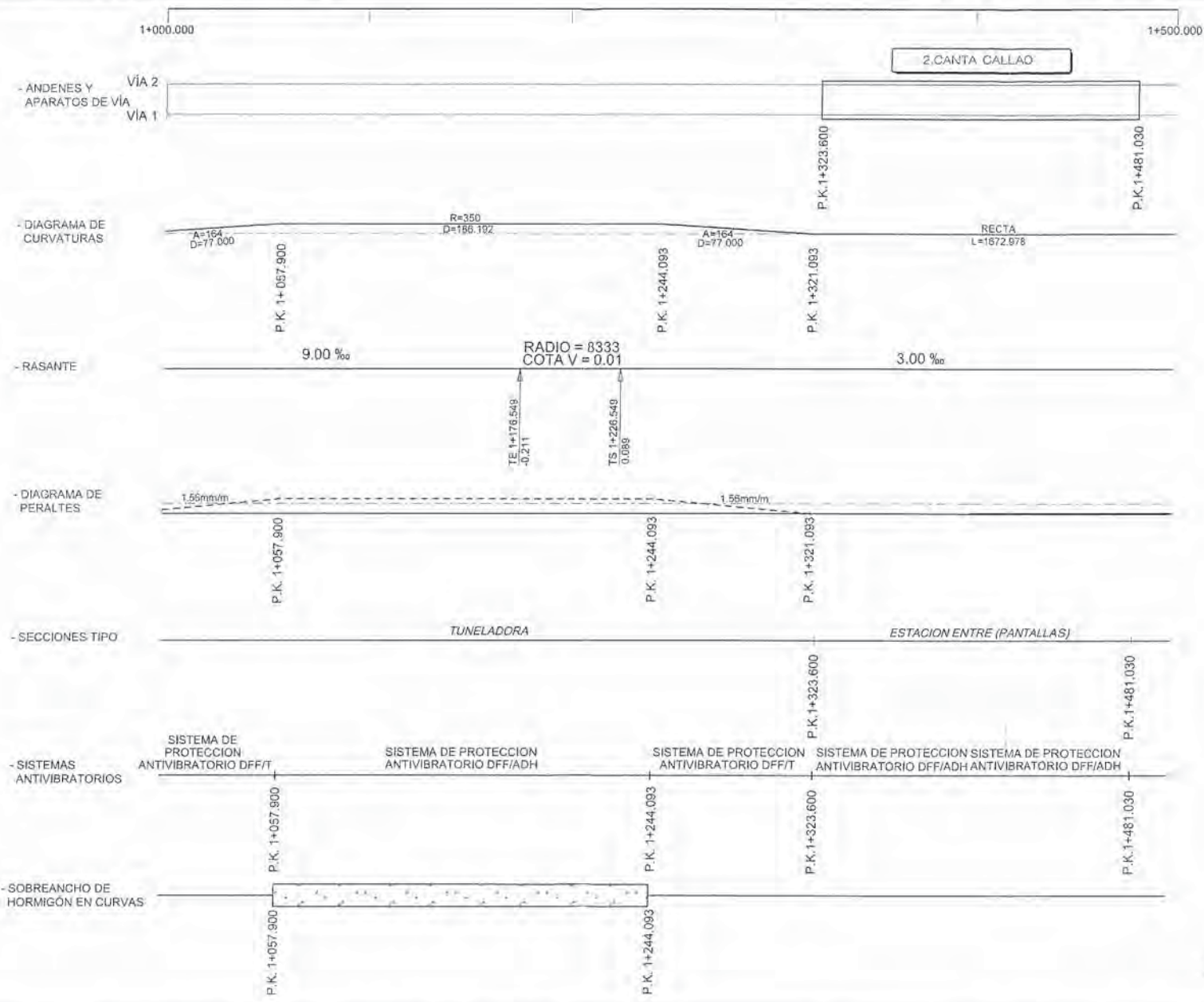
CONCESIÓN DEL PROYECTO 'LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO'

Fecha: 05/06	PLANTA: PLN-IF-SUP-ESQ-L4-P002	Hoja: 2 DE 4	Version: 2
Fecha: FEBRERO 2014			

SUPERESTRUCTURA DE VIA. PLANTA ESQUEMÁTICA. L4 CON PARAMETROS DE DISEÑO

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

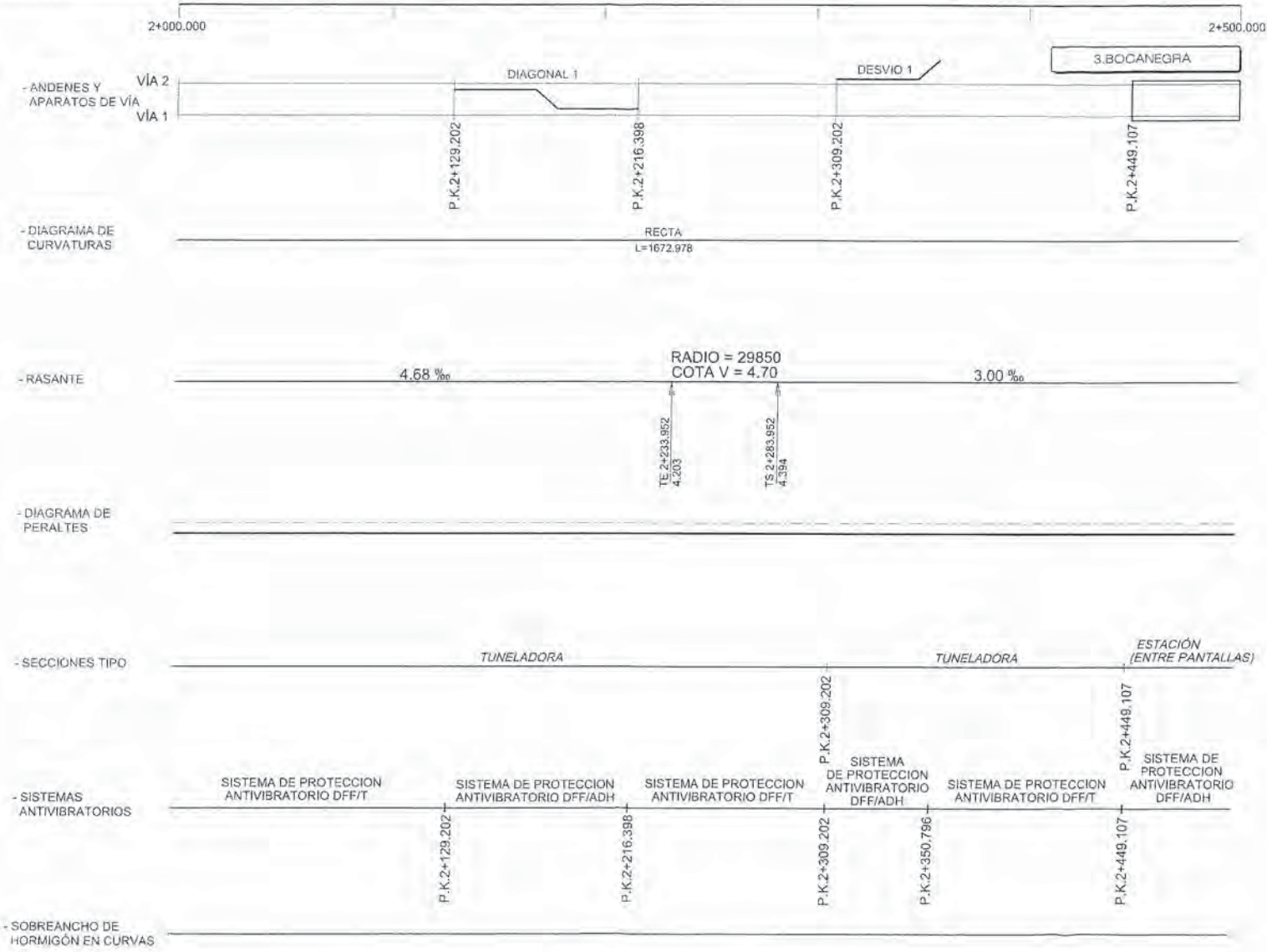
NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETELLES, DIAGONALES Y DESVÍOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH



001895

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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

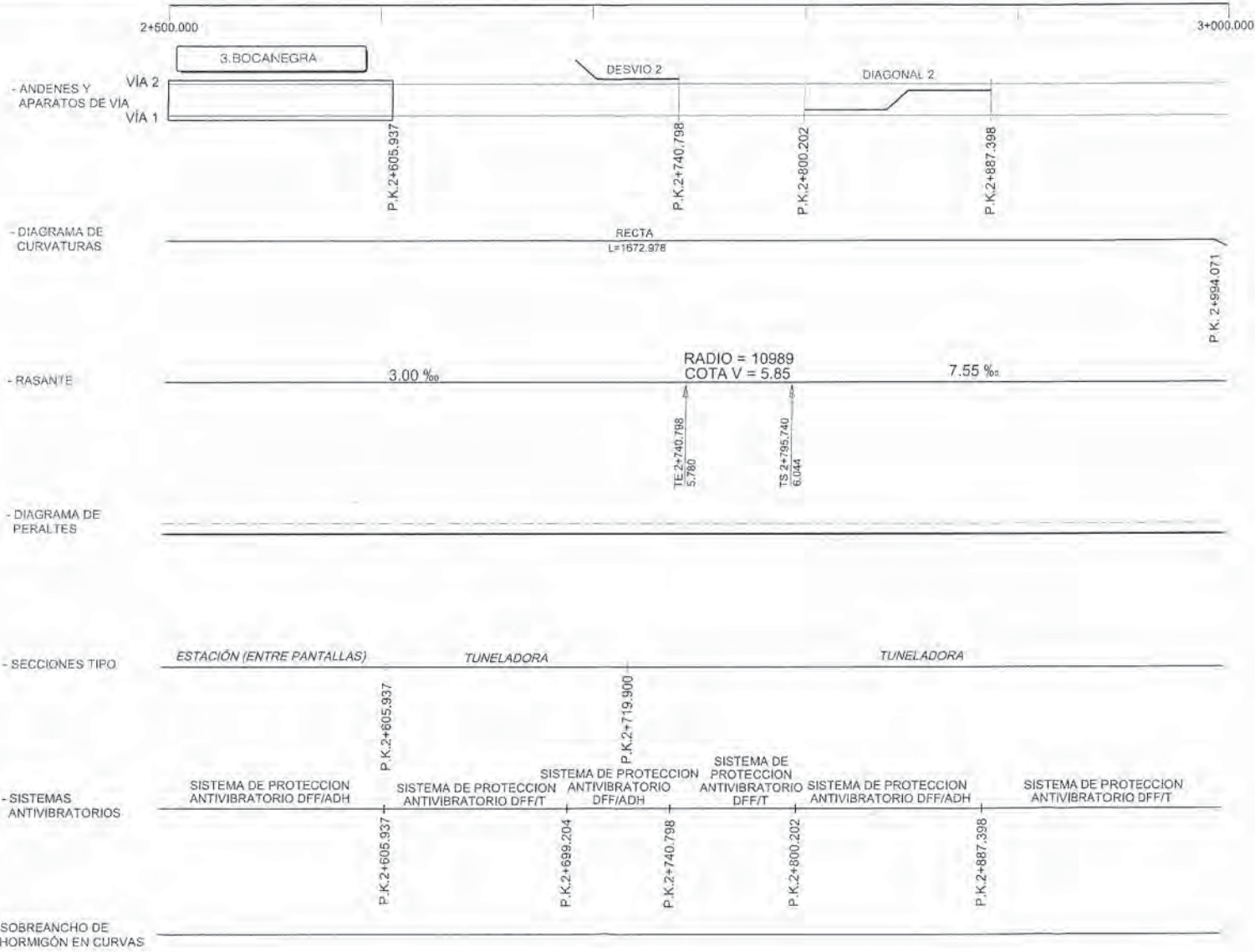


001897

P:\2015\2247\2247-01\2247-01-01\2247-01-01-01\2247-01-01-01-01.dwg

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPREÑO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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



001898



CONSULTORES



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

ESCALA: 1/1000
FECHA: 11/08/2014



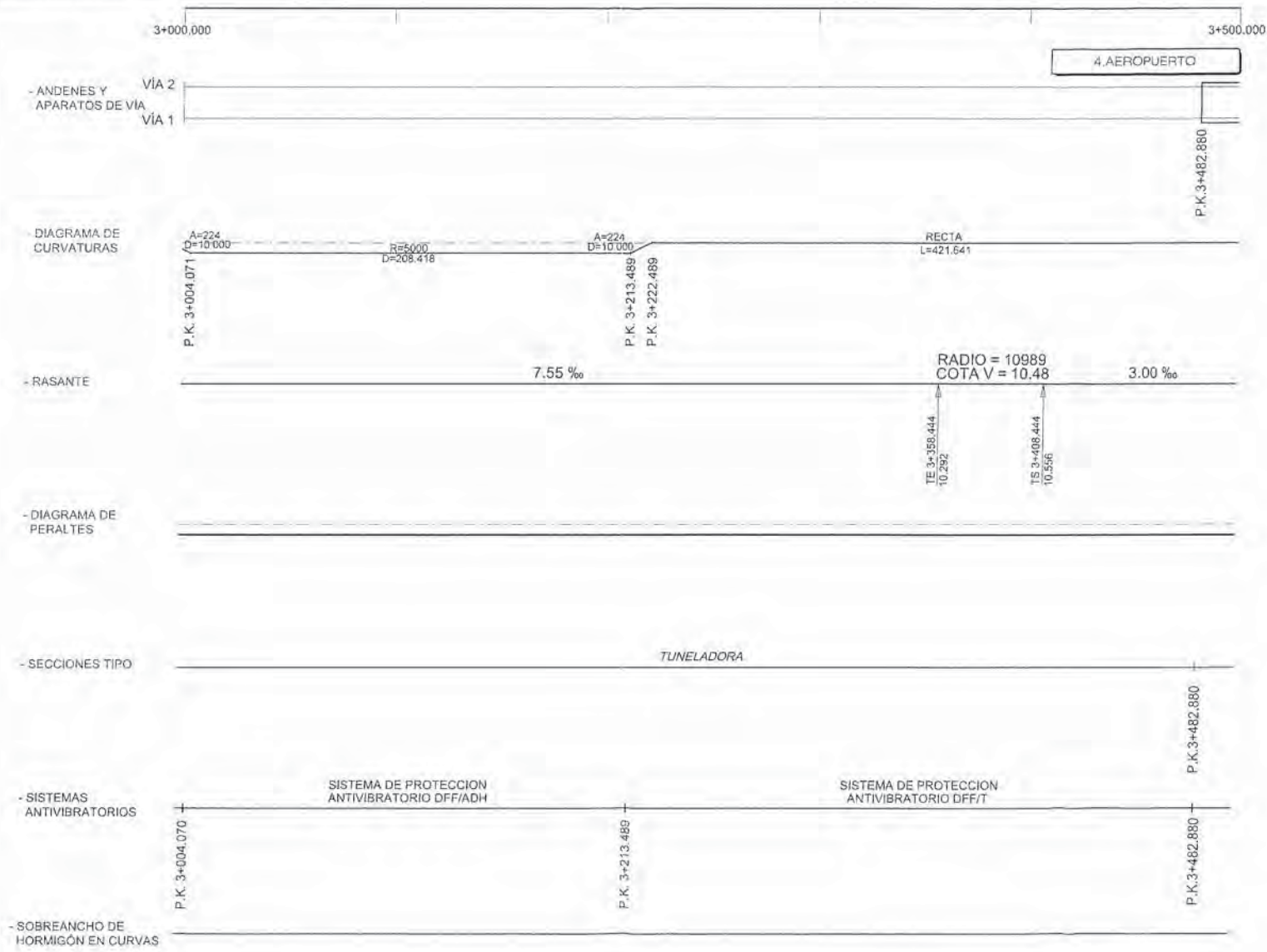
SUPERESTRUCTURA DE VÍA, PLANTA ESQUEMÁTICA, L4 CON PARAMETROS DE DISEÑO

PLANO: P1-IN-IP-SUP-ESQ-L4-P006

1/06-PL-IN-IP-SUP-ESQ-L4-P006-1-P016.dwg

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESvíOS Y BRETELLES)

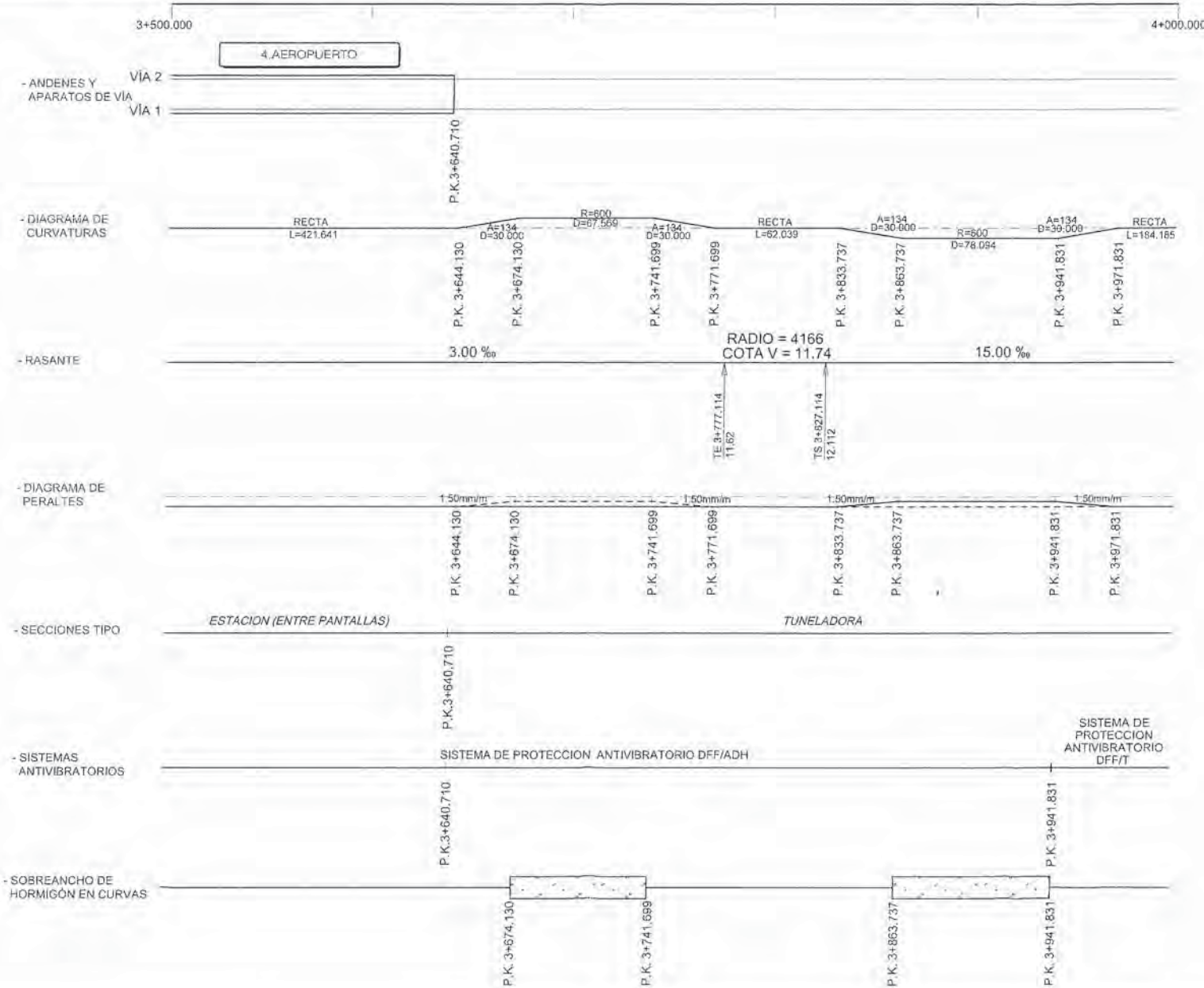
NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETELLES, DIAGONALES Y DESvíOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH



001893

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

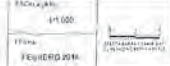
NOTA: TODAS LAS ESTACIONES, BRETELLES, DIAGONALES Y DESVÍOS ESTÁN EN ZONA CON SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DFF/ADH



001900



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

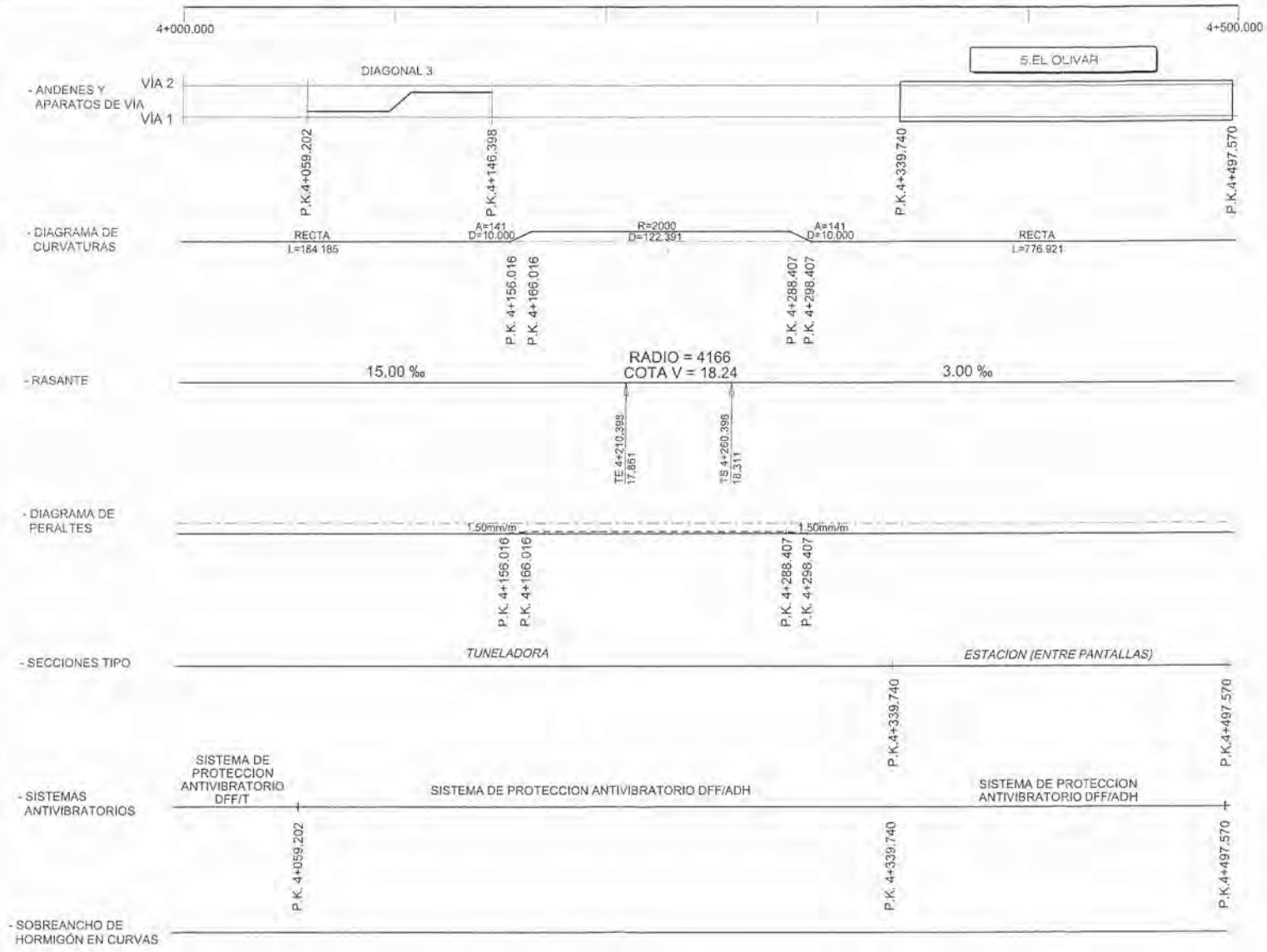


SUPERESTRUCTURA DE VÍA.
PLANTA ESQUEMÁTICA LA
CON PARÁMETROS DE DISEÑO

PLIN-IF-SUP-ESQ-L4-PROG

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVIOS Y BRETELLES)

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



001901



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

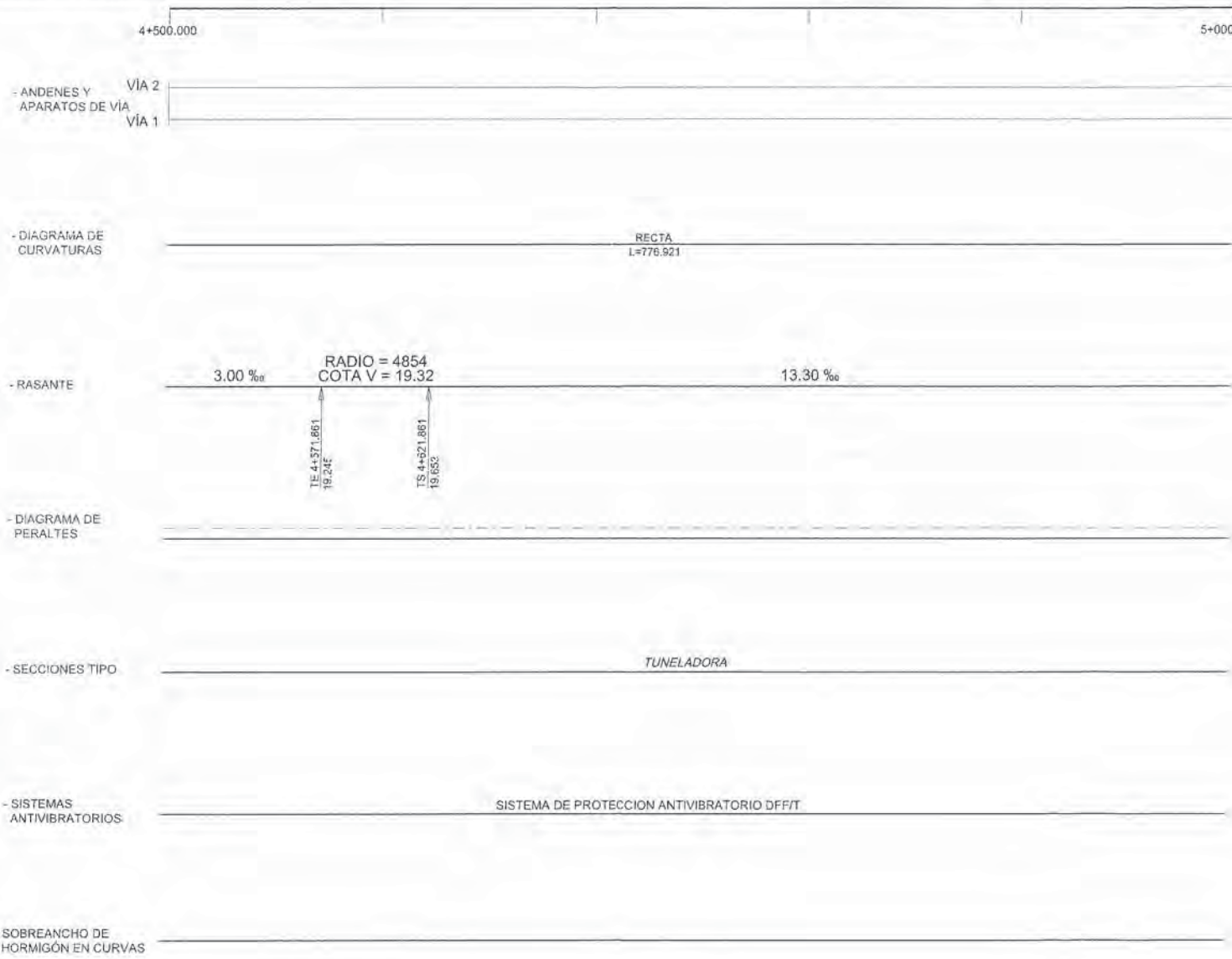
ESCALA: 1:1000
FECHA: FEBRERO 2018

PLANO Nº	PLIN-IF-SUP-ESQ-L4-P009	Hojas	8 de 16	REVISIÓN	2
----------	-------------------------	-------	---------	----------	---

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
 - 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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

001902



D:\2012\2012\001902\100_Infraestructura\Infraestructura\Infraestructura\001902.dwg



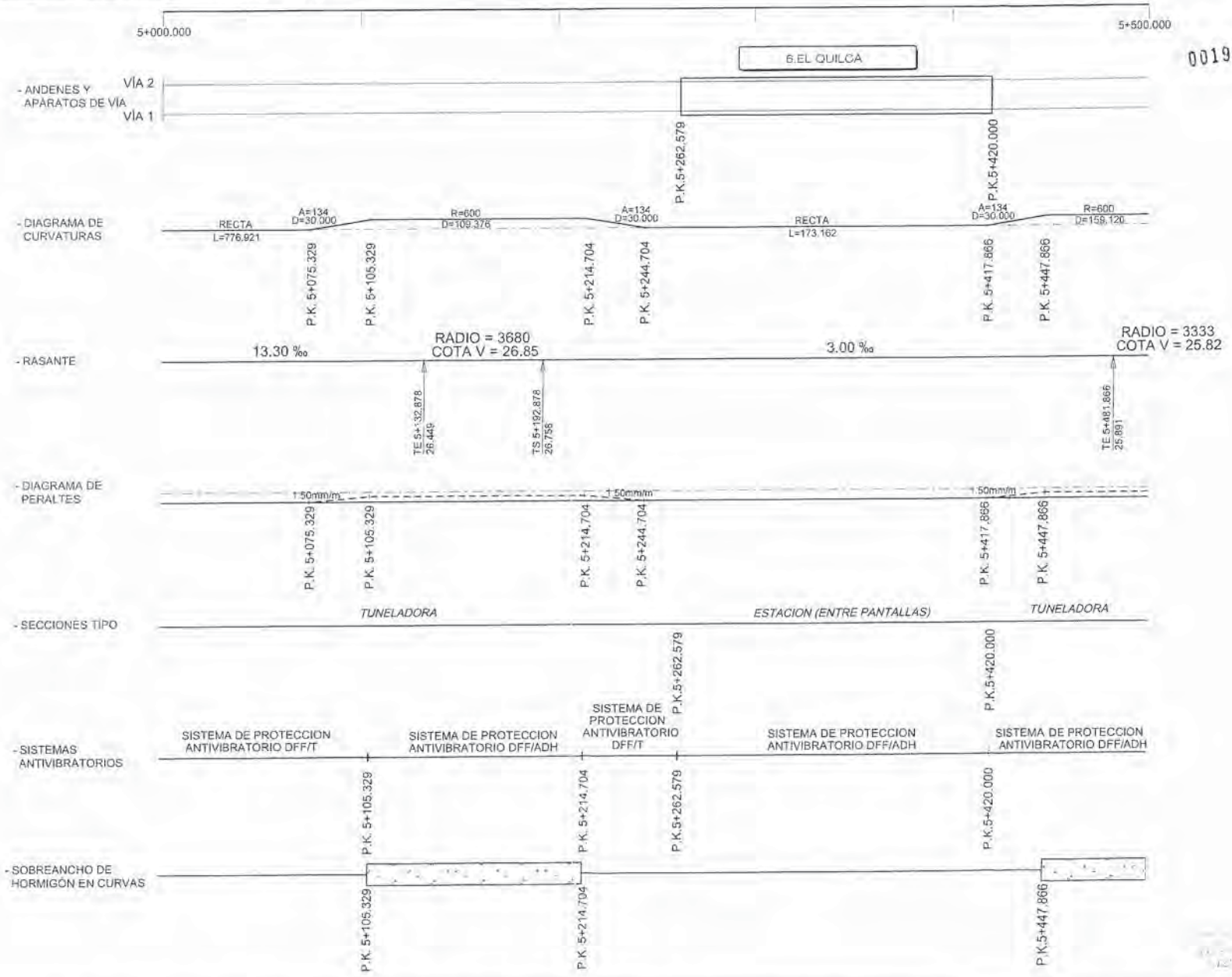
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESCALA ANI	1:1000
FECHA	16/06/2014

SUPERESTRUCTURA DE VÍA PLANTA ESQUEMÁTICA L4 CON PARÁMETROS DE DISEÑO	
PROYECTO	PLIN-IF-SUP-ESQ-L4-P010
HOJA	10 de 18
REVISTA	2

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVIOS Y BRETELLES)

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

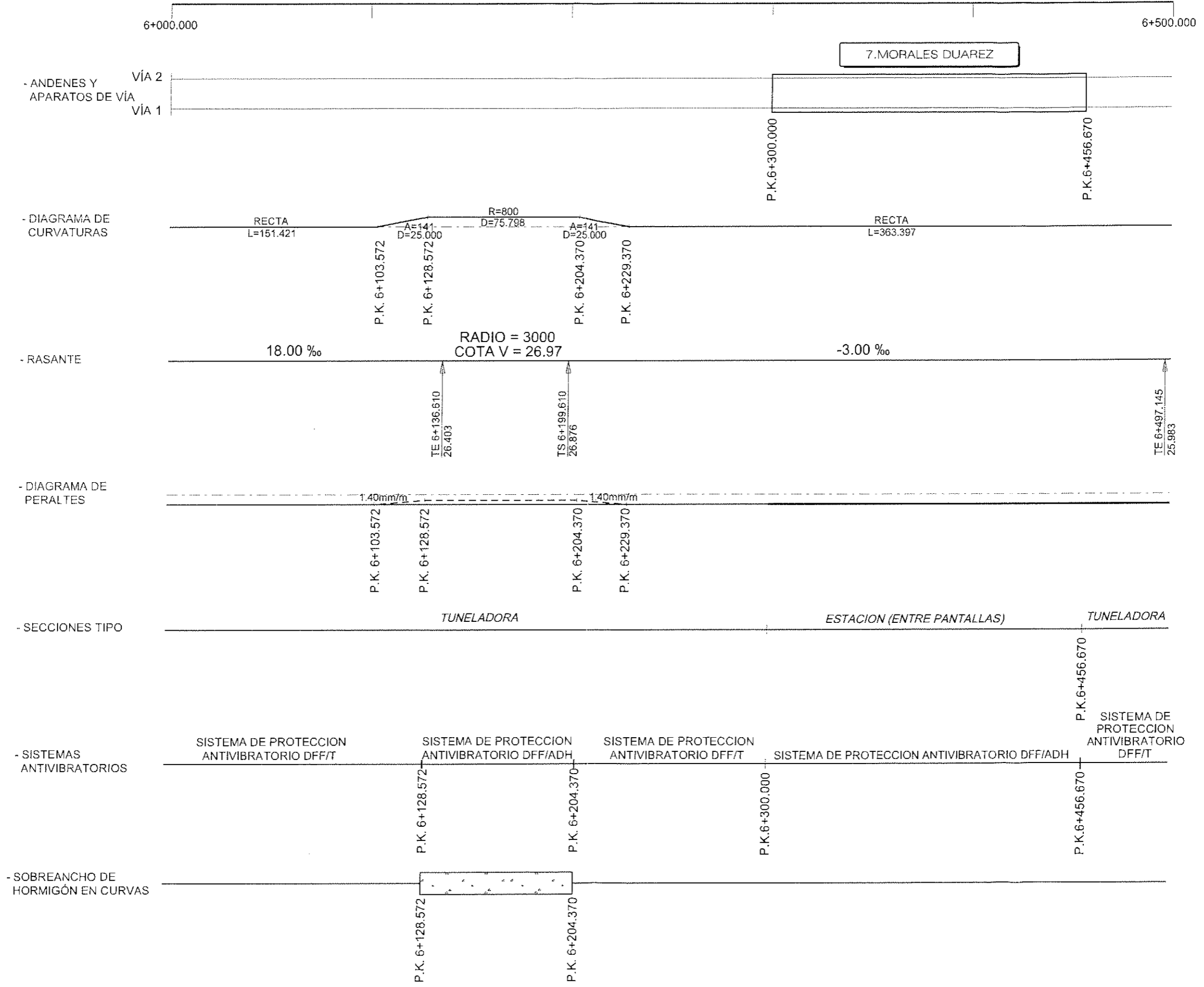


001903

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
 - 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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

[2255]



7.MORALES DUAREZ

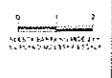
001905

C:\p00-259908\trabajo\100\obras\metrolina\membres\metrolina_rev.01.dwg



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

ESCALA: A/E
1:1.000
FECHA: FEBRERO 2014



PLANO N°	SUPERESTRUCTURA DE VÍA, PLANTA ESQUEMÁTICA, L4 CON PARAMETROS DE DISEÑO	HOJA:	13 de 15	REVISIÓN:	2
	PLIN-IF-SUP-ESQ-L4-P013				

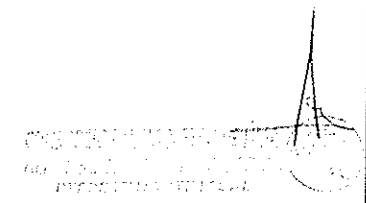
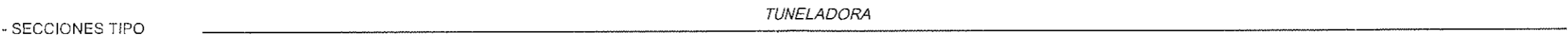
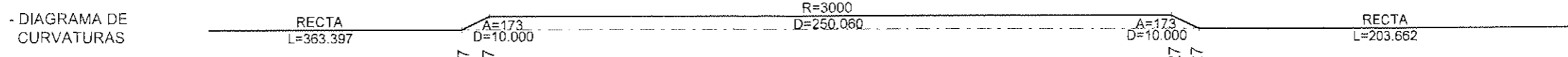
NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
- 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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

22561

6+500.000 7+000.000

001906

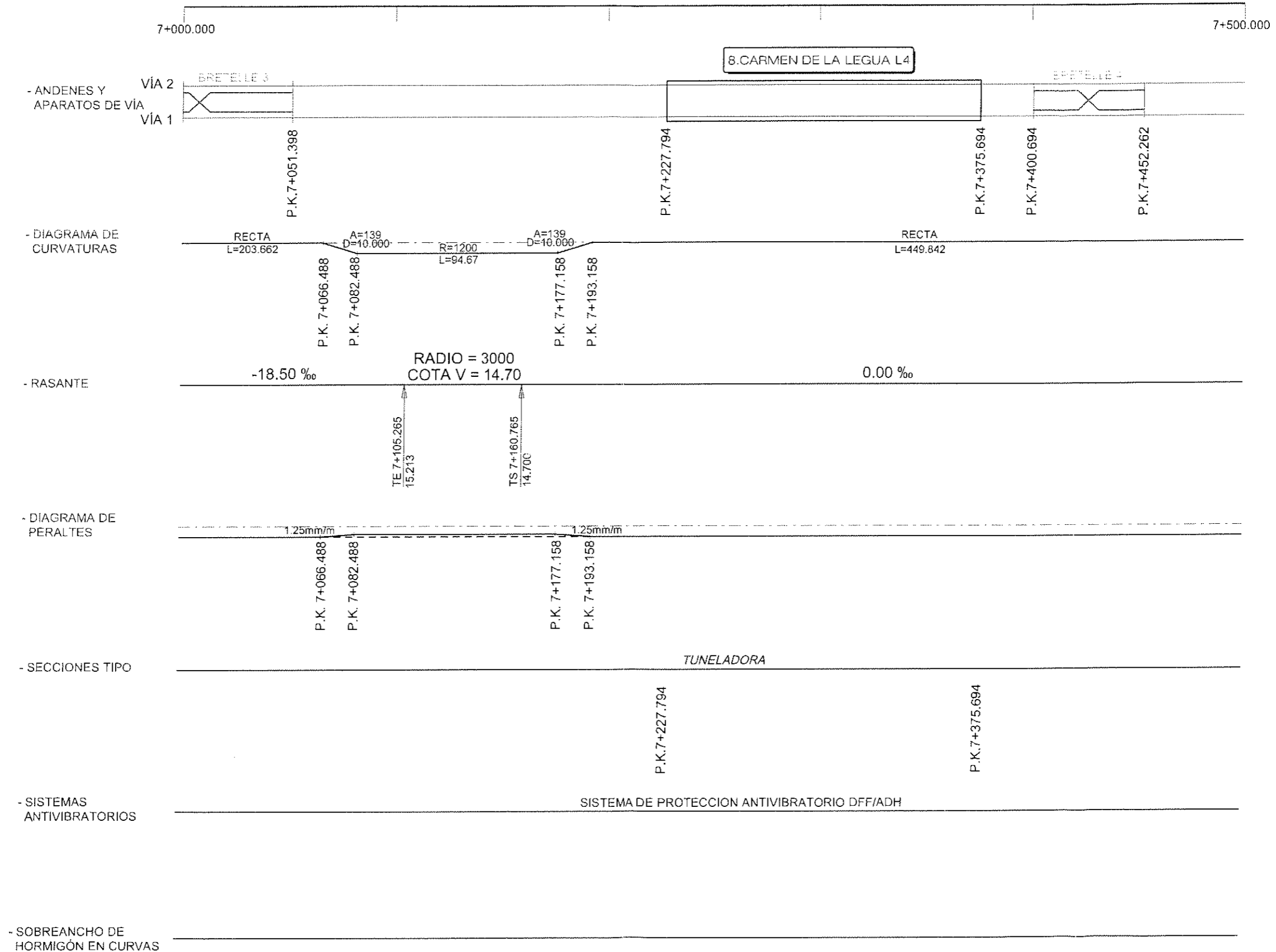


NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
 - 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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

022571

001907



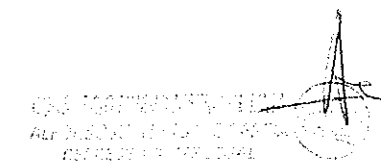
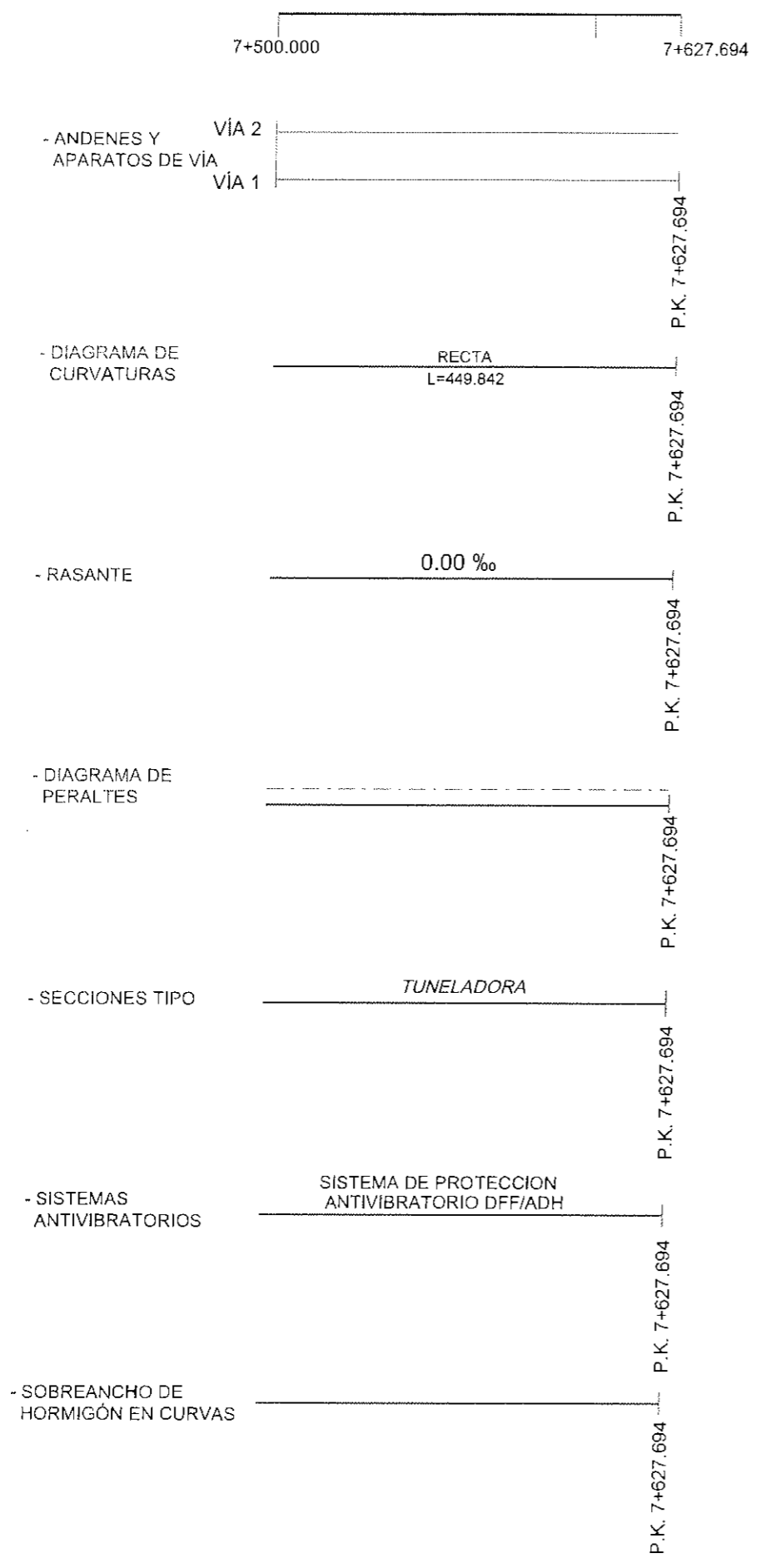
0:\PROYECTOS\2014\100-CONTRATACION\trazado\trazado_metro_l4.dwg

NOTA: A LO LARGO DE TODO EL TRAZADO, SE INSTALARÁN APOYOS DE NEOPRENO PARA CRUCES DE RIELES, CON LOS SIGUIENTES CRITERIOS:
 - 2 POR POZO, 2 POR ESTACIÓN Y 4 POR APARATOS (DESVÍOS Y BRETELLES)

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

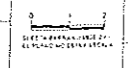
[2258]

001908



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

ESCALA: A3
 1/1.000
 FECHA:
 FEBRERO 2014



SUPERESTRUCTURA DE VÍA. PLANTA ESQUEMÁTICA, L4 CON PARAMETROS DE DISEÑO	
PLANO N° PLIN-IF-SUP-ESQ-L4-P016	HOJA: 16 de 16 REVISIÓN: 2

**A.5.4. Estudio funcional de la
superestructura de vía**

001909

A.5.4.	A) DISEÑO DE INGENIERÍA
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

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

**A.5.4 ESTUDIO FUNCIONAL DE LA
SUPERESTRUCTURA DE VÍA**


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 

A.5.4. Estudio funcional de la superestructura de vía

MEMORIA DE CÁLCULO, DESCRIPTIVA Y SIMULACIÓN

001910

1 DESCRIPCIÓN DE LA DINÁMICA OPERACIONAL.....	3
<i>Esquema de vía de la línea 2.....</i>	<i>3</i>
<i>Esquema de vía de la línea 4.....</i>	<i>3</i>
2 UBICACIÓN DE LAS TERCERAS VÍAS Y MECANISMOS DE INVERSIÓN DE LA MARCHA.	4
3 TIEMPOS DE PARADA Y REVERSO DE LOS TRENES.....	6

APENDICE SIMULACIONES CINEMÁTICAS

4
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 

A.5.4. Estudio funcional de la superestructura de vía

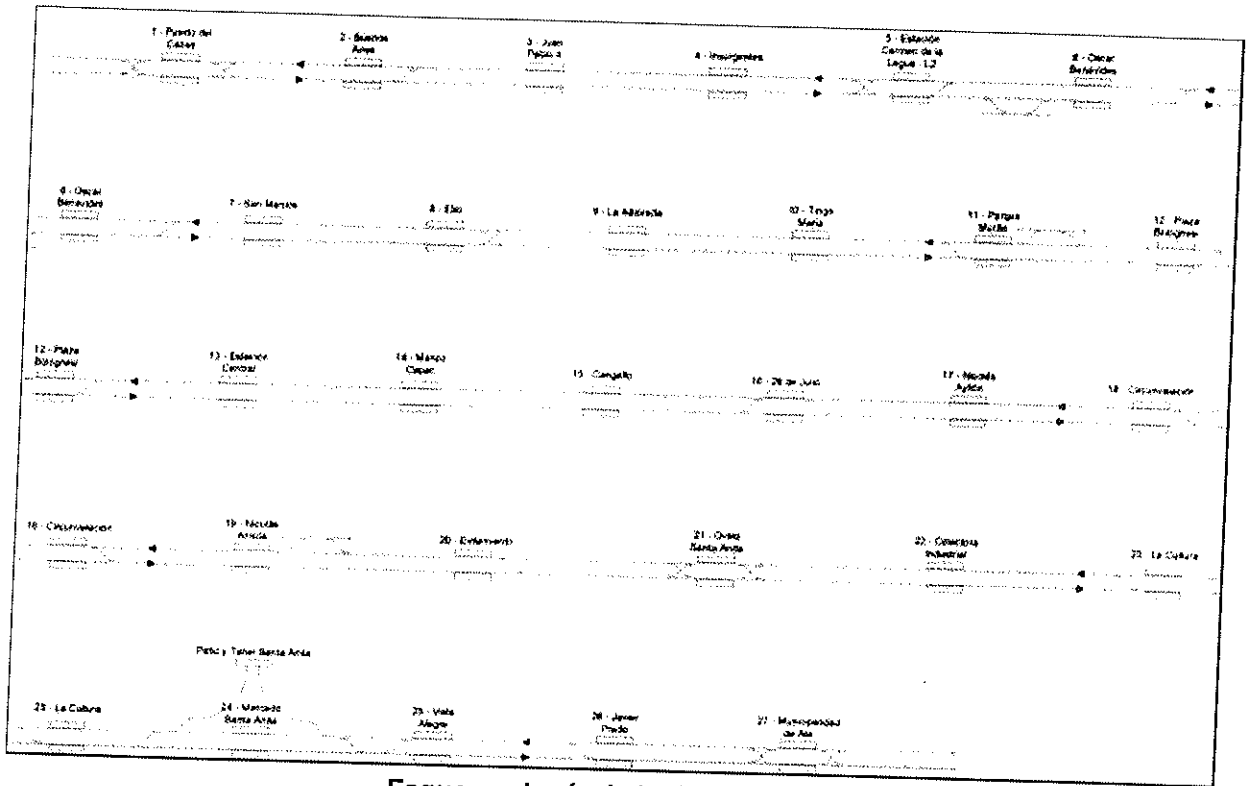


001911

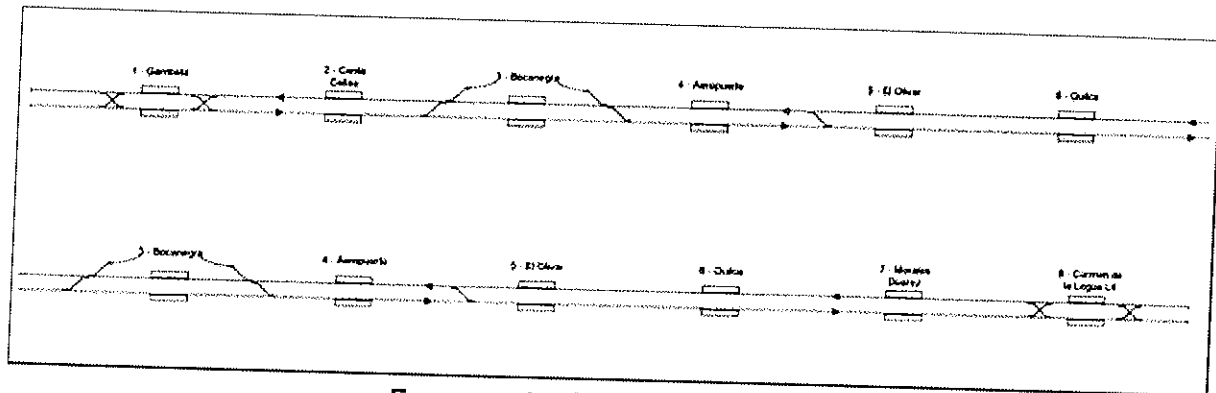
MEMORIA DE CÁLCULO, DESCRIPTIVA Y SIMULACIÓN

1 DESCRIPCIÓN DE LA DINÁMICA OPERACIONAL

Los siguientes esquemas muestran la posición de las vías principales, las terceras vías y los cambiavías propuestos para las dos líneas:



Esquema de vía de la línea 2



Esquema de vía de la línea 4

La configuración de aparatos de vía propuesta está diseñada para permitir flexibilidad en la operación por bucles. En todas las estaciones donde se prevé la realización de bucle se propone la instalación de diagonales dobles tipo Bretelle al menos en uno

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



A.5.4. Estudio funcional de la superestructura de vía

de los dos lados de la estación. La configuración propuesta permitirá entrar indistintamente a cualquiera de los dos andenes ofreciendo una gran versatilidad con las distintas alternativas de operación posibles.

001912

Esta versatilidad permitirá que ante incidencias en algún aparato de vía se puedan mantener los niveles de servicio utilizando otros disponibles.

La distribución de aparatos de vía en estaciones intermedias se ha realizado teniendo en cuenta por un lado la distribución de la demanda prevista y por otro el que exista un tramo de más de dos interestaciones sin aparato de vía. Esto permitirá establecer servicios alternativos en casos de incidencias, manteniendo el servicio aunque sea en modo degradado y posibilitará, conjuntamente con las terceras vías planteadas, la retirada de la circulación de los trenes afectados por avería o por situaciones de emergencia, en el tiempo más breve posible, así como la reposición de trenes útiles en su lugar.

2 UBICACIÓN DE LAS TERCERAS VÍAS Y MECANISMOS DE INVERSIÓN DE LA MARCHA.

De acuerdo con las especificaciones del Contrato de Concesión del Concurso de Proyectos Integrales para la entrega en concesión del Proyecto línea 2 y Ramal Avda. Faucett – Avda. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao, en La línea 2 se propone la instalación tres vías de apartadero (terceras vías), de longitud suficiente para estacionar dos trenes de siete coches cada uno, en las ubicaciones siguientes:

Interestación Carmen de la Legua – Oscar Benavides.

Estará ubicada a la derecha de la vía principal en sentido Oscar Benavides, próxima a esta estación. Dispondrá de cambios de aguja de entrada y salida a la misma vía principal.

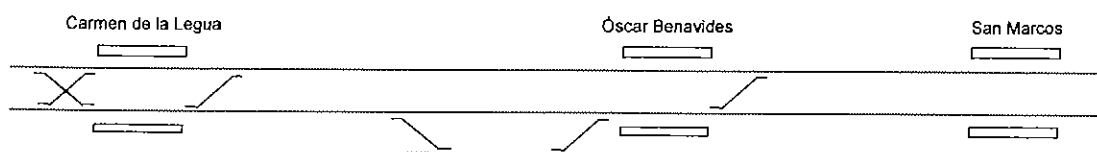


Tabla ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.-1 Ubicación de tercera vía entre Carmen de la Legua y Oscar Benavides

En esta vía los trenes podrán encerrar directamente desde la estación de Carmen de la Legua sin interferir en la circulación. Asimismo, desde la vía contraria podrán también encerrar desde la estación de San Marcos, pasando a la vía de apartadero a través de la diagonal prevista en la estación de Óscar Benavides, aunque en este caso se podría producir penalización a los trenes que circulen en sentido Carmen de la Legua – Óscar Benavides, los cuales serían retenidos.

Asimismo, desde esta vía los trenes pueden salir hacia Oscar Benavides en el sentido normal de circulación, o hacerlo en sentido a Carmen de la Legua, si bien en este caso se podría penalizar en los trenes que circulen en sentido Insurgentes - Carmen de la Legua.

Esta tercera vía estará en servicio en la Segunda Etapa y en la Tercera Etapa.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BALSABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



A.5.4. Estudio funcional de la superestructura de vía

001913

Interestación Plaza Bolognesi - Parque Murillo

Estará ubicada a la derecha de la vía principal en sentido Parque Murillo, próxima a esta estación. Dispondrá de cambios de aguja de entrada y salida a la misma vía principal.

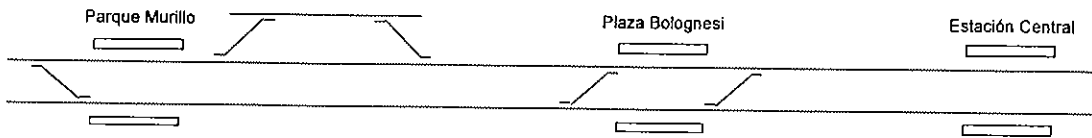


Tabla2 Ubicación de la tercera vía entre Parque Murillo y Plaza Bolognesi

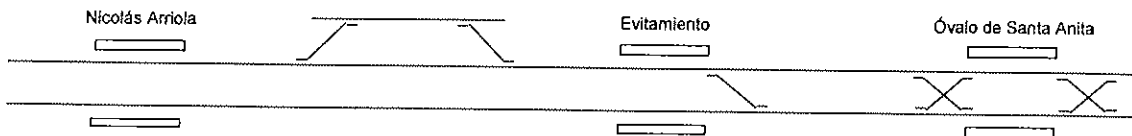
En esta vía los trenes podrán encerrar directamente desde la estación de Plaza Bolognesi sin interferir en la circulación.

Asimismo, desde esta vía los trenes pueden salir hacia Parque Murillo en el sentido normal de circulación.

Esta tercera vía estará en servicio en la Segunda Etapa y en la Tercera Etapa.

Interestación Evitamiento – Nicolás Arriola.

Estará ubicada a la derecha de la vía principal en sentido Nicolás Arriola. Dispondrá de cambios de aguja de entrada y salida a la misma vía principal.



Tab Ubicación de la tercera vía entre Nicolas Arriola y Evitamiento

En esta vía los trenes podrán encerrar directamente desde la estación de Evitamiento sin interferir en la circulación.

Asimismo, desde esta vía los trenes pueden salir hacia Nicolás Arriola en el sentido normal de circulación, o hacerlo en sentido a Evitamiento, si bien en este caso se podría penalizar en los trenes que circulen en sentido Óvalo de Santa Anita – Evitamiento.

Esta tercera vía estará en servicio en la Etapa 1B, en la Segunda Etapa y en la Tercera Etapa.

La existencia de estas vías de apartadero proporciona flexibilidad y agilidad en la operación ya que permiten:

- Disponer de trenes útiles que se pueden utilizar para cubrir intervalos anormales, en caso de que estos se produzcan bien por averías e incidencias con los trenes o puertas de andén o por un aumento puntual no previsto de demanda. Esto proporcionará una mayor garantía para el cumplimiento de la oferta de servicio.
- El encierre de trenes por reducción de la oferta, para evitar traslados al patio taller y la reposición de los mismos en caso de aumento de la oferta.
- El encierre de trenes averiados retirándolos del servicio sin tener que llegar a las cabeceras de línea, lo que repercutirá en una menor afectación al servicio.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

A.5.4. Estudio funcional de la superestructura de vía



- El adelantamiento de aquellos trenes que por alguna causa se necesite adelantar, retirando éstos momentáneamente hasta que pase el tren más rápido.
- Estacionar vehículos auxiliares, bien en el caso de que sea necesario dejarlos para una actuación en periodos fuera de servicio, o en casos de que hayan sido sacados en periodos de servicio, a causa de una suspensión, para el restablecimiento lo antes posible.

Con el análisis realizado, se ha validado la sostenibilidad de los elementos y solidez del esquema operacional propuesto.

3 TIEMPOS DE PARADA Y REVERSO DE LOS TRENES.

Para la determinación del tiempo de viaje, considerando el tiempo de viaje como el tiempo de vuelta completa, se ha partido de los tiempos de los gráficos de marcha obtenidos de las simulaciones cinemáticas realizadas, en las que se ha considerado:

- Características de la infraestructura. Ubicaciones de estaciones, Perfil de la línea (rampas, pendientes, curvas, etc.).
- Las características del material móvil previsto (características mecánicas, dimensiones, curvas de tracción/freno, etc.).
- Composición prevista de los trenes (6 o 7 coches).
- Influencia del sistema de señalización.
- Influencia del sistema de seguridad ferroviaria.
- Influencia del sistema de regulación de tráfico
- Demanda prevista.

Se ha considerado, de la misma manera que en el Contrato de Concesión del Concurso de Proyectos Integrales para la entrega en concesión del Proyecto línea 2 y Ramal Avda. Faucett – Avda. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao, un tiempo medio de parada en estaciones de 20 segundos, excepto en aquellas en que se prevé una alta concentración de usuarios entre los que esperan en los andenes y los que bajan de los trenes; en estas estaciones se ha considerado un tiempo de parada superior.

Asimismo, se ha tenido en cuenta el tiempo necesario para la inversión de marcha de los trenes en las dos cabeceras de línea, y también, en explotación por bucles, en las estaciones donde los trenes invierten el sentido de marcha. Dicho tiempo depende de si la maniobra de inversión se realiza saliendo directamente de la estación o si se lleva a cabo entrando al saco de maniobras, en cuyo caso se considera el tiempo del recorrido del tren, el movimiento de las agujas y el necesario para que los sistemas realicen la inversión de marcha y se confirme la seguridad de la maniobra.

Finalmente, debido a que la longitud media entre estaciones es superior a 1000 metros, y que los trenes circularán en conducción automática, sin conductor, se ha considerado un pequeño incremento de tiempo en el trayecto entre estaciones, debido a la aplicación de medidas de regulación del tráfico, bien sean introducidas por el sistema automático de regulación, o manuales por la actuación de los operadores del Puesto Central de Operaciones.

Con estas premisas, para las dos líneas se calcularon los tiempos de recorrido que se indican en el apartado **H.2 de esta Propuesta Técnica**, para los diversos tramos de línea que se operarán, incluyendo los bucles, y en las diferentes etapas de puesta en explotación.





APÉNDICE: SIMULACIONES CINEMÁTICAS

A continuación se resumen los resultados de las simulaciones cinemáticas realizadas que se detallan en el Apéndice 2 del punto H de la Propuesta Técnica.

Tren de seis coches L2 Etapa 1A

En las simulaciones realizadas, se ha asumido el tiempo de vuelta total como el tiempo requerido por el tren para salir de la estación de Mercado Santa Anita, recorrer la vía 1 hasta a la estación de Evitamiento y volver por la vía 2 al Mercado Santa Anita, en la misma vía de salida, considerándose la inversión frontal en las dos terminales (8,448 km de recorrido total).

- Tiempo de recorrido total sin estacionamientos (vía 1) = 308 s
- Tiempo de recorrido total sin estacionamientos (vía 2) = 309 s
- Tiempo total de estacionamientos (vía 1) = 112 s
- Tiempo total de estacionamientos (vía 2) = 112 s

Tiempo de vuelta total = 308 + 309 + 112 + 112 = 841 s

Por tanto, la velocidad de explotación media de la línea en la etapa 1A, incluyendo las paradas en todas las estaciones, cumple con lo requerido siendo de 36,16 km/h.

En todas la estaciones se ha cumplido con el intervalo requerido de 360 segundos (ver los detalles de simulación incluidos en el Documento H.2 apartado Apéndice 2.

Tren de seis coches L2 Etapa 1B

En las simulaciones realizadas, se ha asumido el tiempo de vuelta total como el tiempo requerido por el tren para salir de la estación terminal de Municipalidad de Ate, recorrer la vía 1 hasta a la estación de Plaza Bolognesi y volver por la vía 2 al terminal de Municipalidad de Ate, en la misma vía de salida, considerándose la inversión frontal en las dos terminales (30,789 km de recorrido total).

- Tiempo de recorrido total sin estacionamientos (vía 1) = 1138 s
- Tiempo de recorrido total sin estacionamientos (vía 2) = 1139 s
- Tiempo total de estacionamientos (vía 1) = 390 s
- Tiempo total de estacionamientos (vía 2) = 390 s

Tiempo de vuelta total = 1138 + 1139 + 390 + 390 = 3057 s

Por tanto, la velocidad de explotación media de la línea, incluyendo las paradas en todas las estaciones así como las vueltas en los terminales, cumple con lo requerido siendo de 36,26 km/h.

En todas las estaciones a lo largo de la vía, así como en las terminales, se ha cumplido con el intervalo de 180 segundos (ver los detalles de simulación incluidos en el Documento H Apéndice 2.

Tren de seis coches L2

En las simulaciones realizadas, se ha asumido el tiempo de vuelta total como el tiempo requerido por el tren para, saliendo desde el saco de la terminal de Municipalidad de Ate, recorrer las dos vías y volver al saco de la terminal de partida, en la misma vía de salida (53,384 km de recorrido total).

Por tanto, al cálculo de tiempo de vuelta total se ha añadido el tiempo de la vuelta en Puerto de Callao y en Municipalidad de Ate (1h45min de tiempo de recorrido).

A.5.4. Estudio funcional de la superestructura de vía

Tren de seis coches L4

En las simulaciones realizadas, se ha asumido el tiempo de vuelta total como el tiempo requerido por el tren para, saliendo desde el saco de la terminal de Gambetta, recorrer las dos vías y volver al saco de la terminal de partida, en la misma vía de salida (14,824 km de recorrido total).

Por tanto, al cálculo de tiempo de vuelta total se ha añadido el tiempo de la vuelta en Carmen de la Legua L4 y en Gambetta (24,75 min de tiempo de recorrido).


- Tiempo de recorrido total sin estacionamientos (vía 1) = 502,65
- Tiempo de recorrido total sin estacionamientos (vía 2) = 507,78
- Tiempo total de estacionamientos (vía 1) = 160 s
- Tiempo total de estacionamientos (vía 2) = 160 s
- Tiempo de vuelta en Gambetta = 75,8 s
- Tiempo de vuelta en Carmen de la Legua L4 = 74,85 s

Tiempo de vuelta total = 502,65 + 507,78 + 160 + 160 + 75,8 + 74,85 = 1481,08 s

Por tanto, la velocidad de explotación media de la línea, incluyendo las paradas en todas las estaciones así como las vueltas en los terminales, cumple con lo requerido siendo de 36,02 km/h.

En todas las estaciones a lo largo de la vía, así como en las terminales, se ha cumplido con el intervalo de 80 segundos (ver los detalles de simulación incluidos en el apartado Documento H.2 apartado Apéndice 2).

Por tanto, la simulación realizada permite establecer que el sistema CBTC y el material rodante propuesto son compatibles con los intervalos e la velocidad de explotación requeridos por Metro Lima para configuración de seis coches e carga CC1 y la topología de la línea 4.


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



A.5.4. Estudio funcional de la superestructura de vía

001916.1

- Tiempo de recorrido total sin estacionamientos (vía 1) = 1947,38 s
- Tiempo de recorrido total sin estacionamientos (vía 2) = 1941,03 s
- Tiempo total de estacionamientos (vía 1) = 600 s
- Tiempo total de estacionamientos (vía 2) = 600 s

Tiempo de vuelta en Puerto de Callao = 78,56 s

Tiempo de vuelta en Municipalidad de Ate = 77,87 s

Tiempo de vuelta total = 1947,38 + 1941,03 + 600 + 600 + 78,56 + 77,87 = 5244,84s

Por tanto, la velocidad de explotación media de la línea, incluyendo las paradas en todas las estaciones así como las vueltas en los terminales, cumple con lo requerido siendo de 36,64 km/h.

En todas la estaciones a lo largo de la vía, así como en las terminales, se ha cumplido con el intervalo de 80 segundos (ver los detalles de simulación incluidos en el Documento H.2 Apéndice 2

Por tanto, la simulación realizada permite establecer que el sistema CBTC y el material rodante propuesto son compatibles con los intervalos e la velocidad de explotación requeridos por Metro Lima para configuración de seis coches e carga CC1 y la topología de la línea 2.

Tren de siete coches L2

En las simulaciones realizadas, se ha asumido el tiempo de vuelta total como el tiempo requerido por el tren para, saliendo desde el saco de la terminal de Municipalidad de Ate, recorrer las dos vías y volver al saco de la terminal de partida, en la misma vía de salida (53,419 km de recorrido total).

Por tanto, al cálculo de tiempo de vuelta total se ha añadido el tiempo de la vuelta en Puerto de Callao y en Municipalidad de Ate (1h47min de tiempo de recorrido).


- Tiempo de recorrido total sin estacionamientos (vía 1) = 1984,5 s
- Tiempo de recorrido total sin estacionamientos (vía 2) = 1965,35 s
- Tiempo de estacionamientos (vía 1) = 600 s
- Tiempo de estacionamientos (vía 2) = 600 s
- Tiempo de vuelta en Puerto de Callao = 77,51 s
- Tiempo de vuelta en Municipalidad de Ate = 77,10 s

Tiempo total de vuelta = 1984,5 + 1965,35 + 600 + 600 + 77,51 + 77,10 = 5304,46 s

Por tanto, la velocidad de explotación media de la línea, incluyendo las paradas en todas las estaciones así como las vueltas en los terminales, cumple con lo requerido siendo de 36,25 km/h.

En todas la estaciones a lo largo de la vía, así como en las terminales, se ha cumplido con el intervalo de 80 segundos (ver los detalles de simulación incluidos en el Documento H Apéndice 2

Por tanto, la simulación realizada permite establecer que el sistema CBTC y el material rodante propuesto son compatibles con los intervalos e la velocidad de explotación requeridos por Metro Lima para configuración de siete coches e carga CC1 y la topología de la línea 2.


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUÁN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL





<p>A.5.5.</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>A) DISEÑO DE INGENIERÍA</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"

A.5.5 ESTUDIO DE RUIDO Y VIBRACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO BARRAL ESCOBAR
REPRESENTANTE LEGAL



ÍNDICE. MEMORIA DESCRIPTIVA

01918

1. ESTUDIO DE RUIDO Y VIBRACIONES EN FASE DE OPERACIÓN.....	3
1.1 Descripción General	3
1.2 PLANES DE CONTROL Y MITIGACIÓN.....	4
1.3 Tramificación por niveles de atenuación	5
2. ESTUDIO DE RUIDO Y VIBRACIONES EN FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	13
2.1 REQUISITOS LEGALES	13
2.2 PLANES DE CONTROL Y MITIGACIÓN.....	14
2.2.1 MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL PARA MINIMIZAR LA AFECCIÓN POR RUIDO Y VIBRACIONES.....	14
2.2.2 PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL DE RUIDO Y VIBRACIONES	15

APÉNDICE 1. ESTUDIO DE VIBRACIONES Y RUIDO SECUNDARIO


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 



1. ESTUDIO DE RUIDO Y VIBRACIONES EN FASE DE OPERACIÓN

001919

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

La ciudad de Lima, tiene un verdadero problema de ruido superando los límites que marca la normativa en algunas zonas y horarios. Las principales causas de contaminación son las llamadas fuentes móviles, es decir, las provocadas por el tránsito vehicular.

En la fase de funcionamiento se espera que los niveles actuales se vean disminuidos, una vez más debido a la reducción de tráfico vehicular, principal causante de esta molestia.

En la fase de explotación, las acciones que puedan tener una incidencia medioambiental son:

- Presencia del metro en la ciudad
- Pozos de ventilación en zona urbana
- Conservación y mantenimiento de las cocheras

En base a la revisión de la información disponible, principalmente la información urbanística existente y el "Estudio Previo de vibraciones y ruido secundario (inducido) para la "Construcción de la Línea 2 y ramal Av. Faucett-Gambetta de la red básica del Metro de Lima y Callao" en el que se analizaron los niveles de vibraciones y ruido esperados considerando el material rodante, información geotécnica, el diseño de la vía, la frecuencia de los trenes, etc., se recurrió a información gráfica analizando el trazado y edificaciones circundantes en un montaje del trazado de las líneas 2 y 4 con las fotos aéreas, a la par del empleo de Street View y el reportaje fotográfico. Se adoptó como **criterio para la consideración de posibles edificaciones afectadas**, el mismo criterio adoptado en el estudio previo, es decir, edificaciones de más de 8 metros de altura (4 plantas), colegios, hospitales, parroquias e iglesias, edificaciones singulares como museos, edificaciones históricas, etc.

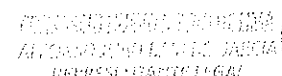
Luego de un primer recorrido de las trazas y en vista a las probables edificaciones afectadas, **se decidió adoptar un criterio más conservador que en el estudio basado en un criterio de distancia de la vía a dichas edificaciones**, con el fin de definir las zonas en que era necesario la ejecución de medidas de atenuación, para lo que se definieron dos niveles de atenuación:

- **Sujeción DFF/ADH** (primer nivel de atenuación): Para zonas con edificaciones dentro de un campo de entre 10 y 15 m a la vía.
- **Sujeción DFF/ADH + manta elastomérica** (segundo nivel de atenuación): Para zonas con edificaciones dentro de una distancia menor a 10 m a la vía.

La manta prevista es una tipo SYLOMER o similar, que es un material de gran elasticidad con gran capacidad de aislar ruidos y vibraciones.

Las características principales del material son:

- o Estructura celular mixta.
- o Cargas estáticas de uso de $0,011 \text{ N/mm}^2$ a $1,2 \text{ N/mm}^2$.
- o Cargas máximas de hasta $6,0 \text{ N/mm}^2$.
- o Baja dependencia de la amplitud de la onda perturbadora.
- o Comportamiento a largo plazo asegurado.
- o Resistencia a la fatiga.


 REVISADO POR LA FISCALIA
 DE PROMOCIÓN AL COMERCIO Y LA INVERSIÓN
 DEPARTAMENTO LEGAL

- o Amplia gama de productos, 10 tipos estándar, que cubren las necesidades de los posibles cálculos.

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

En el resto de la vía y siendo que ya es un nivel de atenuación suficiente, se emplearán sujeciones del tipo DFF/T ya que es de por sí un sistema eficaz para la absorción de vibraciones, se ha considerado el uso de esta fijación como la situación de no atenuación.

Además, hubo que considerar que tanto los **cambiavías como las estaciones siempre debían estar en zona adherizada** y posteriormente, se estableció también que en **todas las curvas del trazado, también se aplicaría placa adherizada**.

Aplicando todos éstos criterios, se obtuvo la medición siguiente para cada nivel de atenuación y etapa:

	PLACA CON SUJECIÓN DFF/ADH (Ud)	PLACA CON SUJECIÓN DFF/T (Ud)	MANTA ELASTOMÉRICA (m)
ETAPA 2	55.619,00	38.388,00	12.550,59
ETAPA 1A	11.778,00	10.252,00	765,96
ETAPA 1B	42.371,00	16.132,00	16.003,51

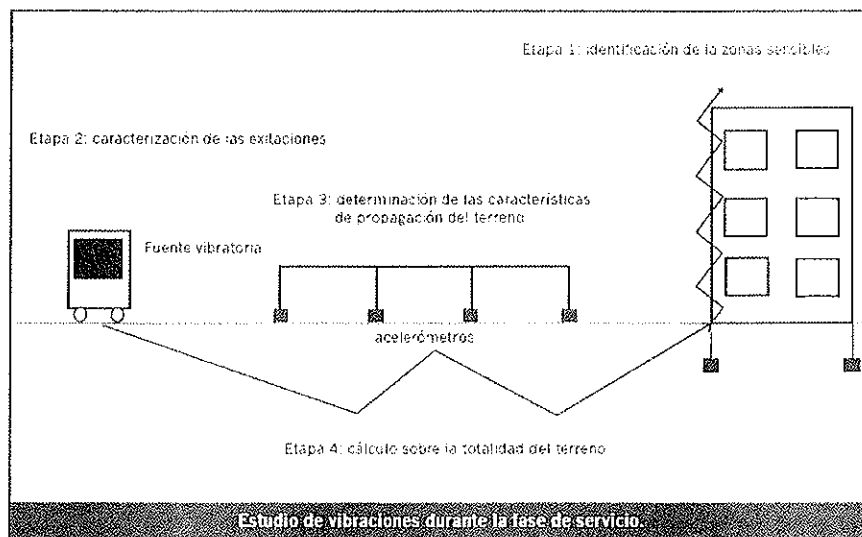
1.2 PLANES DE CONTROL Y MITIGACIÓN.

De acuerdo con el Estudio realizado, en el caso de vía en placa se pueden mitigar los ruidos y vibraciones producidos por el paso del metro mediante fijaciones elásticas de los rieles, traviesas embutidas en caucho o placas flotantes. Se han adoptado las sujeciones **DFF/T, DFF/ADH y DFF/ADH + manta elastomérica, por tratarse de sujeciones que permiten mayor horas de servicio con menor de mantenimiento, fácilmente transportables y montables durante el tiempo de descanso del servicio, añadiendo una alta atenuación de las vibraciones y la protección anticorrosión que presenta el adherizado con caucho.**

Durante la fase de explotación, se propone realizar mediciones de nivel sonoro y vibratorio, medido en dB(A) y en K (índice de percepción vibratoria), en puntos urbanos representativos mediante sonómetros. La frecuencia de la toma de datos será mensual durante un periodo de tiempo a determinar que puede ser de dos años.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO PARRILLAS MARTÍN
PRESIDENTE LEGAL

001921



1.3 TRAMIFICACIÓN POR NIVELES DE ATENUACIÓN

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

PLACA ADHERIZADA CON FIJACIÓN DFF/ADH

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

ETAPA	LÍNEA 2 UBICACIÓN	LONGITUD
ETAPA 2	PK 0+121,000 - 0+687,909	566,909
	CURVA R>400 (0+904,830 - 1+073,351)	168,521
	PK 1+073,351 - 1+273,456	200,105
	CURVA R<400 (1+273,456 - 1+488,064)	214,608
	P.K. 1+488,064 - 1+671,524	183,460
	CURVA R>400 (1+671,524 - 1+825,097)	153,573
	P.K. 1+825,097 - 2+425,000	599,903
	P.K. 2+557,628 - 2+660,057	102,429
	P.K. 2+985,997 - 3+142,827	156,830
	P.K. 3+982,903 - 4+139,733	156,830
	CURVA R>400	119,700



001922

ETAPA	LÍNEA 2 UBICACIÓN	LONGITUD
	(4+442,060 - 4+561,760)	
	P.K. 4+739,003 - 5+031,571	292,568
	P.K. 5+031,571 - 5+128,871	97,300
	CURVA R>400	
	(5+128,871 - 5+305,909)	177,038
	P.K. 5+461,79 - 5+575,000	113,210
	P.K. 5+700,000 - 5+933,400	233,400
	P.K. 5+933,400 - 6+085,220	151,820
	CURVA R<400	
	('P.K. 6+158,020 - 6+369,688)	211,668
	P.K. 6+369,688 - 6+550,000	180,312
	P.K. 6+550,000 - 6+625,718	75,718
	CURVA R< 400	
	('P.K. 6+625,718 - 6+785,341)	159,623
	P.K. 6+785,341 - 7+074,869	289,528
	CURVA R<400	
	'P.K. 7+074,869 - 7+237,947	163,078
	P.K. 7+237,947 - 7+327,947	90,000
	CURVA R<400	
	(7+327,947 - 7+650,000)	322,053
	CURVA R<400	
	(7+650,000 - 7+713,336)	63,336
	P.K. 7+713,336 - 8+017,365	304,029
	P.K. 8+275,000 - 8+327,032	52,032
	CURVA R>400	
	(8+327,032 - 8+438,177)	111,145
	P.K. 8+632,860 - 8+787,090	154,230
	CURVA R>400	
	(8+942,165 - 9+062,764)	120,599
	CURVA R>400	
	(9+188,088 - 9+311,569)	123,481
	P.K. 9+502,784 - 9+659,014	156,230
	CURVA R<400	
	(9+921,784 - 9+968,200)	46,416
	P.K. 10+075,000 - 10+492,676	417,676

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AL SEÑOR PRESIDENTE DEL COMITÉ
 ADMINISTRATIVO

ETAPA	LÍNEA 2 UBICACIÓN	LONGITUD	001923
	P.K. 10+492,676 - 10+964,284	471,628	
	P.K. 10+964,284 - 11+277,420	313,136	
	P.K. 11+277,420 - 11+638,124	360,704	
	CURVA R<400 (11+638,124 - 11+733,893)	95,769	
	P.K. 11+950,000 - 12+178,647	228,647	
	CURVA R<400 (12+178,647 - 12+459,304)	280,657	
	CURVA R<400 (P.K. 12+635,613 - 12+933,715)	298,102	
	P.K. 12+933,715 - 13+318,270	384,555	
	P.K. 13+318,270 - 13+474,716	156,446	
	CURVA R>400 (13+474,716 - 13+598,242)	123,524	
	P.K. 13+598,242 - 14+098,220	499,978	
	P.K. 14+224,569 - 14+319,526	94,963	
	P.K. 14+475,000 - 14+552,069	77,069	
	CURVA R>400 (14+552,069 - 14+647,032)	94,963	
ETAPA 1 B (1º PARTE)	P.K. 14+647,032 - 14+944,413	297,381	
	P.K. 14+944,413 - 15+400,000	455,587	
	CURVA R<400 (15+524,577 - 15+693,445)	168,868	
	P.K. 15+739,630 - 15+893,864	154,234	
	CURVA R<400 (15+947,988 - 15+996,777)	48,789	
	P.K. 15+996,777 - 16+100,000	103,223	
	CURVA R>400 (P.K. 16+219,882 - 16+482,230)	262,348	
	P.K. 16+592,666 - 16+876,884	283,996	
	CURVA R>400 (16+876,884 - 17+018,265)	141,381	
	P.K. 17+421,152 - 17+632,000	210,848	
	CURVA R>400 (17+632,000 - 17+747,349)	115,349	



001924

ETAPA	LÍNEA 2 UBICACIÓN	LONGITUD
	P.K. 17+803,315 - 18+100,000	296,686
	P.K. 18+100,000 - 18+356,054	256,054
	CURVA R>400 (18+356,054 - 18+433,015)	76,961
	P.K. 18+433,015 - 18,873,100	440,085
	CURVA R>400 (18+873,100 - 18+954,001)	80,901
	P.K. 18+954,001 - 19+064,497	110,496
	CURVA >400 (P.K. 19+064,497 - 19+181,512)	117,015
	P.K. 19+181,512 - 19+318,340	136,828
	P.K. 19+318,340 - 19+608,299	289,959
	CURVA >400 (P.K. 19+608,299 - 19+743,501)	135,202
	CURVA R>400 (19+976,529 - 20+156,477)	179,948
	P.K. 20+267,645 - 20+643,369	375,724
	CURVA R>400 (20+779,087 - 20+891,162)	112,075
	CURVA R>400 (21+137,120 - 21+233,889)	96,769
ETAPA 1A	P.K. 21+422,090 - 21+576,320	154,230
	CURVA R>400 (21+785,127 - 21+992,259)	207,132
	CURVA R>400 (22+255,600 - 22+422,891)	167,514
	P.K. 22+554,255 - 22+650,000	95,745
	P.K. 22+650,000 - 22+820,130	170,130
	P.K. 23+127,684 - 23+214,879	87,195
	P.K. 23+340,248 - 23+381,842	41,594
	P.K. 23+455,360 - 23+609,290	153,930
	P.K. 23+708,398 - 23+781,341	72,943
ETAPA 1 B (2º PARTE)	CURVA R>400 (23+781,341 - 24+045,300)	263,959
	P.K. 24+045,300 - 24+171,854	126,554




001925

ETAPA	LÍNEA 2 UBICACIÓN	LONGITUD
	P.K. 24+366,823 - 24+634,005	267,182
	P.K. 25+375,000 - 25+734,132	359,132
	CURVA R>400 (25+943,044 - 26+148,495)	205,451
	P.K. 26+241,565 - 26+328,760	87,195
	CURVA R<400 (26+439,538 - 26+486,345)	46,807
	P.K. 26+486,345 - 26+686,417	200,072
	P.K. 26+686,417 - 26+817,949	131,532
	P.K. 26+817,949 - 26+992,780	174,831

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

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


 CONSORSIO NUEVO METRO DE LIMA
 AL SECTOR PRIVADO S.A.S.
 REPRESENTANTE LOCAL

ETAPA	LÍNEA 4 UBICACIÓN	LONGITUD	001926
	P.K. 5+262,579 - 5+420,000	157,421	
	CURVA R>400 (5+420,000 - 5+606,986)	186,986	
	CURVA R>400 (5+749,300 - 5+922,151)	172,851	
	CURVA R>400 (6+128,572 - 6+204,370)	75,798	
	P.K. 6+300,000 - 6+456,670	156,670	
	CURVA R>400 (6+602,767 - 6+852,827)	250,060	
	P.K. 6+852,827 - 7+627,694	774,867	

PLACA CON FIJACIÓN DFF/T y clips dsa

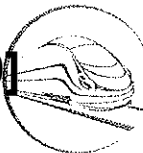
En la línea 2 de metro, se ha previsto la instalación de placa con fijación DFF/T según se detalla en el cuadro siguiente:

ETAPA	LÍNEA 2 UBICACIÓN	LONGITUD
	P.K. 0+687,909 - 0+904,830	216,921
	P.K. 2+425,000 - 2+557,628	132,628
	P.K.2+660,057-2+985,997	325,940
	P.K.3+142,827- 3+982,903	840,076
	P.K.4+139,733 - 4+442,060	302,327
	P.K.4+561,760 - 4+739,003	177,243
	P.K.5+305,909 - 5+461,79	155,881
ETAPA 2	P.K.5+575,000 - 5+700,000	125,000
	P.K.6+085,220 - 6+158,020	72,800
	P.K.8+017,365- 8+275,000	257,635
	P.K.8+438,177 - 8+632,860	194,683
	P.K.8+787,090 - 8+942,165	155,075
	P.K.9+062,764 - 9+188,088	125,324
	P.K.9+311,569 - 9+502,784	191,215
	P.K.9+659,014 - 9+921,784	262,770

001927

ETAPA	LÍNEA 2 UBICACIÓN	LONGITUD
ETAPA 1 B (1º PARTE)	P.K.9+968,200 - 10+075,000	106,800
	P.K.11+733,893 - 11+950,000	216,107
	P.K.12+459,304 - 12+635,613	176,308
	P.K.14+098,220 - 14+224,563	126,343
	P.K.14+319,526 - 14+475,000	155,474
	P.K.15+400,000 - 15+524,577	124,577
	P.K.15+693,445 - 15+739,630	46,185
	P.K.15+893,864 - 15+947,988	54,124
	P.K.16+100,000 - 16+219,882	119,882
	P.K.16+482,230 - 16+592,666	110,436
	P.K.17+018,265 - 17+421,152	402,887
	P.K.17+747,349 - 17+803,315	55,966
	P.K.19+743,501 - 19+976,529)	233,028
	P.K.20+156,477 - 20+267,645)	111,168
ETAPA 1A	P.K.20+643,369 - 20+779,087	135,718
	P.K.20+891,162 - 21+137,120)	245,958
	P.K.21+233,889 - 21+422,090	188,201
	P.K.21+576,320 - 21+785,127	208,807
	P.K.21+992,259 - 22+255,600)	263,341
	P.K.22+422,891 - 22+554,255)	131,364
	P.K.22+820,130 - 23+127,684	307,554
	P.K. 23+214,879 - 23+340,248	125,369
	P.K. 23+381,842 - 23+455,360	73,518
	P.K.23+609,290 - 23+708,398	99,108
ETAPA 1B (2º PARTE)	P.K.24+171,854 - 24+366,823	194,969
	P.K.24+634,005 - 25+375,000)	740,995
	P.K.25+734,132 - 25+943,044	208,912
	P.K.26+148,495 - 26+241,565	93,070
	P.K.26+328,760 - 26+439,538	110,778

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



001928

ETAPA	LÍNEA 4	
	UBICACIÓN	LONGITUD
	P.K. 0+163,109 - 0+233,609	70,500
	P.K. 0+684,985 - 1+057,900	372,915
	P.K. 1+244,093 - 1+323,600	79,507
	P.K. 1+481,030 - 2+129,202	648,172
	P.K. 2+216,398-2+309,202	92,804
	P.K. 2+350,796 - 2+449,107	98,311
	P.K. 2+605,937 - 2+699,204	93,267
	P.K. 2+740,798-2+800,202	59,404
	P.K. 2+887,398 - 3+004,070	116,672
ETAPA 2	P.K. 3+213,489 - 3+482,880	269,391
	P.K. 3+741,831 - 3+863,737	122,038
	P.K. 3+941,831 - 4+059,202	117,371
	P.K. 4+497,570-5+105,329	607,759
	P.K. 5+214,704 - 5+262,579	47,875
	P.K. 5+606,986-5+749,300	142,314
	P.K. 5+922,151 - 6+128,572	206,062
	P.K. 6+204,370 - 6+300,000	95,630
	P.K. 6+456,670 - 6+602,767	146,097
	P.K. 0+163,109 - 0+233,609	70,500

MANTA ELASTOMÉRICA

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

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

ETAPA	UBICACIÓN	LONGITUD
	PK 1+073,351 - 1+273,456	200,105
	CURVA R<400	
ETAPA 2	(1+273,456 - 1+488,064)	214,608
	P.K. 1+488,064 - 1+671,524	183,460
	P.K. 5+031,571- 5+128,871	97,300

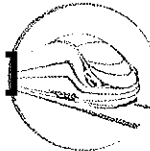
ETAPA	UBICACIÓN	LONGITUD	001929
	CURVA R<400		
	('P.K. 6+158,020 - 6+369,688)	211,668	
	P.K. 6+369,688 - 6+550,000	180,312	
	CURVA R<400		
	'P.K. 7+074,869 - 7+237,947	163,078	
	P.K. 7+237,947 - 7+327,947	90,000	
	CURVA R<400		
	(7+327,947 - 7+650,000)	322,053	
	P.K. 11+950,000 - 12+178,647	228,647	
	CURVA R<400		
	('P.K. 12+635,613 - 12+933,715)	298,102	
	P.K. 12+933,715 - 13+318,270	384,555	
1 B	P.K. 14+944,413 - 15+400,000	455,587	
(1º PARTE)	P.K. 18+100,000 - 18+356,054	256,054	
	CURVA R>400		
	(18+356,054 - 18+433,015)	76,961	
	CURVA R>400		
	(18+873,100 - 18+954,001)	80,901	
1A	P.K. 22+554,255 - 22+650,000	95,745	
	CURVA R<400		
1 B	(26+439,538 - 26+486,345	46,807	
(2º PARTE)	P.K.26+486,345 - 26+686,417	200,072	
	P.K. 26+817,949 - 26+992,780	174,831	

2. ESTUDIO DE RUIDO Y VIBRACIONES EN FASE DE CONSTRUCCIÓN

2.1 REQUISITOS LEGALES

El control de ruido y las vibraciones se contempla en diversas normas legales peruanas, así, en la **Ley General del Ambiente, Ley N° 28611**. Artículo 115° se establece que los gobiernos locales son responsables de normar y controlar los ruidos y vibraciones originados por las actividades domésticas y comerciales, así como por las fuentes móviles, debiendo establecer la normativa respectiva sobre la base de los estándares de calidad ambiental y de los límites máximos permisibles.

Por su parte la **Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N° 27972**, Numeral 3.4 del Artículo 80° establece que las municipalidades distritales tienen funciones específicas y exclusivas para Fiscalizar y realizar labores de control respecto de la emisión de ruidos y demás elementos contaminantes del ambiente.



El **Decreto Supremo N° 085-2003-PCM**, aprueba el Reglamento de **Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido** y los lineamientos para no excederlos; tomando en cuenta el nivel de presión sonora, las zonas de aplicación y horarios contemplados, siendo éstos:

001930

ZONA DE APLICACIÓN	ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO VALORES EXPRESADOS EN	
	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

El control de los ruidos en las provincias de Lima y Callao donde se desarrollarán las obras del metro, se encuentra regulado por la **Ordenanza N° 015-MML por la que la Municipalidad Metropolitana de Lima**, que regula para la provincia de Lima, la supresión y limitación de Ruidos Nocivos y Molestos sancionando la vulneración de este marco normativo y por la **Ordenanza Municipal N° 000036** de prevención y control de ruido de la Municipalidad Provincial del Callao

Durante las obras se efectuarán, pues, los controles que establecen las citadas ordenanzas, entendiéndose como:

- ❖ **RUIDOS NOCIVOS:** aquellos que excedan los siguientes niveles:
 - En Zonificación Residencial: 80 decibeles
 - En Zonificación Comercial: 85 decibeles
 - En Zonificación Industrial: 90 decibeles
- ❖ **RUIDOS MOLESTOS:** Los producidos en la vía pública, viviendas, establecimientos industriales y/o comerciales y en general en cualquier lugar público o privado que exceda los siguientes niveles, sin alcanzar, los señalados como ruidos nocivos.

En Zonificación Residencial En	60 decibeles	50 decibeles
Zonificación Comercial En	70 decibeles	60 decibeles
Zonificación Industrial	80 decibeles	70 decibeles

2.2 PLANES DE CONTROL Y MITIGACIÓN.

2.2.1 MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL PARA MINIMIZAR LA AFECCIÓN POR RUIDO Y VIBRACIONES

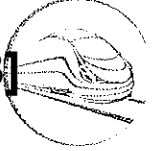
En cumplimiento de la **Ley General del Ambiente (N° 28611)**, así como del **Decreto Supremo N° 085-2003-PCM** que aprobó el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, será objetivo de El Consorcio, reducir al mínimo posible las emisiones de ondas sonoras en difusión procedentes de las obras. Estas son las acciones que proponemos para este logro:

ORGANISMO REGULADOR
 ALFONSO JIMÉNEZ ESCOBAR
 REPRESENTANTE LOCAL

001931

- Se dotará en todo momento para los trabajadores de la propia obra, de los equipos de protección adecuados y se llevará a cabo el control de todos los accesos y puntos de comunicación de la obra con el exterior para limitar la salida de ruidos molestos.
- Mediante la JORNADA DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL, que se impartirá a los operarios al inicio de la obra, (así como de forma individual cuando se incorpore un nuevo trabajador a la misma) se tratará de SENSIBILIZAR A TRABAJADORES Y OPERARIOS para que ejerzan el máximo control posible sobre la emisión de ruidos a la hora de manejar maquinaria y equipos, adecuando la potencia exigida a los motores al trabajo que en cada momento estén realizando.
- Se SUSTITUIRÁN los CONTENEDORES METÁLICOS para el transporte de materiales o escombros, POR otros PLÁSTICOS o fabricados con MATERIALES TEXTILES.
- Se llevará a cabo la REVISIÓN antes de la recepción en obra y periódicamente durante la misma de toda la MAQUINARIA Y VEHÍCULOS, atendiendo al correcto reglaje de los motores, silenciadores, etc.
- Se instalarán DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN SONORA en los elementos más ruidosos (tolvas de descarga, unidades dosificadoras, etc) de las instalaciones de faenas.
- Se EVITARÁ en la medida de lo posible la REALIZACIÓN SIMULTÁNEA de dos o más ACTUACIONES especialmente RUIDOSAS.
- Los vehículos que transiten por el área de influencia del proyecto tendrán PROHIBIDO accionar el CLAXÓN, SIRENAS y realizar otros RUIDOS MOLESTOS, siempre y cuando no contravengan la seguridad de la obra.
- Se seleccionará para cada actuación la maquinaria con la potencia adecuada, evitando unidades de mayor capacidad de trabajo de la necesaria y que incrementen los niveles de ruidos sin contrapartida en el rendimiento general de la obra.
- El taller para el mantenimiento de vehículos y maquinaria se ubicará en un lugar especialmente adecuado para la minimización de las emisiones sonoras, dotándolo de las medidas constructivas para tal fin.
- Para valorar la efectividad de las medidas se efectuarán MEDICIONES PERIÓDICAS de los NIVELES SONOROS en las zonas habitadas más próximas a las fuentes generadoras de ruido según el siguiente Plan de monitoreo.

2.2.2 PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL DE RUIDO Y VIBRACIONES



Objetivos: El objetivo del programa de monitoreo será proporcionar información que asegure que los impactos pronosticados para las actividades del Proyecto se encuentren dentro de los límites aceptables ambientales y de la ingeniería. Para ello, se tomarán en consideración los estándares nacionales e internacionales, (ECA Ruido).

Actuaciones: Se procederá a zonificar el territorio de influencia del proyecto con objeto de verificar los estándares de calidad ambiental para ruido en función de las zonas de aplicación.

Periodo de monitoreo: El tiempo de medición cubrirá las variaciones significativas de las fuentes generadoras de las obras (montaje y desmontaje de tuneladoras, apertura de trincheras y excavaciones en estaciones, zonas de tratamiento de escombros y fabricación de morteros, etc...) tanto de forma diaria como durante el transcurso de las obras, así mismo se elegirán los intervalos de medición más representativos en función del funcionamiento de la maquinaria y equipos, especialmente en los patios taller de Santa Anita y Bocanegra. Se hará coincidir el periodo de medición con el periodo de generación del ruido representativo.

Establecimiento de Línea Base: Con carácter previo al inicio de las obras se realizarán mediciones en los puntos previamente identificados con objeto de establecer la Línea Base o pre-operacional del proyecto. Dichas mediciones se llevarán a cabo dentro del horario en que se realizarían las labores de construcción y operación de la línea de metro, y además tomando en cuenta el horario de mayor intensidad de ruido en el entorno. Para ello se consultará los Planes de Ordenamiento Territorial de Lima y Callao con la finalidad de identificar las zonas donde se ubiquen las fuentes fijas zonales o de área, así como las fuentes móviles lineales correspondientes a las carreteras y avenidas bajo las que se desarrollarán las obras. Asimismo, se consultarán los estudios efectuados en dichas zonas por el OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental), cuyo título es: "EVALUACIÓN RÁPIDA DEL NIVEL DE RUIDO AMBIENTAL EN LAS CIUDADES DE LIMA, CALLAO, MAYNAS, CORONEL PORTILLO, HUANCAYO, HUÁNUCO, CUSCO Y TACNA", que se llevó a cabo durante los meses de abril a diciembre del año 2010.

Equipos: Las mediciones de ruido se llevarán a cabo según establece el artículo 9 de la **ORDENANZA 015-MLM** y la disposición Tercera de la **ORDENANZA 000036** mediante sonómetro que llevará integrada la ponderación DAD y por lo menos las formas o modos denominados Fasto o Slow que permiten la medición y ponderación de ruidos muy variables u oscilantes. Se usarán sonómetros que cuenten con las formas denominados impulso y Log, o similares.



[Handwritten signature]

El Consorcio, designará para tal labor a un técnico operador de monitoreo con demostrada experiencia en el manejo de sonómetros.

Al margen de la propia calibración de laboratorio acorde con la norma internacional IEC 60942 (1988), los equipos serán calibrados antes y después de cada serie de mediciones verificando la calibración del sistema completo empleando un calibrador acústico clase 1 o clase 2, acorde a IEC 60942:2003. En el caso de que se realcen mediciones por periodos superiores a 12 horas, serán calibrados al menos 1 ó 2 veces en el día. 001933

Establecimiento y ubicación de los puntos de monitoreo: Los puntos de monitoreo se ubicarán en aquellas áreas representativas de acuerdo a la ubicación de las fuentes generadoras de ruido (zonas de excavación en estaciones, patio de maniobras y talleres de operación, etc.) y en donde dichas fuentes generen mayor incidencia en el ambiente exterior. Se establecen las siguientes áreas representativas:

- **Patios – taller (Mercado de Santa Anita y estación Bocanegra).**

Se establecerán, al menos cinco puntos de medición ubicados estratégicamente en el perímetro de cada uno de los dos patios previstos teniendo en cuenta aquellas áreas donde se desarrollen las actividades de mayor impacto sonoro, siendo estas:

- Área de fabricación de morteros y acopio de áridos.
- Área de tratamiento de escombros extraídos por la excavación de la(s) tunelera(s).
- Área de almacenamiento y taller adicional.
- Área de Instalaciones industriales (Planta de depuración de aguas, estación de bombeo, depósitos de agua industrial, laboratorio, tratamiento de residuos e hidrocarburos, etc).

- **Colas de maniobra y zonas de montaje y desmontaje de tuneleras.**

Se ubicarán al menos cinco puntos de medición en las zonas de maniobra donde está previsto el montaje y demontaje de equipos y maquinarias de excavación.

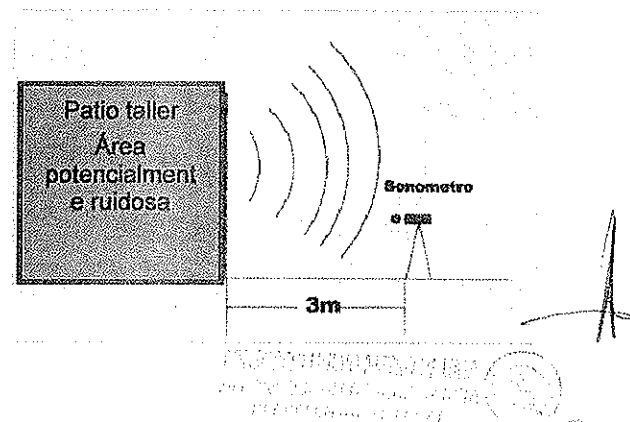
- **Zonas de implantación de estaciones:**

Se ubicarán al menos dos puntos de monitoreo junto a las obras de superficie donde se prevé la excavación de cada una de las 27 estaciones previstas.

Asimismo, se identificarán aquellas áreas receptoras más susceptibles que se ubiquen en el entorno del trayecto de las líneas o cercanas a los patios tales como hospitales, establecimientos de salud en general, asilos, orfanatos, centros educativos, etc., estableciendo, en caso necesario, puntos de monitoreo adicionales.

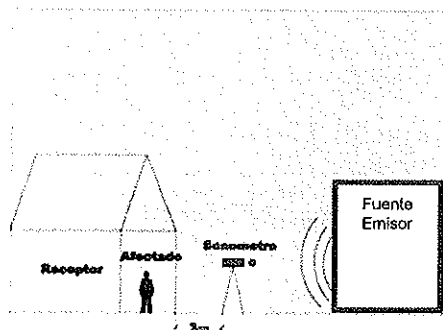
Se realizarán dos tipos de mediciones:

- Mediciones para evaluar la emisión de la fuente sonora hacia el exterior (actividad constructiva, equipo o maquinaria que este emitiendo ruido). En estos casos los puntos se ubicarán a una distancia mínima de 3 metros del lindero que la contenga, siempre que no existan superficies reflectantes en dicha distancia.



- Mediciones de ruido donde se identifiquen agentes directamente afectados (Viviendas, edificaciones, Hospital Jorge Voto Bernales, etc.), el punto de monitoreo se ubicará a máximo 3 metros del lindero del predio del receptor afectado.

La instalación de los equipos se realizará según establece el **Protocolo Nacional de Monitoreo de ruido ambiental del Ministerio de Medio Ambiente de Perú AMC N° 031-2011-MINAM/OGA**, o en su caso como dispongan las ordenanzas de las municipalidades.



- Se realizarán como mínimo 10 mediciones de un (01) minuto cada una por cada punto de monitoreo, considerando el periodo de monitoreo definido en el diseño del Plan de Monitoreo, que coincidirá con las franjas horarias de mayor actividad constructiva con impacto sonoro.
- Para cada medición se aportarán los Valores relativos al L_{max} , el L_{min} y el L_{AeqT} asociados a cada tiempo de medición.

Debido al alto tráfico vehicular en la zona de proyecto se realizará la correspondiente corrección de datos debida al ruido residual. Asimismo se tendrán en cuenta las condiciones climáticas tales como (*velocidad y dirección de viento, humedad relativa, etc.*).

El técnico de El Consorcio encargado elaborará un informe de medición o reporte de medición aportando por cada punto de monitoreo realizado, la siguiente información:

- Ubicación exacta del punto de monitoreo.
- Zonificación de dicho punto de acuerdo al ECA.
- Descripción del entorno ambiental.
- Tipo de fuente generadora del ruido y descripción de la misma.
- Croquis de ubicación de la fuente y del punto de monitoreo: deberá señalarse las distancias entre los puntos de medición y entre éstos y otras superficies,
- Señalar las características del ruido de fondo trascendentes.
- Identificación de otras fuentes emisoras de ruido que influyan en la medición. Especificando su origen y características.
- Valores de ruido obtenidos.
- Hora y fecha de la medición.

- Datos del sonómetro utilizado: Clase, marca y modelo; número de serie ~~04~~ 1935 equipo y micrófono, certificado de homologación, fecha y lugar de calibración.
- Nombre completo y firma del personal técnico que realizó la medición.
- Dictamen de cumplimiento o no con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos.

El resultado de una medición puntual será “conforme” cuando el valor de LAeqT registrado según el período (diurno o nocturno) y zona de sensibilidad acústica en que se encuentre el punto de medición, no supere el máximo establecido en la norma de referencia (ECA ruido).

Una vez obtenida esta información, se analizarán los resultados mediante métodos estadísticos o geográficos, de manera que se pueda verificar y controlar las medidas establecidas o en su caso establecer medidas adicionales para mitigar los impactos.

Si se detectasen valores por encima de los establecidos en las ordenanzas, si como los ECA de ruido se redactará un **Plan de ruidos y vibraciones** adaptado a las incidencias observadas, procediendo a la revisión de los silenciadores de la maquinaria, sí como a la instalación de paneles o barreras acústicas o fonoabsorbentes en el entorno de aquellas actividades que sea viable aislar acústicamente.

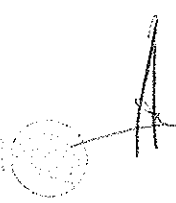
CI. CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AV. GAMBETTA 1000 - LIMA
REPUBLICA PERUANA


A.5.5. Nº DOCUMENTO	A) DISEÑO DE INGENIERÍA TIPO DE DOCUMENTO
----------------------------	--

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

A.5.5. ESTUDIO DE RUIDO Y VIBRACIONES APÉNDICE 1. ESTUDIO DE VIBRACIONES Y RUIDO SECUNDARIO

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

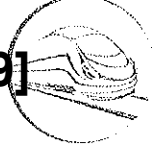


001937

A.5.5. Nº DOCUMENTO	A) DISEÑO DE INGENIERÍA TIPO DE DOCUMENTO
----------------------------	--

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

A.5.5. ESTUDIO DE RUIDO Y VIBRACIONES APÉNDICE 1. ESTUDIO DE VIBRACIONES Y RUIDO SECUNDARIO



001938

ÍNDICE

0 Introducción 3

1 Descripción y propuesta de los niveles límites 5

 1.1 **Introducción** 5

 1.2 **Vibraciones** 5

 1.2.1 **Nivel internacional** 6

 1.2.2 **Nivel local** 17

 1.3 **Ruido transmitido por suelo (ruido inducido o ruido secundario)** 18

 1.4 **Conclusión** 20

2 Análisis de los parámetros principales del proyecto 22

 2.1 **MATERIAL RODANTE** 22

 2.2 **INFORMACIÓN GEOTÉCNICA** 22

 2.3 **DATOS DE OPERACIÓN** 24

 2.3.1 **Frecuencia** 24

 2.3.2 **Características de la velocidad** 25

 2.4 **REQUERIMIENTOS DE LA ESTRUCTURA DISEÑADA** 26

 2.4.1 **Sección tipo en TBM** 26

 2.4.2 **Sección tipo caverna tradicional** 27

3 Metodología 30

 3.1 **Estudio previo** 30

 3.2 **Estudio detallado** 31

 3.2.1 **Introducción** 31

 3.2.2 **Mediciones de niveles de vibración pre-existentes** 31

 3.2.3 **Estudio de control de vibraciones** 31

 3.2.4 **Definición de las medidas de mitigación** 34

 3.2.5 **Validación de las medidas de mitigación** 34

 3.2.6 **Mediciones de control durante la primera operación del metro** 34

 3.2.7 **Medios materiales** 34

 3.2.8 **Propuestas de los puntos de medición para la validación del modelo** 41

4 Análisis y descripción de las medidas correctoras 44

 4.1 **Introducción** 44

 4.2 **Aislamiento en la fuente** 44

 4.2.1 **Alineación de la rueda** 44

 4.2.2 **Prevención de las irregularidades en la superficie de la rueda** 44

 4.2.3 **Detección de irregularidades en la superficie de la rueda** 45

 4.2.4 **Amolado del carril** 45

 4.2.5 **Soldadura y alineación del carril** 45

 4.2.6 **Reducción de la velocidad del tren** 45

 4.2.7 **Reubicación de cambios de vía completos** 45

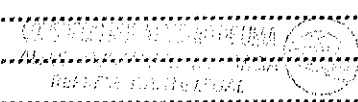
 4.3 **Aislamiento durante la propagación** 46

 4.3.1 **Medidas para vías con balasto** 46

 4.3.2 **Mayor altura del balasto** 46


 4.3.3 **Mantas bajo balasto** 46

 4.3.4 **Medidas para vías en placa** 49



A
 10

	001939	
4.3.5 Zanjias		54
4.4 Aislamiento en el receptor		54
5 Estimación previa de las medidas correctoras		57
6 Conclusión		59
Anexo A - Características de la velocidad reales		63
Anexo B – L2 – Zonas de Mitigación		70

CONSORCIO [2290] NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
REDA Y SERVICIO INTEGRAL 



0 INTRODUCCIÓN

001940

EUROESTUDIOS (www.euoestudios.es) y D2S International (www.d2sint.com) se pusieron en contacto para que D2S en su calidad de asesores sobre ruido y vibraciones con experiencia internacional realizara los estudios de vibraciones y el ruido inducido para el contrato de la Construcción de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett-Gambeta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao.

La Línea 2 del Metro de Lima y Callao que conecta los distritos del Este de Lima (Ate, Santa Anita) con los del centro de Lima y Callao (eje Este-Oeste), sirve de complemento y se integra a la Línea 1 del Metro de Lima (Villa El Salvador - San Juan de Lurigancho) y Línea 1 del Metropolitano (Chorrillos - Independencia) que tiene recorridos Sur-Norte.

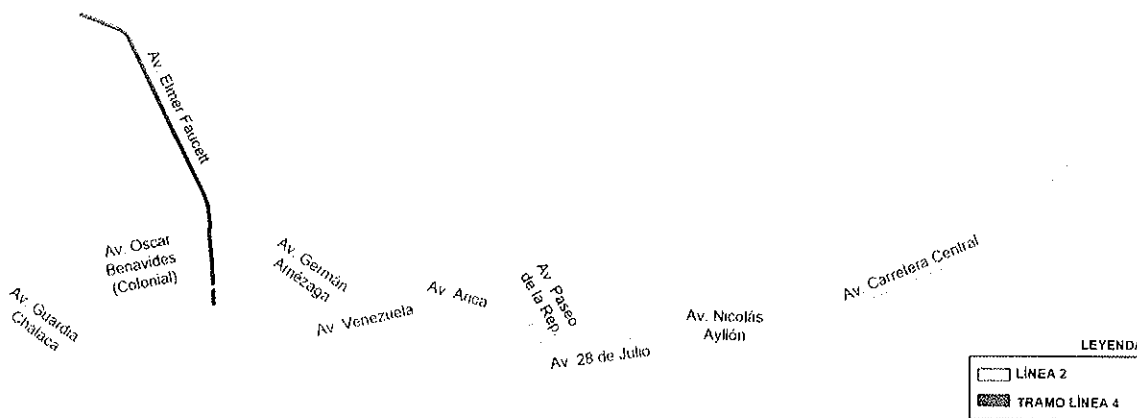


Figura 0-1: Esquema de los trazos

El trazo de la Línea 2 tiene una longitud aproximada de 27,0 Km, su trayecto se desarrolla de este a oeste por las siguientes avenidas y calles: se inicia en Av. Víctor Raúl Haya de la Torre (Carretera Central) frente a la municipalidad de Ate continua por esta avenida para luego seguir por Av. Nicolás Ayllón, Av. 28 de Julio, Av. Paseo de la Republica, Paseo Colón, Av. Arica, Av. Venezuela, Av. Germán Amézaga, Av. Oscar R. Benavides (Colonial) y la Av. Guardia Chalaca terminando en el ovalo Garibaldi.

La Línea 2 se compone de un total de 27 estaciones, de éstas 5 se ubican en Callao y 22 en Lima.

El trazo del Ramal Av. Faucett-Gambeta, perteneciente a la Línea 4, tiene una longitud aproximada de 7,6 Km, se desarrolla completamente a lo largo de Av. Elmer Faucett. Se inicia en el norte en el Ovalo Gambeta y continúa en dirección sur hasta llegar a la Av. Oscar R. Benavides.

La integración de este ramal al resto de la red del Metro se produce en la estación terminal denominada Carmen de la Legua, la que además será la estación de combinación con la Línea 2 del Metro.

El Ramal Av. Faucett-Gambetta se compone de un total de 8 estaciones todas en el distrito de Callao.

CONSORCIO [2291] NUEVO METRO DE LIMA 

001941

Los objetivos del estudio presentado son: facilitar un análisis previo de las vibraciones a todo lo largo del alineamiento las líneas 2 y 4 durante operación por el paso del metro, teniendo en cuenta los parámetros básicos como el perfil vertical y horizontal. Este estudio previo permitirá decidir donde instalar sistemas de vía básicos (y baratos) e indicar que zonas necesitan medidas correctoras (aunque no se podrá decir con que características - rigideces).

En una segunda etapa, después adjudicación del contrato, será necesario facilitar un Análisis Detallado teniendo en cuenta capas de suelo detalladas, mediciones in situ, condiciones operacionales, y una amplia validación de los modelos. Este estudio detallado permitirá reducir al máximo las zonas que necesitan medidas correctoras y determinar las características exactas (como las rigideces) de la vía en placa y/o las características de las losas flotantes.

- En el capítulo 1 incluye una descripción y propuesta de los niveles límites aplicables al proyecto (vibraciones y ruido inducido).
- El capítulo 2 incluye un análisis de los parámetros principales del proyecto que tienen relevancia para el impacto vibratorio del proyecto (como son el material rodante, las características de la vía, condiciones operativas, el perfil,...).
- El capítulo 3 describe la metodología para el estudio previo y para el estudio detallado para las vibraciones y el ruido inducido. Además se indica la ubicación de los sitios propuestos para mediciones.
- El capítulo 4 da un análisis y descripción de posibles medidas correctoras.
- El capítulo 5 da una estimación previa de las medidas correctoras.
- El capítulo 6 da una conclusión.

1 DESCRIPCIÓN Y PROPUESTA DE LOS NIVELES LIMITES

1.1 INTRODUCCIÓN

En el anexo 3 – “Especificaciones Técnicas”- del Estudio de Proinversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto: “Construcción de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett-Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao”, Provincias de Lima y Callao, Región Lima se indica:

- “12.5 Control de Vibraciones y Ruido Secundario

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

Deben ser probadas los rendimientos de cada sistema de superestructura de vía propuesto con respecto a la amortiguación de las vibraciones y de los ruidos secundarios.

Deberá demostrarse mediante cálculo, la necesidad de uso de cada sistema de superestructura de la vía, de acuerdo con su capacidad de amortiguación de las vibraciones y de los ruidos secundarios.”

Cabe hacer mención que no existe referencia a ningún estándar, legislación o límites máximos permisibles en cuanto a ruido y vibraciones estructurales. Anteriormente en este documento, en su párrafo 11.10.2 se hace referencia a la normativa ISO 2631.

- “11.10.2 Vibraciones

Es importante dar una atención especial para asegurar una generación mínima, o bien con una atenuación adecuada de todas las vibraciones, de modo que no afecten el confort de los pasajeros. Las frecuencias propias de las vibraciones deberán satisfacer al máximo posible aquellas perjudiciales a la salud definidas por la norma ISO 2631.”

Es necesario destacar que ISO 2631 hace referencia al nivel de vibraciones dentro de los vehículos para el confort de los pasajeros. Asimismo, se hace notar que no se menciona la versión del estándar ISO a utilizar.

Tomando en cuenta lo anterior, este capítulo presenta una apreciación global de los límites y referencias (Internacionales) disponibles en cuanto a ruido y vibraciones estructurales comúnmente utilizados en diferentes nuevas líneas de metro. Partiendo de éste análisis, una propuesta para Lima será generada.

1.2 VIBRACIONES

El presente capítulo tiene por objeto exponer y analizar la normativa de aplicación en materia de vibraciones a nivel local e internacional. Finalmente se proponen los indicadores y los límites admisibles para la realización del estudio.

El análisis presentado en este informe se basa en las normas que se describen en los siguientes párrafos.

001943

– **Nivel internacional**

- DIN 4150-2 de fecha 06/1999: Vibraciones en los edificios;
- ISO 2631;
- ISO/DIS 14837-1.2:2005: Vibración mecánica – Ruido y vibración estructurales provocados por sistemas de carriles;
- BS 6841 (1987): Medición y evaluación de la exposición humana a vibraciones mecánicas globales al cuerpo y choques repetidos;
- BS6472 (1992): Evaluación de la exposición humana a vibraciones en edificios (1 Hz a 80 Hz);
- FTA VA-90-1003-06 (2006) "Transit Noise and Vibration Impact Assessment".

– **Nivel local**

- Decreto Supremo N° 085-2003-PCM;
- Decreto Supremo N° 038-2003-MTC de conformidad con el Artículo 4 del Decreto Supremo N° 040-2004-MTC publicado el 22-12-2004;
- Normas Técnicas Peruanas (NTPs) emitidas por INDECOPI.

1.2.1 Nivel internacional

1.2.1.1 DIN 4150-2 de fecha 06/1999: Vibraciones en edificios

Esta norma trata sobre los efectos de las vibraciones en personas que se encuentran en el interior de edificios.

Definiciones

Se han definido algunos parámetros físicos:

$v(t)$ = Velocidad de vibración, filtrada para una banda de frecuencia 1 - 80 Hz
 Sin unidad: normado vs. $v_0 = 1$ mm/s

$KB(t)$ = Velocidad de vibración con ponderación de frecuencia $v(t)$ filtrado con filtro paso banda alto de 1ª:

$$H_{KB}(f) = \frac{1}{\sqrt{1 + (f_0^2 / f)^2}}$$

con $f_0 = 5,6$ Hz

$KB_F(t)$ = Velocidad de vibración ponderada vs. tiempo

$$KB_F(t) = \sqrt{\frac{1}{r} \int_0^t e^{-\frac{(t-\xi)}{r}} \cdot KB^2(\xi) d\xi}$$

con $r = 0,125$ seg (RAPIDO)

KB_{Fmax} = KB_F max. medido durante el periodo de mediciones

KB_{FTI} = KB_F max. en un periodo de 30 s ($T = 30$ s = 1 takt)

KB_{FTm} = Valor raíz cuadrática media de los valores max.

CONSORCIO 2294
 NUEVO METRO DE LIMA
 ALBA PEREZ GARCIA
 INGENIERA CIVIL

001944

$$KB_{Ftm} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^N KB_{FTi}^2}$$

con N = número de takt (e.g. 5 min = 10 takt)

Si $KB_{FTi} \leq 0,1$ entonces $KB_{FTi} = 0$

$T_r =$ Periodo de evaluación
(día: 16 h (06h00 a 22h00) – noche: 8 h (22h00 a 06h00))

$T_e =$ Periodo de exposición a las vibraciones (por ejemplo, periodo de exposición al paso de los trenes)

$KB_{Ftr} =$

$$KB_{Ftm} \cdot \sqrt{\frac{T_e}{T_r}}$$

Mediciones

La norma también define cómo y dónde han de llevarse a cabo las mediciones. En este sentido, se deben realizar:

- en el lugar donde las amplitudes de las vibraciones sean máximas,
- en dirección Z vertical,
- en horizontal dirección X e Y.

En muchos casos, los valores máximos se dan en dirección vertical en el centro del forjado de la primera planta.

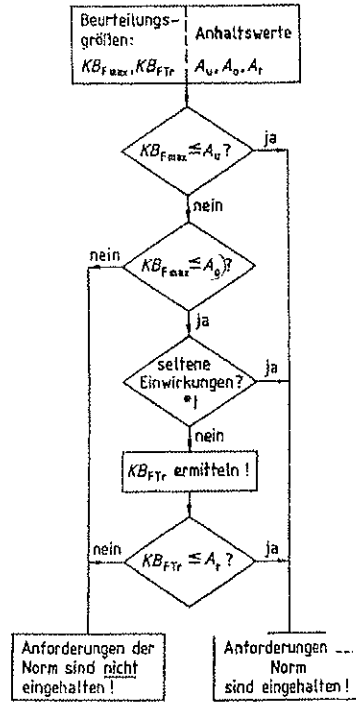
Evaluación

La evaluación de los niveles de vibración se realiza a partir de las figuras 2 y D.1 y de la tabla 1 de la norma DIN4150-2. La figura 2 de la norma DIN4150-2 describe el procedimiento de evaluación. A continuación se muestra dicho procedimiento:

CONSORCIO DEL NUEVO METRO DE LIMA
AL SECTOR PÚBLICO DE LA CIUDAD DE LIMA
PROYECTO DE LINEA 2 Y RAMAL



001945



*) Siehe 6.5.1

Bild 2: Flußdiagramm für das Beurteilungsverfahren

Figura 1.2.1. de DIN 4150-2: Diagrama de flujo del procedimiento de evaluación

La tabla 1 de la norma DIN 4150-2 indica, para dos periodos (día y noche), los valores límite más bajos y más altos de KB_{Fmax} :

- A_u : límite inferior.
- A_o : límite superior.

Esta tabla es válida para ferrocarriles, aplicable a tranvías, metros y trenes.

Fila	Tipo de emplazamiento / uso	Día			Noche		
		A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
1	Polígonos industriales	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Zonas con predominio de tiendas y talleres frente a viviendas	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
3	Zonas mixtas	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
4	Zonas con predominio de viviendas frente a tiendas y talleres	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
5	Edificios que necesitan especial protección como hospitales si se encuentran en las correspondientes zonas	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05

Tabla 1 de DIN 4150-2

El gráfico de la figura D.1 de esta norma representa el número máximo de pasajes permitidos cuando $A_u < KB_{Fmax} \leq A_o$.





001946

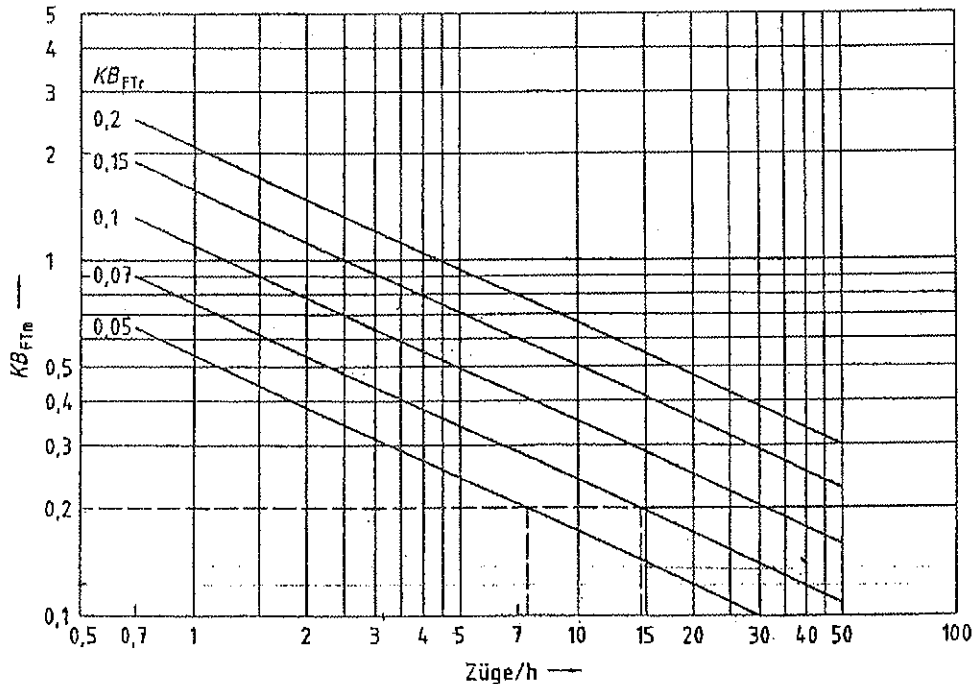


Bild D.1: Zusammenhang zwischen der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT_r} , dem Taktmaximal-Effektivwert KB_{FT_m} und der Zughäufigkeit (Annahmen; Nur eine Zugklasse, und jeder Zug belegt nur einen Takt.)

Figura D.1 de DIN 4150-2: Tabla de flujos (Flow-chart) del procedimiento de evaluación

1.2.1.2 ISO 2631

ISO 2631-1 (1997): Vibraciones y choques mecánicos – Evaluación de la exposición humana a las vibraciones globales del cuerpo – Parte 1: requisitos generales

Campo de aplicación

El campo de aplicación de esta norma se define como sigue:

- Rango de frecuencia: 0,5 Hz – 80 Hz.
- Criterio: salud – confort – percepción.

La norma define filtros ponderados W_k y W_d aplicables a las mediciones de aceleraciones vibratorias.

Ponderación frecuencial

Ponderación frecuencial	Salud	Confort	Percepción
W_k	Eje z	Eje z, sentado	Eje z, sentado





001947

		Eje z, de pie eje z, vertical eje z, recostado (excepto la cabeza) eje z, y eje eje z, pies (sentado)	Eje z, de pie Eje z, vertical Eje z, recostado (excepto la cabeza)
W_d	Eje x, sentado eje y, sentado	Eje x, sentado eje y, sentado eje x, eje y, de pie eje y, eje z, horizontal eje y, eje z, recostado eje y, eje z, respaldado en asiento	x eje, sentado y eje, sentado x eje, y eje, de pie y eje, z eje, horizontal y eje, z eje, recostado

Tabla 1.2.1 Resumen de las curvas de ponderación frecuencial aplicables

Mediciones de vibraciones

- Direcciones: X-Y-Z (ver figura 1 de ISO 2631-1 recogidas a continuación);
- Localización de mediciones: o más cerca posible del punto o área a través del cual se transmiten las vibraciones al cuerpo;
- Duración: la suficiente para asegurar una exactitud estadística razonable.

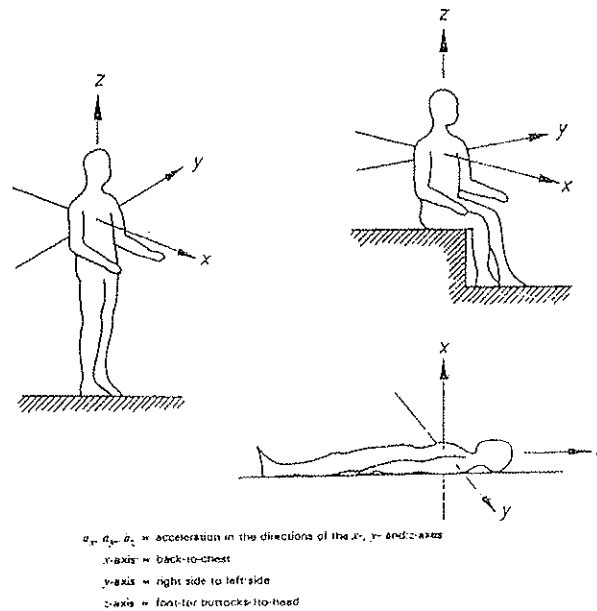


Figure 1 - Directions of basicentric coordinate systems for mechanical vibrations influencing humans

Figura 1 de ISO 2631-1

Evaluación de la vibración sobre la base del valor r.m.s. de la aceleración ponderada

Es aplicable cuando el valor pico es ≤ 9 (factor de pico = amplitud máx. en la señal de tiempo/valor r.m.s.).

El valor r.m.s. de la aceleración ponderada se expresa en metros por segundo al cuadrado (m/seg^2) para vibraciones traslacionales, y en radianes por segundo al cuadrado (rad/seg^2)

CONSORCIO PROMOCIÓN DE INVERSIÓN PRIVADA
 ALFONSO P. TILLO
 DIRECTOR GENERAL

para vibraciones rotacionales. El valor r.m.s. de la aceleración ponderada se debe calcular utilizando la siguiente ecuación o su equivalente numérico en el dominio de la frecuencia: 001948

$$a_w = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{1/2}$$

donde, $a_w(t)$ es la aceleración traslacional o rotacional ponderada en función del tiempo (variación de tiempo) en metros por segundo al cuadrado (m/seg²) o en radianes por segundo al cuadrado (rad/seg²) respectivamente.
T es la duración de la medición, en segundos.

Aplicación a las vibraciones generadas en edificios cercanos por el paso de trenes

- Salud: Los niveles de vibraciones generados en el interior de edificios por el paso de trenes están siempre muy por debajo de los límites permisibles desde el punto de vista de afecciones a la salud.
- Comodidad: La siguiente tabla resume los niveles globales de vibración dentro de vehículos de transporte público.

Vibración global A_w [m/seg ²]	Observaciones
≤ 0,315	No incómodo
De 0,315 a 0,63	Ligeramente incómodo
De 0,5 a 1	Bastante incómodo
De 0,8 a 1,6	Incómodo
De 1,25 a 2,5	Muy incómodo
> 2	Extremadamente incómodo

Tabla 1.2.2. Esta tabla no es aplicable para vibraciones en el interior de edificios

En muchos países la experiencia ha demostrado que los habitantes de los edificios pueden verse afectados si los niveles de vibración son ligeramente superiores al umbral de percepción.

- Percepción: El cincuenta por ciento de las personas sanas sólo son capaces de detectar una vibración ponderada W_k con una amplitud de pico igual a 0,015 m/seg².

Existen grandes diferencias entre las personas en cuanto a su capacidad para percibir las vibraciones. Mientras que el promedio del umbral de percepción se sitúa en el orden de 0,015 m/seg², la desviación intercuartil de las respuestas puede oscilar entre 0,01 y 0,02 m/seg² (aceleración pico).

El umbral de percepción disminuye ligeramente si la duración de la vibración aumenta hasta un segundo; después, ligeramente cuando la duración aumenta todavía más. Aunque el umbral de percepción no disminuye mucho si aumenta la duración, la sensación producida por las vibraciones aumenta para intensidades mayores al umbral.



ISO 2631-2 (1989): Evaluación de la exposición humana a vibraciones globales del cuerpo – Parte 2: Vibraciones continuas e inducidas por choques en edificios (0.01949 80 Hz)

La norma ISO 2631-2 (1989) define los siguientes criterios de vibración:

Lugar	Hora	Vibración continua o intermitente ²	Excitación de vibración transitoria con varios sucesos al día
Zonas de trabajos críticos (p.e. algunos quirófanos de hospital, laboratorios de precisión, etc.)	Día	1	1 ^{2,3}
	Noche		
Residencial	Día	2 a 4 ⁴	30 a 90 ^{4,5,6,7}
	Noche	1,4	1,4 a 20
Oficinas	Día	4 ⁸	60 a 128 ⁸
	Noche		
Talleres ⁹	Día	8 ^{8,10}	90 a 128 ^{8,10}
	Noche		

Notas:

1. La tabla lleva a magnitudes de vibración por debajo de las cuales la probabilidad de reacción es baja (no se considera ningún ruido acústico provocado por paredes que vibran).
2. También incluye vibraciones cuasi estacionarias provocadas por choques repetidos. El término 'choque' se define en ISO 2041: 1975, cláusula 3, y a veces se cita como vibración transitoria (impulsiva).
3. Las magnitudes de vibración transitoria en hospitales, quirófanos y lugares donde se realicen trabajos críticos corresponden a periodos de tiempo en que se estén realizando operaciones o trabajos críticos. En otros momentos, magnitudes tan altas como las de las viviendas son satisfactorias siempre que exista el debido acuerdo y aviso.
4. En zonas residenciales existen grandes variaciones en la tolerancia de vibraciones. Los valores específicos dependen de factores sociales y culturales, actitudes psicológicas e interferencia esperada en la privacidad.
5. La "compensación" entre número de eventos por día y magnitudes no está bien establecida. La siguiente relación provisional se utilizará en casos de más de tres eventos al día con dependencia de estudios adicionales de la tolerancia humana a las vibraciones. Ello implica la multiplicación adicional por un factor dado por $F_n = 1,7 N^{-0.5}$, donde N es el número de eventos por día. Esta ecuación de "compensación" no es de aplicación cuando los valores sean inferiores a los dados por los factores para vibración continua. Cuando el intervalo de magnitudes de los eventos sea pequeño (media amplitud de la más grande), se puede usar la media aritmética; en caso contrario, sólo se debe considerar la más grande.
6. Para eventos discretos con una duración que supere 1 segundo, los factores se pueden ajustar multiplicando adicionalmente por un factor de duración (Fd) dado por:
 - $F_d = T^{-1,22}$ para suelos de hormigón y T entre 1 y 20
 - $F_d = T^{-0,32}$ para suelos de madera y T entre 1 y 60
 siendo T es la duración del evento, en segundos, pudiéndose calcular a partir de los 10 puntos porcentuales (-20 dB) de los historiales de tiempo de movimiento.
7. En excavaciones en roca dura (donde las perturbaciones del subsuelo provocan vibraciones de frecuencia más alta) se ha descubierto que un factor de hasta 128 es satisfactorio para zonas residenciales de algunos países.
8. Las magnitudes para la vibración transitoria en zonas de oficinas y talleres no se deberían



[Handwritten signature]

Lugar	Hora	Vibración continua o intermitente ²	Excitación de vibración transitoria con varios sucesos al día
<p>aumentar sin considerar la posibilidad de una interrupción importante de la actividad laboral.</p> <p>9. Las vibraciones que afecten a operarios de determinados procesos (como estampación en caliente o trituración que hacen que vibren las zonas de trabajo) pueden estar en una categoría distinta a las zonas de talleres aquí consideradas. En ese caso serán de aplicación las magnitudes de vibración para operarios de procesos de excitación que se especifican en ISO 2631-1.</p> <p>10. Duplicar las magnitudes de vibración propuestas para vibraciones continuas o intermitentes y vibraciones transitorias repetidas (cuarta columna) puede provocar molestias y ello puede aumentar significativamente si se cuadruplican los niveles (cuando proceda se pueden consultar las curvas de dosis/respuesta).</p>			

001950

Tabla 1.2.3

Cuando los factores multiplicadores que se facilitan a continuación hagan referencia a las curvas de criterios de vibraciones de dirección combinada, es posible determinar los valores de aceleración permisibles para día y para noche en el interior de edificios.

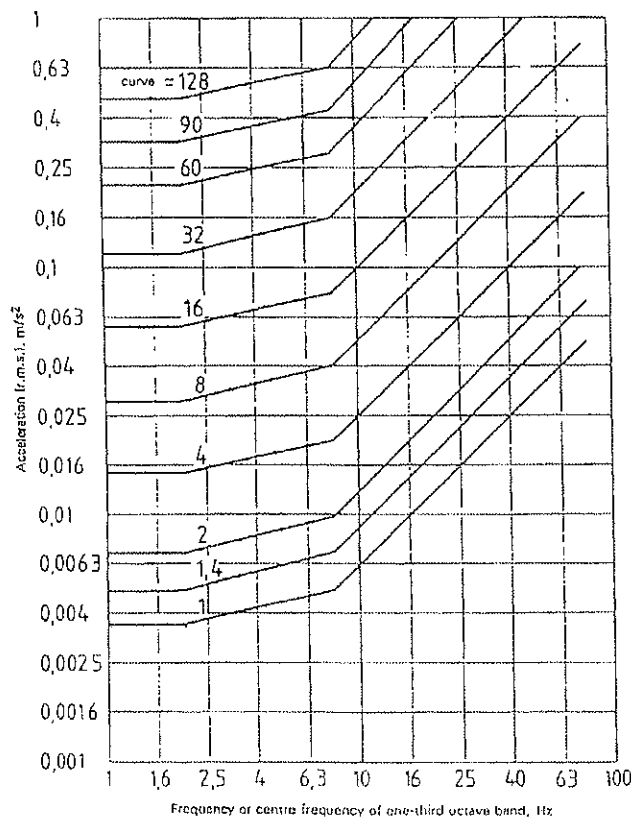


Figura 1.2.1

	Dirección horizontal [m/seg ² RMS]	Dirección vertical [m/seg ² RMS]
Día	0,0072 – 0,0144	0,01 – 0,02
Noche	0,005	0,007

Tabla 1.2.4

(Handwritten signature and stamp)

ISO 2631-2 (2000 y 2003)

Esta nueva versión ya no indica valores permisibles para vibraciones. Un estudio internacional realizado para identificar los niveles permisibles de vibración ha dado como resultado un intervalo muy amplio de valores. En consecuencia, no fue posible facilitar unas recomendaciones generales antes de recopilar información adicional.

1.2.1.3 ISO/DIS 14837-1.2:2005: Vibración mecánica – Ruido y vibración estructurales provocados por sistemas de carriles

El objetivo de ISO/DIS 14837 es definir una metodología completa para la evaluación de los efectos de vibraciones en sistemas de carriles nuevos o modificados sobre el entorno. Se prevé que la norma esté compuesta de las siguientes partes:

- Parte 1: Directrices generales.
- Parte 2: Modelos de predicción.
- Parte 3: Medición.
- Parte 4: Criterios de evaluación.
- Parte 5: Mitigación.
- Parte 6: Gestión de activos.

Hasta el momento sólo se ha publicado la parte 1. Como se ha indicado en la introducción del presente documento, "los criterios y valores límites vienen determinados por las normas nacionales y otras normas internacionales".

1.2.1.4 BS 6841 (1987): Medición y evaluación de la exposición humana a vibraciones mecánicas globales al cuerpo y choques repetidos

En términos generales esta norma es muy parecida a la ISO 2631-1, salvo en las ponderaciones de las frecuencias, que son ligeramente distintas.

1.2.1.5 BS6472 (1992): Evaluación de la exposición humana a vibraciones en edificios (1 Hz a 80 Hz)

De forma general, esta norma es una copia de la ISO2631-2 (1989), incluyendo las ponderaciones de las frecuencias. Sobre la base de las vibraciones medidas ponderadas y el número de pasos, los "Valores de dosis de vibración" (= VDV, en $m/seg^{1,75}$) se pueden calcular y evaluar con la siguiente tabla:

Valores de dosis de vibración ($m/seg^{1,75}$) por encima de los cuales se pueden esperar distintos niveles molestia en edificios de viviendas			
Lugar	Baja probabilidad de molestias	Molestias posibles	Molestias probables
Edificios de viviendas, 16 h, día	0,2 a 0,4	0,4 a 0,8	0,8 a 1,6
Edificios de viviendas, 8 h, noche	0,13	0,26	0,51

Tabla 1.2.5

AGENCI...
REPUBLICA PERUANA

1.2.1.6 FTA VA-90-1003-06 (2006) "Transit Noise and Vibration Impact Assessment" ("Evaluación del impacto del ruido y las vibraciones de tránsito").

001952

FTA (2006) es un manual orientativo sobre la evaluación del impacto del ruido y las vibraciones en proyectos de tránsito masivos. Es posible realizar 3 niveles de análisis dependiendo de la escala del proyecto, su fase de desarrollo y configuración ambiental:

- Procedimiento de Detección: Se identifican las áreas sensibles al ruido y las vibraciones en las inmediaciones del proyecto y su potencial afección.
- Evaluación General: Se identifican las secciones y se estima su afección por el ruido y las vibraciones definidos durante el procedimiento de detección del estudio de ruido y vibraciones.
- Análisis Detallado: Cuantifica el impacto a través de un estudio en profundidad usualmente realizado para una única alternativa del proyecto.

A continuación se presentan los criterios de aceptación para el nivel de vibraciones estructurales permitidas en términos de velocidades máximas RMS (constante de tiempo slow) expresados en VdB. Los resultados se presentan dentro de la siguiente tabla para el análisis por Evaluación General. Los límites aceptados se especifican para tres categorías definidas para el uso del terreno:

- Categoría 1 de vibraciones (Alta sensibilidad): Edificios dentro de los cuales, los niveles de vibraciones deben estar bastante por debajo a aquellos que generan molestias a los humanos.
- Categoría 2 de vibraciones.
- Categoría 3 de vibraciones: Escuelas, iglesias, otras instituciones y oficinas sin equipo sensible pero mismo así, cuyas actividades podrían ser afectadas.

Land Use Category	GBV Impact Levels (VdB re 1 micro-inch /sec)			GBN Impact Levels (dB re 20 micro Pascals)		
	Frequent Events ¹	Occasional Events ²	Infrequent Events ³	Frequent Events ¹	Occasional Events ²	Infrequent Events ³
Category 1: Buildings where vibration would interfere with interior operations.	65 VdB ⁴	65 VdB ⁴	65 VdB ⁴	N/A ⁴	N/A ⁴	N/A ⁴
Category 2: Residences and buildings where people normally sleep.	72 VdB	75 VdB	80 VdB	35 dBA	38 dBA	43 dBA
Category 3: Institutional land uses with primarily daytime use.	75 VdB	78 VdB	83 VdB	40 dBA	43 dBA	48 dBA

Notes:

1. "Frequent Events" is defined as more than 70 vibration events of the same source per day. Most rapid transit projects fall into this category.
2. "Occasional Events" is defined as between 30 and 70 vibration events of the same source per day. Most commuter trunk lines have this many operations.
3. "Infrequent Events" is defined as fewer than 30 vibration events of the same kind per day. This category includes most commuter rail branch lines.
4. This criterion limit is based on levels that are acceptable for most moderately sensitive equipment such as optical microscopes. Vibration-sensitive manufacturing or research will require detailed evaluation to define the acceptable vibration levels. Ensuring lower vibration levels in a building often requires special design of the HVAC systems and stiffened floors.
5. Vibration-sensitive equipment is generally not sensitive to ground-borne noise.



Tabla 1.2.6 Criterio del impacto de vibraciones estructurales para la evaluación general

001953

Type of Building or Room	Ground-Borne Vibration Impact Levels (VdB re 1 micro-inch/sec)		Ground-Borne Noise Impact Levels (dB re 20 micro-Pascals)	
	Frequent ¹ Events	Occasional or Infrequent ² Events	Frequent ¹ Events	Occasional or Infrequent ² Events
Concert Halls	65 VdB	65 VdB	25 dBA	25 dBA
TV Studios	65 VdB	65 VdB	25 dBA	25 dBA
Recording Studios	65 VdB	65 VdB	25 dBA	25 dBA
Auditoriums	72 VdB	80 VdB	30 dBA	38 dBA
Theaters	72 VdB	80 VdB	35 dBA	43 dBA

Notes:

1. "Frequent Events" is defined as more than 70 vibration events per day. Most rapid transit projects fall into this category.

2. "Occasional or Infrequent Events" is defined as fewer than 70 vibration events per day. This category includes most commuter rail systems.

3. If the building will rarely be occupied when the trains are operating, there is no need to consider impact. As an example, consider locating a commuter rail line next to a concert hall. If no commuter trains will operate after 7 pm, it should be rare that the trains interfere with the use of the hall.

Tabla 1.2.7 Criterio del impacto de vibraciones estructurales para edificaciones especiales

Vibraciones (dB re: 25.4 x 10 ⁻⁶ mm/s)	Vibraciones (mm/s)
60	0,025
65	0,045
70	0,080
75	0,143
80	0,254
85	0,452

Tabla 1.2.8 Valores en VdV son convertidos en mm/s en la tabla más abajo

Un criterio más específico es utilizado en el Análisis Detallado. Dicho criterio es el resultado de la norma ISO 2631-2:1989 sobre los efectos de las vibraciones sobre las personas (de pie) en edificaciones y de estándares de la industria para equipos sensibles a las vibraciones. Estos valores se muestran en la siguiente gráfica:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AL SECTOR PÚBLICO
REPUBLICANA LEGAL



001954

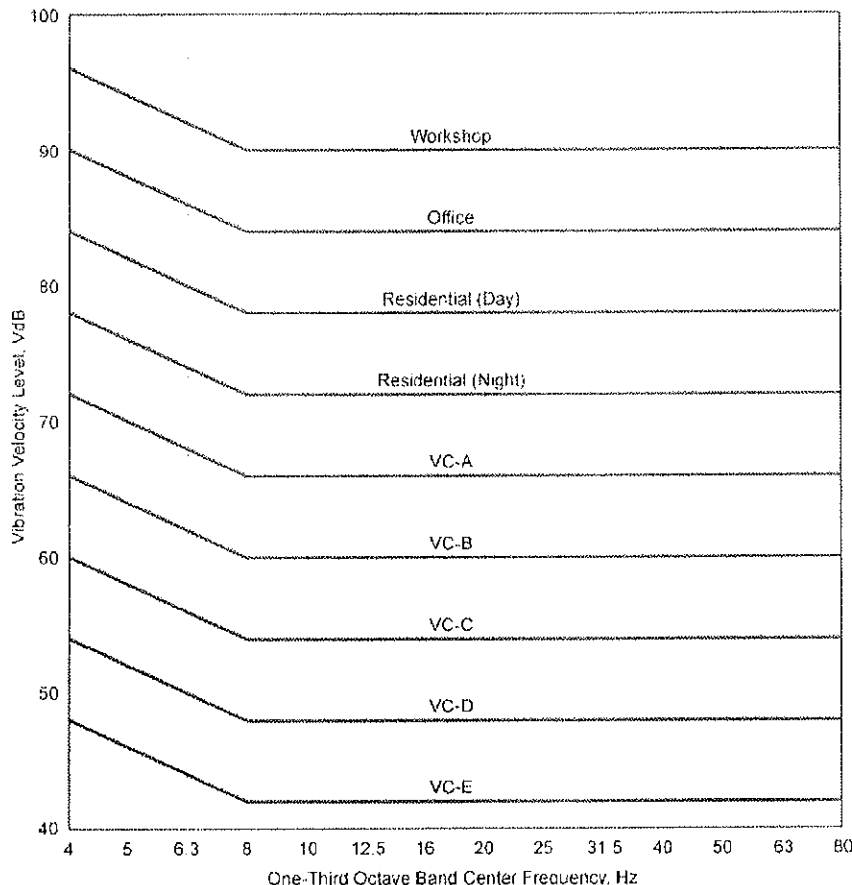


Figura 1.2.2 Criterio para el Análisis Detallado de vibraciones

Criterion Curve ¹ (See Figure 8-1)	Max L _v (VdB) ²	Description of Use
Workshop	90	Distinctly feelable vibration. Appropriate to workshops and non-sensitive areas.
Office	84	Feelable vibration. Appropriate to offices and non-sensitive areas.
Residential Day	78	Barely feelable vibration. Adequate for computer equipment and low-power optical microscopes (up to 20X).
Residential Night, Operating Rooms	72	Vibration not feelable, but ground-borne noise may be audible inside quiet rooms. Suitable for medium-power optical microscopes (100X) and other equipment of low sensitivity.
VC-A	66	Adequate for medium- to high-power optical microscopes (400X), microbalances, optical balances, and similar specialized equipment.
VC-B	60	Adequate for high-power optical microscopes (1000X), inspection and lithography equipment to 3 micron line widths.
VC-C	54	Appropriate for most lithography and inspection equipment to 1 micron detail size.
VC-D	48	Suitable in most instances for the most demanding equipment, including electron microscopes operating to the limits of their capability.
VC-E	42	The most demanding criterion for extremely vibration-sensitive equipment.

Tabla 1.2.9 Interpretación del criterio para el Análisis Detallado de vibraciones

1.2.2 Nivel local

OSG ALONSO BUSTAMANTE
ALONSO BUSTAMANTE
REPRESENTANTE LEGAL

En el DECRETO SUPREMO N° 085-2003-PCM, el Decreto Supremo N° 038-2003-MTC de conformidad con el Artículo 4 del Decreto Supremo N° 040-2004-MTC publicado el 22-12-2004 y las Normas Técnicas Peruanas (NTPs) emitidas por INDECOPI, no se ha podido

encontrar ninguna referencia a valores límites para vibraciones aunque se indica niveles límites para el ruido. 001955

1.3 RUIDO TRANSMITIDO POR SUELO (RUIDO INDUCIDO O RUIDO SECUNDARIO)

Las vibraciones originadas por los metros pueden causar un ruido a baja frecuencia dentro de los inmuebles adyacentes. Normalmente este tipo de ruido no es considerado por las legislaciones nacionales/locales.

La norma a la que comúnmente se hace referencia en cuanto a este tipo de ruido es la FTA VA-90-1003-06 "Transit noise and vibration impact assessment".

El criterio para determinar los valores permitidos de ruido transmitido por suelo se muestran en la tabla 1.3.1. El criterio para determinar los valores permitidos de ruido transmitido por suelo se expresa en términos de niveles de sonido A-ponderada:

Categoría de uso de terreno	GBN Niveles de impacto [dB re 20 micro Pascal]		
	Eventos frecuentes ¹ [dB(A)]	Eventos ocasionales ² [dB(A)]	Eventos infrecuentes ³ [dB(A)]
Categoría 1:	N/A ⁵	N/A ⁵	N/A ⁵
Edificios en los cuales la vibración interferirá con la actividad en el interior			
Categoría 2:	35	38	43
Residencias y edificios donde la gente normalmente duerme			
Categoría 3:	40	43	48
Terrenos de uso institucional con actividades diurnas principalmente			

Notas:

1. "Eventos Frecuentes" se refiere a más de 70 sucesos vibratorios generados por la misma fuente por día. La mayoría de los proyectos de tránsito rápido caen en esta categoría.
2. "Eventos Ocasionales" se refiere a entre 30 y 70 sucesos vibratorios por día generados por la misma fuente. La mayoría de las estaciones de transferencia caen en esta categoría.
3. "Eventos Infrecuentes" se refiere a menos de 30 sucesos vibratorios del mismo tipo en el mismo día. Esta categoría incluye la mayoría de las líneas de tren.
4. Este criterio está diseñado para que sea aceptado por los equipos más sensibles a las

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALMACÉN DE DATOS Y PLANOS
 REVISIÓN N° 01





vibraciones tales como microscopios ópticos. Los niveles de aceptación de vibraciones para actividades de manufactura o investigación requerirán una evaluación detallada. El aseguramiento de bajos niveles de vibraciones en los edificios comúnmente incluye el uso de diseños especiales del sistema HVAC o suelos rígidos.

5. Equipo sensible a las vibraciones normalmente no es sensible a las vibraciones transmitidas por el suelo.

001956

Tabla 1.3.1 Vibración transmitida por suelo (Ground Borne Vibration –GBV-) y ruido transmitido por suelo (Ground Borne Noise –GBN-) - Criterio de impacto para su evaluación general

Los valores máximos permitidos son diferentes para cada tipo de eventos: frecuentes (más de 70 sucesos por día), ocasionales (entre 30 y 70 sucesos por día) e infrecuentes (menos de 30 sucesos por día).

Los límites son especificados para los tres diferentes uso del terreno:

Categoría de vibraciones 1: Alta sensibilidad

Incluida en la categoría 1 están los inmuebles donde la vibración intervendría en las operaciones realizadas dentro del edificio, incluyendo las operaciones que involucran molestias a las personas. Las edificaciones típicas que caen dentro de la categoría 1 están: Fábricas y laboratorios de investigación sensibles a las vibraciones, hospitales con equipo sensible a las vibraciones y actividades de investigación de las universidades. Lugares como las salas de conciertos y otros inmuebles de uso especial son catalogados por separado en la tabla 1.3.2.

Categoría de vibraciones 2: Residencial

Esta categoría incluye todos los edificios residenciales así como otros donde las personas duermen tal como hoteles y hospitales. No existe diferencia entre distintos tipos de residencias.

Categoría de vibraciones 3: Institucional

La categoría 3 incluye escuelas, iglesias y otras instituciones y oficinas silenciosas que no poseen equipo sensible a las vibraciones pero que aun así sufren interferencia en sus actividades por las vibraciones. A pesar de que generalmente sería correcto incluir un edificio de oficinas en esta categoría, no sería correcto incluir todos los edificios con algún espacio designado como oficina dentro de esta categoría. Por ejemplo, la mayoría de las industrias poseen oficinas pero no es la intención catalogar un edificio cuya mayor actividad es la manufactura caiga dentro de esta categoría.

Existen algunos edificios como salas de conciertos, estudios de TV y grabación y teatros que pueden ser sensibles a las vibraciones pero que sin embargo no se incluyen dentro de ninguna de las tres categorías. Debido a su sensibilidad, a este tipo de edificios se le presta mayor atención durante la evaluación ambiental de un proyecto de tránsito.



001957

La tabla 1.3.2 proporciona el criterio establecido para las vibraciones transmitidas por el suelo en edificaciones especiales:

Tipo de edificio o cuarto	GBN Niveles de impacto	
	[dB re 20 micro-Pascal]	
	Eventos frecuentes [dB(A)]	Eventos ocasionales o infrecuentes ² [dB(A)]
Salas de conciertos	25	25
Estudios de TV	25	25
Estudios de grabación	25	25
Auditorios	30	38
Teatros	35	43

Notas:

1. "Eventos Frecuentes" se refiere a más de 70 sucesos vibratorios generados por la misma fuente por día. La mayoría de los proyectos de tránsito rápido caen en esta categoría
2. "Eventos ocasionales o infrecuentes" se refiere a menos de 70 sucesos vibratorios generados por la misma fuente por día. Esta categoría incluye la mayoría de las líneas de tren.
3. Si los edificios difícilmente se encontrarán ocupados cuando el tren pase, entonces no es necesario considerar el impacto. Un ejemplo de ello es colocar un tren al lado de una sala de conciertos. Si los trenes no operaran después de las 7 pm, sería extraño que los trenes interfirieran con la actividad de la sala de conciertos.

Tabla 1.3.2 Criterio establecido para las vibraciones transmitidas por el suelo en edificaciones especiales

Para los edificios especiales en la tabla 1.3.2, un nivel de valor único puede no ser suficiente para evaluar el impacto en una etapa de Análisis Detallado. Cada edificio especial de tener una especificación única para la acepción de los niveles de ruido. Por ejemplo, un estudio de grabación quizá tenga una especificación más rigurosa en cuanto al ruido permitido en cada banda de frecuencia. Es por ello que el criterio para el nivel de ruido transmitido por suelo para este tipo de edificios se tendrá que analizar bajo las bases de uno por uno.

1.4 CONCLUSIÓN

D2S International propone, sujeto a aprobación del cliente, a utilizar los niveles límites de la FTA VA-90-1003-06 "Transit noise and vibration impact assessment", que hace referencia a los valores límites en cuanto a ruido transmitido por el suelo y en cuanto a las vibraciones.

Dichos límites son los más comúnmente usados en proyectos de tránsito masivos en lo que respecta a ruido inducido. Por otra parte, en cuanto a vibraciones, los valores límites se alinean con el criterio establecido por la norma ISO 2631-1989 la cual es extensamente utilizada en Europa y América y es la única que menciona valores límite.

Los criterios que se emplearán para evaluar el impacto de las vibraciones generadas por el ferrocarril son presentados en la tabla 1.4.1 a continuación.

Tipo de receptor	Eventos Frecuentes (>70 eventos por día)				Eventos Ocasionales (<70 eventos por día)			
	VdB ¹	Pulgada/s	mm/s	dB(A) ³ L _{max} (rápida)	VdB	Pulgada/s	mm/s	dB(A) ³ L _{max} (rápida)



001958

Residencial (Urbana)	72	0,004	0,1	35	80	0,01	0,254	43
Residencial (No urbana)	72	0,004	0,1	35	80	0,01	0,254	43
Comercial	75	0,0056	0,143	40	83	0,014	0,359	48
Industrial	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Rural	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Escuelas y mezquitas	75	0,0056	0,143	50	83	0,014	0,359	58
Edificaciones del tipo 1 donde las vibraciones podrían interferir con sus operaciones internas: Instalaciones dedicadas a la investigación y manufactura, hospitales con equipos sensibles a las vibraciones, departamentos de investigación universitarios ²	65	0,0018	0,045		65	0,0018	0,045	
Salas de conciertos, estudios de televisión y grabación ⁴	65	0,0018	0,045	25	65	0,0018	0,045	25
Teatros y Auditorios ⁴	72	0,004	0,1	35	80	0,01	0,254	43

Notas:

1. VdB = Velocidad RMS expresada en decibeles re. 1 micro-pulgada por segundo. Los criterios para la categoría 1 se basan en niveles de aceptación para equipos de sensibilidad media tal como microscopios ópticos. Los valores de velocidad de vibraciones son expresados en pulgadas/s y mm/s como referencia.
2. El criterio dependerá del uso. Un estudio detallado tendrá que ser realizado dentro de cada una de dichas instalaciones.
3. Niveles de ruido generados por el suelo.
4. Se debe considerar el impacto que pueda tener el tiempo de operación y uso del edificio. Si los conciertos toman lugar durante las noches y las operaciones sólo durante el día, entonces no existirá impacto alguno.

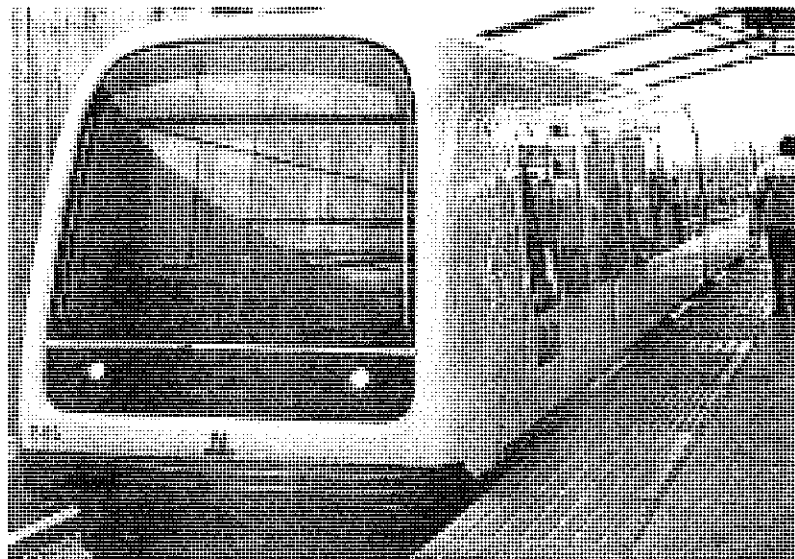
Tabla 1.4.1 Criterio para vibraciones operacionales y ruido de suelo (a fin de evitar molestias)

2 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS PRINCIPALES DEL PROYECTO

001959

2.1 MATERIAL RODANTE

Ansaldo	
Train configuration	6- car train,
Car body material	
Traction power supply	1.500VDC
Car length (over coupler)	18.050m (media)
Car width (over door step)	2,85m
Door type	Exterior sliding doors
Number of passenger doors per car side / door width	4/1300mm
Max. axle loads	12,5 t
Passenger capacity per train	1206 (6 pass./m2)
Seats per train	204
Gauge	1,435 mm
Maximum speed (operational)	90km/h
Distancia entre pivotes	11.100mm
Radio mínimo curva en línea	160m
Radio mínimo curva en depósito	75m
Aceleraciones en servicio	1,00m/s ²
Jerk máximo	1,2m/s ³
Deceleraciones en servicio	1,1m/s ²



COMISIÓN REGULADORA DE ENERGÍA, AGUAS Y GAS DE LIMA
ALFONSO BARRIOGALDE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

2.2 INFORMACIÓN GEOTÉCNICA

La información geotécnica de referencia para este estudio de ruidos es la contenida en el Estudio de Factibilidad del Proyecto: "Construcción de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett-Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao", Provincias de Lima y Callao, Región Lima. -ANEXO 01 - INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO 1.02 - Estudios de Suelos, Geológicos, Geotécnicos, Hidrogeológicos y Geodinámica- INFORME N°04.

Los dos recorridos, geológicamente pasan por depósitos aluviales del cuaternario reciente y depósitos del cuaternario pleistoceno que forman el Cono Deyectivo del río Rímac (Líneas 2 y 4) y del Río Chillón (Línea 4).

En detalle, desde el punto de vista geomorfológico, el recorrido de la Línea 2 (Este-Oeste) se extiende en las terrazas denominadas t1 y t2 (mas alta) del río Rímac, y la parte inicial de la Línea 4, se extiende en las terrazas denominadas t1, después t0 (más baja) y finalmente t1 del río Rímac. Este material aluvial está depositado en forma de lentes superpuestos de cantos rodados, arena, arcilla, limo, sobre la secuencia estratigráfica de Lima.

Los sedimentos cuaternarios aluviales del Cono Deyectivo se encuentran flanqueados, por las rocas ígneas intrusivas del Batolito de la Costa, estas son las tonalitas-dioritas de la súper unidad Santa Rosa, los gabros y dioritas de la Súper unidad Pátapo. También hay algunos afloramientos de rocas sedimentarias de la formación Atocongo que es calcárea y descansan en contacto sobre la Formación Pamplona. Hay tres puntos donde el trazo de la Línea 2 potencialmente se encuentra con pequeños afloramientos de rocas ígneas del tipo tonalita-diorita perteneciente a la unidad Santa Rosa del Batolito de la Costa, estos puntos se ubican próximos a la Municipalidad Ate y a la altura de la Atarjea, ambos en la margen izquierda del río Rímac donde la Línea 2 se extiende en su totalidad.

La génesis de los depósitos de Cono Deyectivo y su historia evolutiva despeja una compleja variabilidad sedimentológica textural y estructural, tanto lateral como vertical, de los materiales de interés de diseño. Este aspecto da lugar a suponer complejos escenarios hidrogeológicos y geotécnicos.

La grava del "aglomerado (o conglomerado) de Lima", está compuesta de cantos rodados, arenas, arcillas y limos que han sido depositados en forma desordenada. Los cantos rodados son subredondeados y alcanzan tamaños de 0,20 a 0,30 m. También pueden encontrarse bloques de diámetro métrico hasta de varios metros.

Por lo general están formados de rocas ígneas del tipo de la granodiorita, diorita, andesita con mayor predominio y otras rocas volcánicas. Las arenas provienen de la fina destrucción de las anteriores rocas ígneas y forman parte de la matriz que rodea a los cantos rodados conjuntamente con algo de limo y arcilla.

Generalmente los suelos se componen de la siguiente manera: (i) arenas: (tipo SUCS: SC, SM), predominando las arenas limosas de 10 %, y (ii) gravas: (tipo SUCS: GW, GP-GM y GP), predominando las gravas mal graduadas de 90 %. Los suelos constituidos de gravas mal gradadas (SUCS GP), no plásticas predominan en toda la longitud de los tramos. Localmente en la zona de Callao (partes iniciales de la Línea 2 y Línea 4) y en las partes topográficamente más bajas del rasante, existen también arcillas y limos con arenas con baja, medio y alta plasticidad, compresible en un porcentaje menos que 3%. En la parte inicial del trazo de la Línea 4, en sentido del noroeste al sur, en la parte superior superficial del corte estratigráfico, entre las progresivas Km 0+000 a 2+000, aparece sobre la capa aluvial de gravas mal graduadas otra capa aluvial constituida por arenas limosas y arcillas que en forma creciente empieza desde 0.00 m a alcanzar hasta más de 10.00 m de espesor desde el inicio del trazo.

Estos materiales son caracterizados por una escasa o nula cementación y una elevada heterogeneidad vertical y lateral: el pasaje entre porciones con características diferentes

puede verificarse a escala métrica o su-métrica, con variaciones graduales o repentinas. Localmente pueden también encontrarse porciones con significativos grados de cementación. En el tramo comprendido aproximadamente entre la intersección con la Avenida San Salvador, al oeste, y, al este, con la avenida Alfonso Ugarte (total 2,5 Km) el Río Rimac erosiona y pone en afloramiento el Conglomerado de Lima que muestra, en este sector, un alto grado de compactación y probable débil cementación.

Localmente en la zona de Callao (partes iniciales de la Línea 2 y Línea 4) y en las partes topográficamente más bajas de la rasante, existen también arcillas y limos con arenas con baja, medio y alta plasticidad, compresible en un porcentaje menor al 3%.

Los cantos y los bloques (casi siempre redondeados, constituidos por litologías con resistencia de media a alta y abrasivas, en función del contenido en cuarzo, como rocas volcánicas, diorita, granodiorita,) presentes en el depósito, en general, se encuentran inmersos en la matriz de grava y arena sin representar el sostén del depósito.

El depósito consiste típicamente de capas alternadas con estratificación sub-horizontal. Se alternan capas de espesor métrico constituidas por más del 60% de cantos y bloques con capas de arena, a veces de limo, raramente de arcilla. En algunas zonas el porcentaje de material litoide puede ser muy alto, con presencia de bloques incluso de varios metros de diámetro (constituidos por litologías con resistencia de media a alta y abrasivas).

El depósito consiste típicamente de materiales muy abrasivos (por causas mineralógicas y texturales) tanto por los clastos/bloques, como por la matriz (grava, arena, limo).

2.3 DATOS DE OPERACIÓN

2.3.1 Frecuencia

Se hace referencia al Anexo 2 - Dimensionamiento Anteproyecto-2.02- simulación de la operación ferroviaria.

Se han estudiado 5 escenarios diferentes que se corresponden a distintos horizontes temporales y las condiciones de mayor sollicitación para el sistema, quedando automáticamente verificadas las condiciones con requerimientos inferiores. Estos horizontes temporales son coherentes con los del estudio de demanda.

Los escenarios simulados son:

Línea 2

- Escenario A servicio a 3' en el tramo Estación Central – Municipalidad de Ate;
- Escenario B servicio a 3' en toda la Línea 2 y servicio a 1,5' en el tramo Elio – Óvalo;
- Escenario C servicio a 3' en toda la Línea 2 y servicio a 1,5' en el tramo Estación Carmen de la Legua (L2) – Óvalo Santa Anita;
- Escenario D-1 servicio a 1,5' en toda la Línea 2;
- Escenario D-2 en condiciones degradadas;

- Escenario E en condiciones de saturación, intervalo de 80" en toda la red. 001962

El escenario C se refiere al mismo año que el escenario B, pero suponiendo un servicio de refuerzo en un tramo más largo.

El escenario E se refiere a una hipótesis límite de reducción del intervalo a 80 segundos.

Línea 4

- Escenario A con servicio a 6' en toda la línea;
- Escenario B con servicio a 3' en toda la línea;
- Escenario C con servicio a 1,5' en toda la línea.

En la figura adjunta se muestra la articulación del servicio en la línea 2 en cada uno de los 5 escenarios.

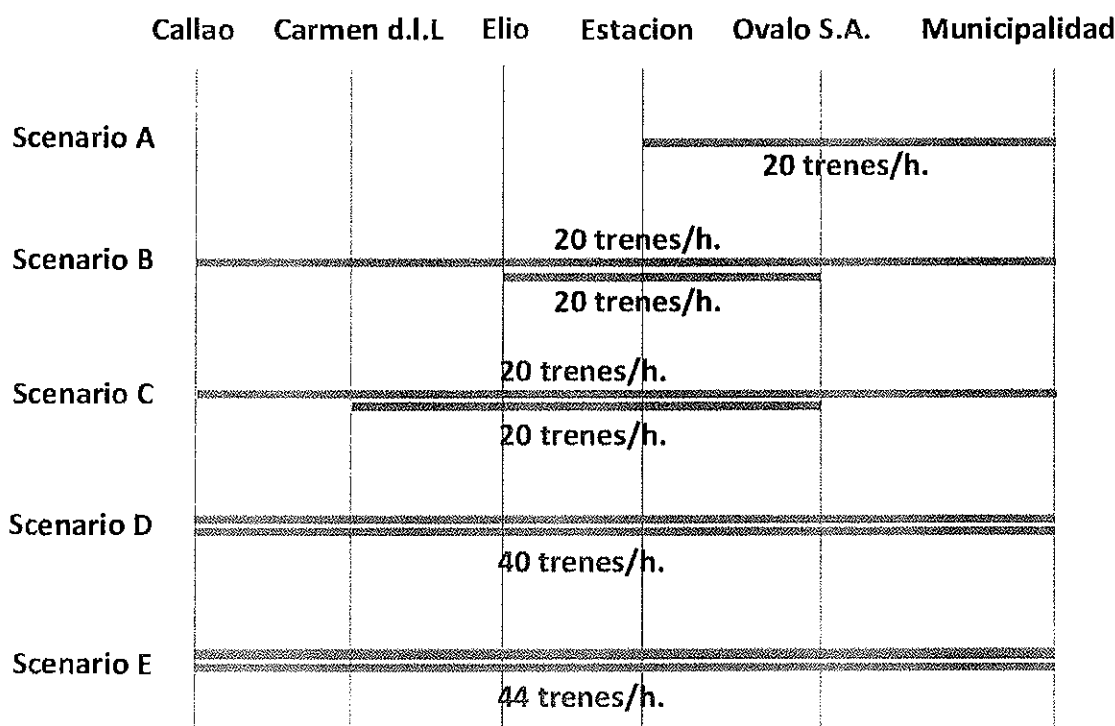


Figura 2.4.1 Esquema de servicios

2.3.2 Características de la velocidad

Para el estudio previo, se ha considerado una velocidad máxima de **80 Km/h** para toda la longitud de las líneas 2 y 4.

(Faint text and stamp)

En el Análisis Detallado, características de la velocidad reales serán utilizadas tal y como se indica en el Anexo A de este reporte.

001963

2.4 REQUERIMIENTOS DE LA ESTRUCTURA DISEÑADA

Las dimensiones generales de la vía son las siguientes:

DESCRIPCIÓN	VALOR	
Velocidad	80	Km/h
Ancho Trocha	1435	mm
Ancho entrevía recta	3.8	m
Pendiente máx. túnel	3.5	%
Pendiente máx. estaciones	0.3	%
Pendiente máx. vías estacionamiento	0.15	%
Radio mínimo curvas horizontal	280	m
Sobre elevación en curvas	150	mm
Radio mínimo vertical	3000	m
Pendiente promedio terreno	1.3	%
Cota más baja riel	-14.62	msnm
Cota más alta riel	328.90	msnm
Profundidad promedio riel	20	m
Profundidad mínima riel	16	m
Profundidad máxima riel	34.10	m
Cobertura general en túnel	10	m
Distancia máxima entre estaciones (eje-eje)	1900	m
Distancia mínima entre estaciones (eje-eje)	705	m

Tabla 2.5.1 Características Líneas 2 y 4

2.4.1 Sección tipo en TBM

La solución más adecuada es la de la excavación mecanizada de un túnel simple, mediante la utilización de TBM, capaz de garantizar las condiciones necesarias de estabilidad de la excavación en la fase del avance de la misma.

El desarrollo del estudio del gálibo estático y dinámico de los trenes permitió determinar el diámetro mínimo del túnel en 9,20 m cumpliendo con las especificaciones internacionales de seguridad.

001965

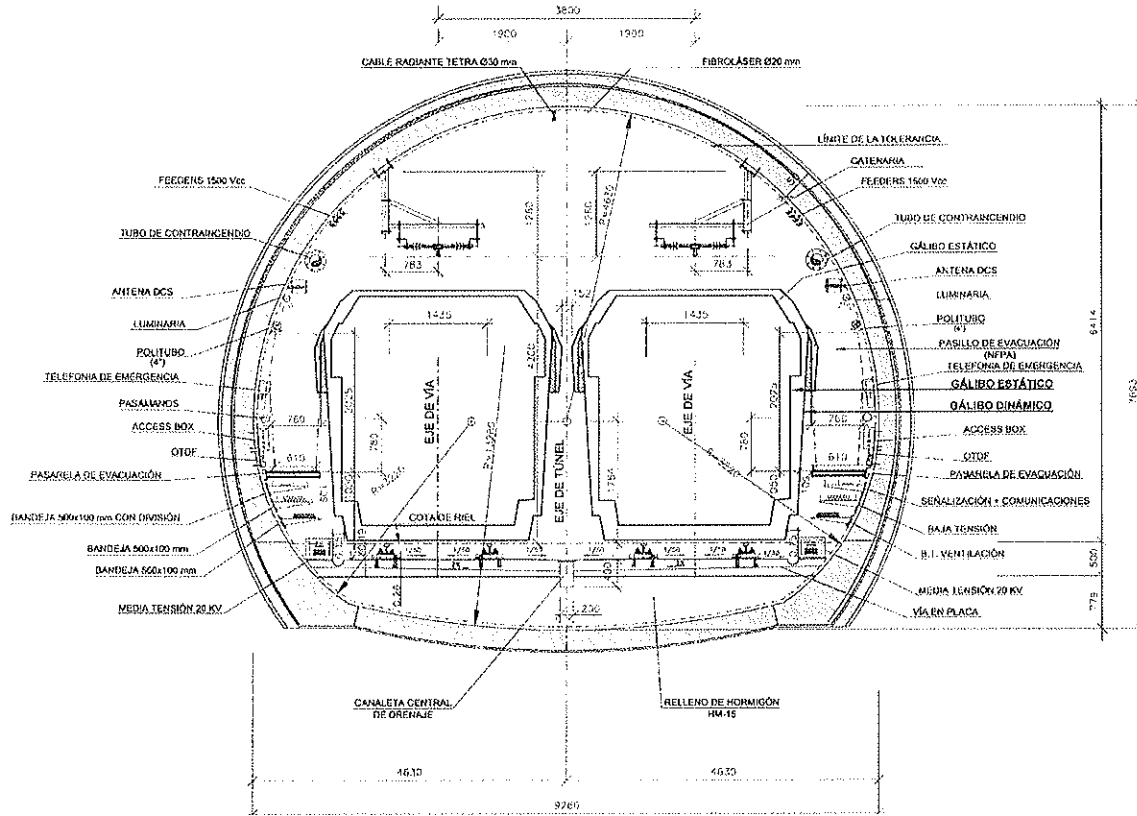


Figura 2.4.2.1. Sección tipo caverna tradicional

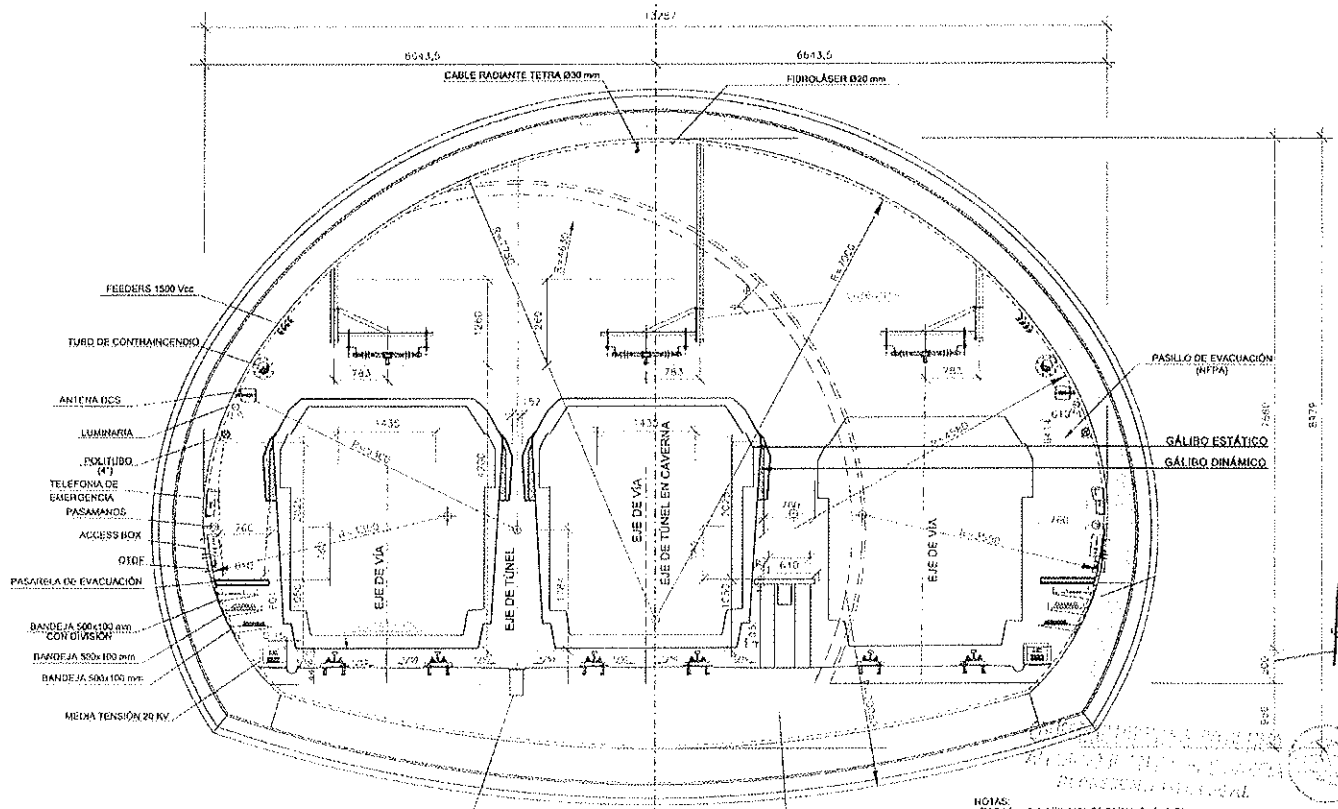


Figura 2.4.2.2. Sección tipo de tercera vía en túnel convencional

001966



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALMACÉN DE MATERIALES
REPARACIÓN DEL METRO 

3 METODOLOGÍA

001967

3.1 ESTUDIO PREVIO

Para el estudio previo, la metodología para la "Evaluación General" descrita en el FTA VA-90-1003-06 es utilizada.

El propósito de la Evaluación general es el de proporcionar un método relativamente simple para la estimación de los niveles generales de ruido y vibraciones de suelo a fin de ser comparados con los criterios de aceptación. En muchos proyectos, este tipo de análisis será suficiente para realizar la evaluación de impacto ambiental. En los casos donde problemas potenciales son detectados, un Análisis Detallado durante la fase final del diseño es hecho a fin de definir con precisión la severidad del impacto y diseñar medidas atenuantes.

Esta metodología permite realizar un estudio previo para indicar las áreas que no requieren ningún tratamiento específico (mitigación) y áreas que requieren algún tipo de medida mitigante. La metodología está basada en parámetros generales tal como lo son la velocidad del vehículo, tipo y condiciones de rueda y riel, características de la cimentación de los edificios y número de plantas por encima de la planta baja.

A partir de la figura que se muestra a continuación, y aplicando algunas correcciones, se ha hecho un recorrido del trazado, utilizando el perfil vertical y horizontal:

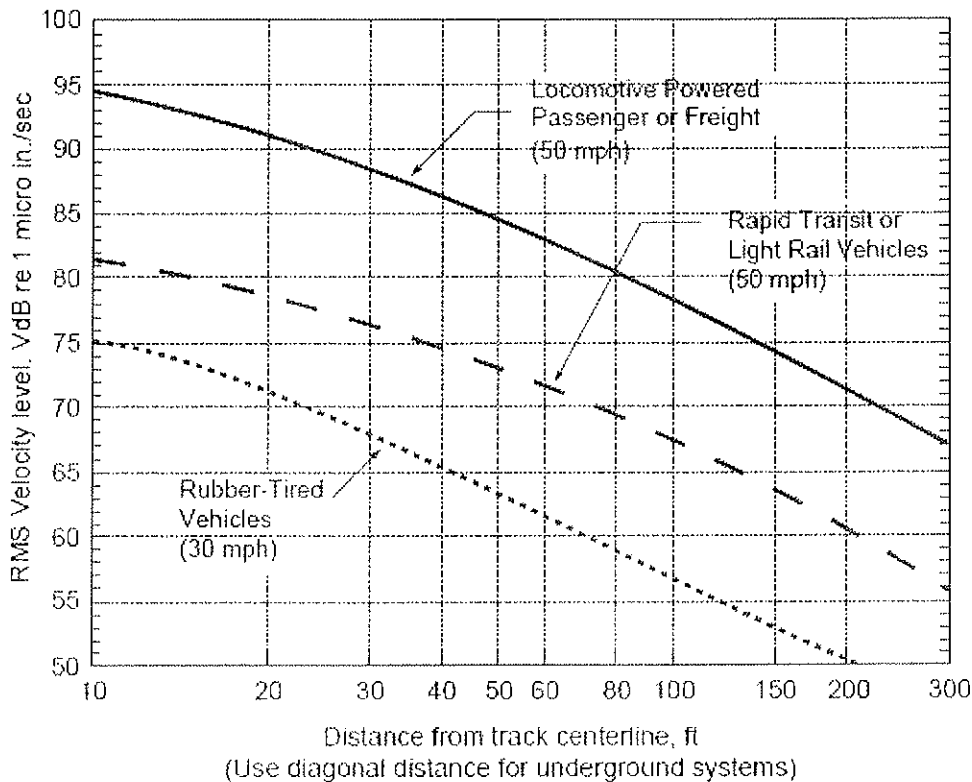


Figura 3.1.1 Evaluación general según el FTA

CONSORCIO METRO DE LIMA
ALFREDO PAUL DEL JACON
ELIMINADO

3.2 ESTUDIO DETALLADO

3.2.1 Introducción

Para el Análisis Detallado, D2S propone un planteamiento híbrido desarrollado por D2S International tal y como se define en la ISO 14837 y que se apega en gran medida al procedimiento descrito en el documento FTA VA-90-1003-06 usando mediciones in-situ para validar y mejorar los modelos tomando en cuenta los parámetros de material rodante y túnel/vía específicos del proyecto. Para el Análisis Detallado se requiere considerar la importancia relativa que tienen los diversos componentes de la frecuencia.

3.2.2 Mediciones de niveles de vibración pre-existentes

Con el fin de caracterizar la situación existente actualmente, varias mediciones de vibraciones serán llevadas a cabo a lo largo del trazado.

Los máximos niveles de vibraciones generados por fuentes existentes (principalmente tráfico rodado) serán medidos, en diferentes secciones, en los cimientos de los edificios o en el suelo en frente del edificio.

Las mediciones son también de gran valor después del proyecto constructivo, durante operación, para demostrar que las posibles quejas son frecuentemente infundadas.

3.2.3 Estudio de control de vibraciones

La circulación de metros sobre las vías genera vibraciones que se propagan a través del suelo hasta las cercanías de los edificios.

En base a datos almacenados, los niveles de vibración esperados en las proximidades de los edificios debidas al tráfico del metro serán estimados en bandas de 1/3 de octava en el rango de frecuencia de 8 Hz – 80 Hz.

Cuantificado de la fuente de vibración

Dependiendo de los datos disponibles, el cuantificado de las amplitudes de impacto dinámicas en el contacto rueda-riel se basará:

- en el espectro de densidad de fuerza de vibración (vibration force density spectrum) para el vehículo medido en una vía similar, suministrado por el fabricante del vehículo.

O:

- en la nueva medida del espectro de densidad de fuerza de vibración del material rodante. Ingenieros de D2S realizarán estas mediciones en un tramo de pruebas del fabricante del material rodante o en un tramo similar con el mismo vehículo en cualquier parte del mundo.

O:

- en la teoría del plano de rueda (wheel flat) equivalente, teniendo en cuenta los principales parámetros de la vía y el material rodante.




 2
 4



Empleando este espectro de excitación rueda-riel, los niveles de vibración en el suelo circundante serán calculados en las bandas de 1/3 de octava.

001969

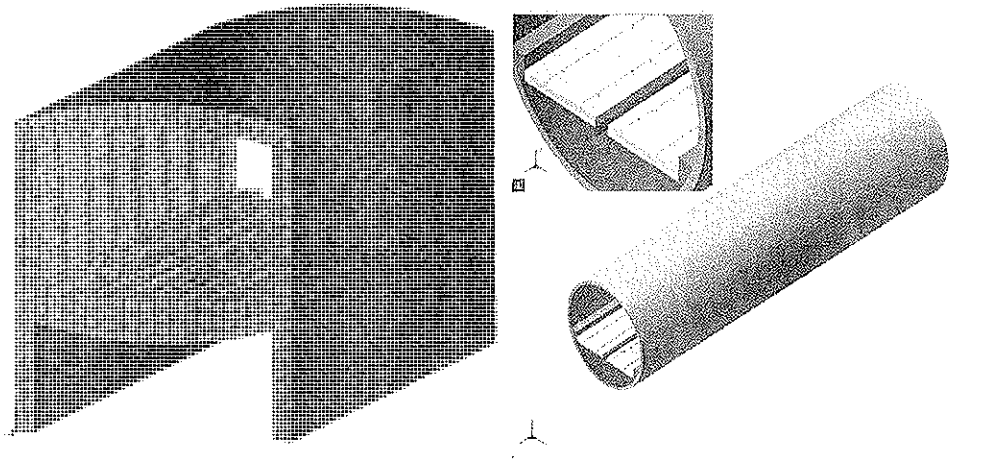


Figura 3.2.1

Propagación de las vibraciones a través del suelo

La propagación de vibraciones por el suelo desde el tramo considerado hasta las proximidades de los cimientos de los edificios serán calculados en base a las mediciones de transmisibilidad del suelo y/o valores de nuestra base de datos (basado en el estudio geotécnica ya disponible).

Utilizando el procedimiento se puede representar un segmento de un tren mediante una línea de posiciones de impacto a lo largo de la línea central de la vía a diversos intervalos. Las moviidades de transferencia de fuente de punto de banda de tercio de octava para cada ubicación del transductor se pueden resumir después siguiendo la regla trapezoidal de integración numérica para calcular directamente la movilidad de transferencia de fuente de línea.

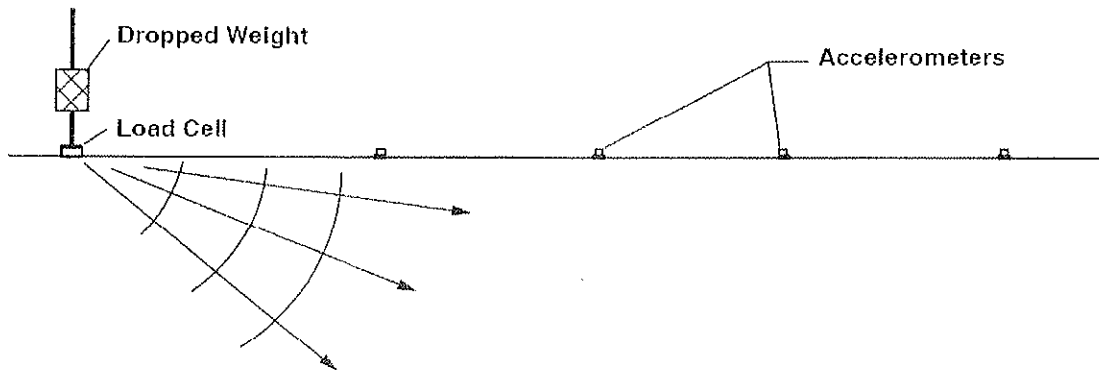
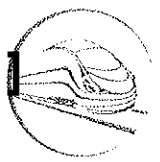


Figura 3.2.2 Se deja caer un peso con una célula dinamométrica. Los acelerómetros situados en una línea registran las vibraciones inducidas



001970

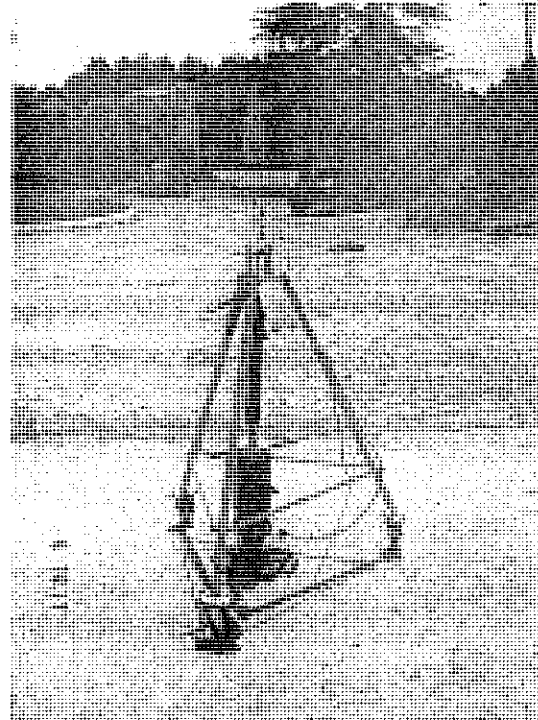
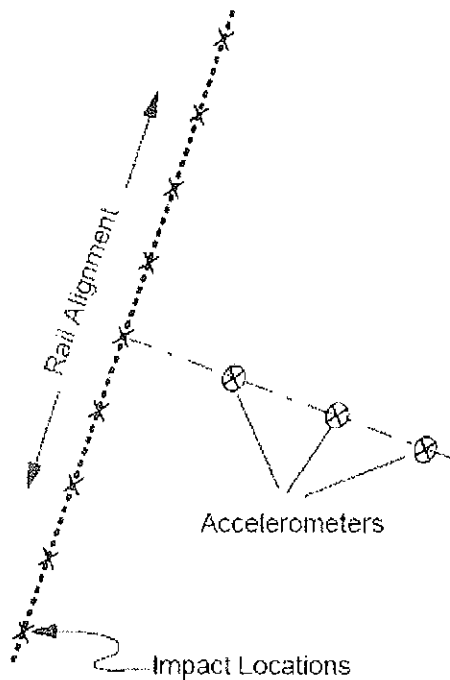


Figura 3.2.3 Una línea de impactos representa un paso de tren

Acoplamiento suelo-estructura

Para los diferentes tipos de edificaciones típicas, la propagación desde el suelo a la base de los edificios será calculados en base a curvas de acoplamiento medidas y/o valores de nuestra base de datos.

Propagación de vibraciones a través de los edificios

En lugar de emplear el factor de amplificación de 3 mencionado en el EIS, para los diferentes tipos de edificio típicos, la propagación de vibraciones desde los cimientos hasta la totalidad de la estructura de la edificación serán calculados de manera más precisa basándose en las curvas de amplificación medidas o valores de nuestra base de datos.

Comparación de los niveles de vibración con el criterio de vibraciones

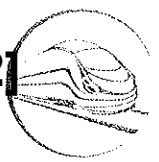
Una vez estimado numéricamente el espectro de vibraciones dentro de los edificios, éste será comparado con el máximo nivel de vibraciones admisible. Se extraerán conclusiones a cerca de los niveles de mitigación requeridos (también en caso de presencia de trabajos en vía especiales).

Ruido inducido

El ruido inducido dentro de los edificios se calculará numéricamente, teniendo en cuenta los valores típicos para la absorción acústica de las superficies de la habitación. Estos niveles se compararon con los criterios de ruido inducido.

CONSORCIO [2321] NUEVO METRO DE LIMA
AL PROYECTO DE LICITACIÓN
RESPUESTA TÉCNICA





001971

3.2.4 Definición de las medidas de mitigación

La selección de las medidas más adecuadas se llevará a cabo en colaboración con AYESA-EUROESTUDIOS con objeto de optimizar:

- La correspondencia entre la atenuación de vibraciones y las prestaciones del sistema.
- El impacto económico en el proyecto de los sistemas elegidos.
- La estandarización de los sistemas de vía elegidos en el proyecto global.
- El coste del ciclo de vida de los sistemas de vía elegidos.

Para los sistemas de vía seleccionados, se suministrarán esquemas apropiados. No se incluye la realización de planos detallados.

3.2.5 Validación de las medidas de mitigación

Las prestaciones de las medidas de atenuación requeridas se validarán efectuando los cálculos descritos en el apartado anterior, incluyendo las características de mitigación de los sistemas de vía.

Los espectros de vibración calculados se compararán con los máximos valores permitidos.

3.2.6 Mediciones de control durante la primera operación del metro

Durante las primeras pruebas con el material rodante, se llevarán a cabo las mediciones de control de vibraciones en algunos tramos, que se determinará en colaboración con AYESA-EUROESTUDIOS y su cliente.

Si acceso en los edificios es posible, estas mediciones consisten en la medición del ruido inducido y los espectros de vibraciones transmitidas por el interior de una habitación típica y la validación de los niveles medidos frente a los niveles límites.

Además se puede comprobar el funcionamiento de las medidas correctoras en los túneles.

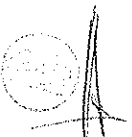
3.2.7 Medios materiales

3.2.7.1 Simulación de vibraciones

Como distribuidor certificado del MSC.SOFTWARE, D2S International distribuye el software y ofrece servicios de consultorio con estas herramientas de elementos finitos.

Carpeta de productos MSC.SOFTWARE: NASTRAN, PATRAN, ADAMS.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 WILSON P. GARCÍA SANCHEZ
 REPRESENTANTE LEGAL

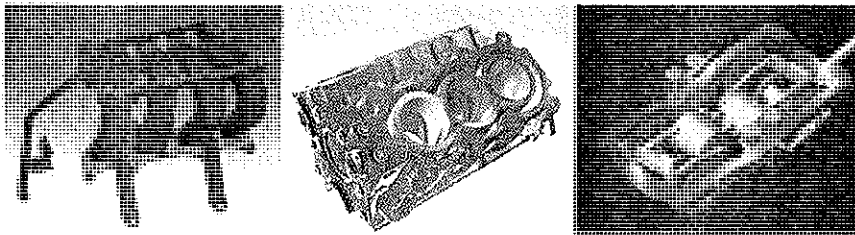


MSC.Software principal proveedor global de soluciones para el desarrollo de productos virtuales ofrece software, servicios y sistemas de simulación para ingeniería informática (Computer Aided Engineering -CAE). MSC.Software ayuda a miles de compañías de sectores

de actividad, integrando información, tecnología, software, servicios y sistemas para facilitar un desarrollo más eficiente y más rápido para el liderazgo del producto en el mercado. La central de MSC.Software se encuentra en Santa Ana, California, MSC.Software emplea a más de 1200 personas en 23 países.

MSC.Software Solutions permite a las empresas de los más diversos sectores desarrollar y comprobar sus productos en el mundo virtual – desde los primeros bocetos de diseño pasando por la construcción de modelos digitales hasta el análisis de prototipos virtuales. MSC.Software Solutions abarca desde herramientas de simulación con CAD integrado, análisis de Elementos Finitos independiente (FEA) y Simulación Multi-Cuerpos (MBS), a la gestión del proceso y los datos de simulación. Al mismo tiempo ofrece un servicio de consultoría individual, también se imparte formación y asistencia técnica para asegurar unas soluciones eficientes.

MSC.Software ejerce su actividad desde hace más de 40 años en el área de la simulación y trabaja conjuntamente con sus clientes para definir la solución en software de próxima generación y soluciones de simulación interfaz. Los objetivos para desarrollos futuros de MSC son la captura de procesos y el conocimiento de reutilización y la capacidad de incluir efectos multidisciplinarios como parte del sistema de simulación.



Soluciones Multidisciplinarias (MD)

MD Solutions representa herramientas estrechamente integradas que permiten análisis multidisciplinarios.


MD Nastran combina los tipos de análisis más comunes en un modelo de datos integrado simple y reduce significativamente errores y aumenta la productividad de simulación para un amplio rango de aplicaciones multidisciplinarias.

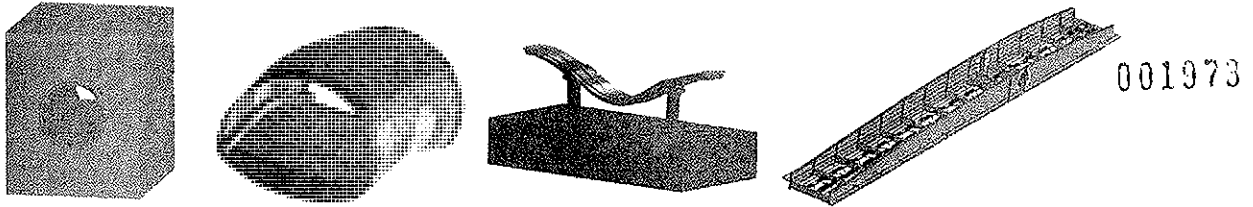
MD Patran complementa MD Nastran con funcionalidades multidisciplinarias para el pre y post proceso y ofrece un amplio rango de herramientas para el modelaje de simulación y creación de geometría y manejo.

MD Adams permite realizar análisis cinemáticos y cinéticos de sistemas multi-cuerpos en un entorno integrado. Tiene conexión de redes con MD Nastran para NVH y análisis de vida de productos a igual que un módulo para gestionar subsistemas de ingeniería mecánica y electrónica.

D2S International tiene una amplia experiencia en la utilización de herramientas de elementos finitos y pone a su disposición know-how.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO PÉREZ DE ARRIAGA
 REPRESENTANTE LEGAL





La combinación de software de elementos finitos (como MSC.SOFTWARE's solutions) + los módulos del pre y post proceso de D2S ya ha sido extensamente utilizado en grandes proyectos, es decir:

- Análisis de Vibraciones en una nueva línea ferroviaria en Estambul (para CEGELEC)
- Metro Líneas 2 & 3 de la línea de Atenas (en 1992) + sus extensiones (en 2002)
- Comparación de los beneficios de varios tipos de vía de mitigación de vibraciones para el Metro de Málaga (España)
- Estudio de Vibraciones de un proyecto de línea de carga entre Lyon & Montmélian (Francia)
- Estudio de impacto de Ruido y vibraciones sobre el proyecto de un túnel ferroviario de 10 km de longitud por el cual se circularía a velocidades entre 160 y 230 km/h entre la estación Paris Este y el Aeropuerto internacional Charles de Gaulle (Paris, Francia)
- Estudio de Ruido y Vibraciones de una línea de Tranvía nueva en Burdeos (Francia)
- Estudio de Ruido estructural y vibraciones de la línea azul de MRTA en Bangkok (Tailandia)
- Simulación Numérica del comportamiento de las vibraciones de la vía de CTRL (Channel Tunnel Rail Link, Inglaterra) para diseñar el sistema de fijación más adecuado.
- Estudio de Ruido y vibraciones de la extensión Erasme del Metro de Bruselas (Bélgica)
- Estudio de Ruido y vibraciones de una extensión de línea de tranvía en Amberes (Bélgica)
- Estudio de ruido y vibraciones del metro de Amsterdam (Países Bajos).

Además, se utilizan de forma extensa para el modelaje numérico del comportamiento dinámico de muchos puentes y viaductos, es decir:

- Gavignot Bridge (SNCF, Francia)
- Paris, viaductos del Norte en la línea de metro 2, Puente de Pecq en línea A1 RER, los puentes de la línea 2 del tranvía en Sèvres y Suresnes, Viaducto de Austerlitz en la línea 5 del (RATP, Francia)
- Dos puentes de hormigón pretensados en Mulhouse (TTM, Francia)
- Los Viaductos de Antoing y Visé, el Puente de Ganshoren (SNCB, Bélgica).

3.2.7.2 Mediciones

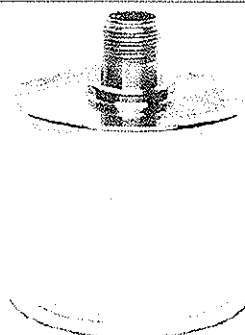
Acelerómetros

Clase	Constructor	Modelo	Número de serie	Sensibilidad	Anchura de banda
transductor	PCB	393M42	2848	1.13V/g	0.01-800 Hz(3dB)
transductor	WILCOXON	731 ^a	2707	10.0V/g	0.05-700 Hz(3dB)
transductor	WILCOXON	731 ^a	963	10.3V/g	0.05-700 Hz(3dB)
transductor	WILCOXON	731 ^a	965	9.9V/g	0.05-700 Hz(3dB)
transductor	WILCOXON	731 ^a	966	9.9V/g	0.05-700 Hz(3dB)



001974

Clase	Constructor	Modelo	Número de serie	Sensibilidad	Anchura de banda
transductor	WILCOXON	731 ^a	1325	10.1V/g	0.05-700 Hz(3dB)
transductor	WILCOXON	731 ^a	1326	9.9V/g	0.05-700 Hz(3dB)
transductor	WILCOXON	731 ^a	1327	9.8V/g	0.05-700 Hz(3dB)
transductor	WILCOXON	731 ^a	1328	10.1V/g	0.05-700 Hz(3dB)
transductor	WILCOXON	731 ^a	1728	10.4V/g	0.05-700 Hz(3dB)
transductor	WILCOXON	731 ^a	1704	10.3V/g	0.05-700 Hz(3dB)



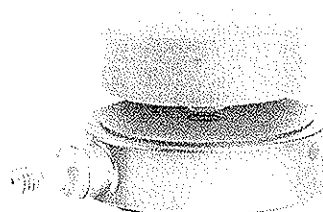
Acelerómetro Wilcoxon 731A



Acelerómetro PCB 393M42

Sensores de la fuerza

Clase	Constructor	Modelo	número de serie	sensibilidad	Anchura de banda
Transductor	PCB	200C20	3509	5.19e-5V/N	0.0003-40000 Hz (5%)
Transductor	PCB	200C20	4093	5.834e-5V/N	0.0003-40000 Hz (5%)

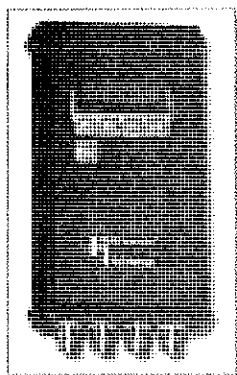


Sensor de la fuerza: PCB 200C20

Adquisición

Clase	Constructor	Modelo	número de serie	sensibilidad	Anchura de banda
Registrador	National Instruments	NI 9233	12969ED	24 BIT	0.5 Hz-20 kHz
Registrador	National Instruments	NI 9233	129694C	24 BIT	0.5 Hz-20 kHz
Registrador	National Instruments	NI 9233	129695D	24 BIT	0.5 Hz-20 kHz
Registrador	Head Acoustics	Squadriga	13690229	24 BIT	4 Hz – 20 kHz
Registrador	Head Acoustics	Squadriga	13690299	24 BIT	4 Hz – 20 kHz
Registrador	Head Acoustics	Squadriga	13690144	24 BIT	4 Hz – 20 kHz

001975



Head Squadriga



National Instruments NI 9233

Micrófonos

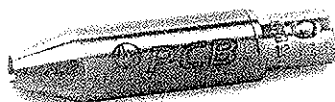
Clase	Constructor	Modelo	número de serie	sensibilidad	Anchura de banda
Micrófono	G.R.A.S.	26CA	33390	24 BIT	20 Hz-20 kHz
Micrófono	G.R.A.S.	26CA	71568	24 BIT	20 Hz-20 kHz
Micrófono	G.R.A.S.	26CA	71569	24 BIT	20 Hz-20 kHz
Micrófono	PCB	130D20	15935	24 BIT	20 Hz-15 kHz
Micrófono	PCB	130D20	15936	24 BIT	20 Hz-15 kHz
Micrófono Preamplificador	PCB	130P10	11495	24 BIT	10 Hz-20 kHz
Micrófono Preamplificador	PCB	130P10	12658	24 BIT	10 Hz-20 kHz
Micrófono	PCB	130C10	12884	24 BIT	20 Hz-15 kHz
Micrófono	PCB	130C10	11660	24 BIT	20 Hz-15 kHz
Micrófono Preamplificador	Larson Davis	LD828	1084	24 BIT	10 Hz – 20 kHz
Micrófono Preamplificador	Larson Davis	LD828	723	24 BIT	10 Hz – 20 kHz
Micrófono	Larson Davis	LD2541	4096	50 mV/Pa	10 Hz – 20 kHz
Micrófono	Larson Davis	LD2541	5124	50 mV/Pa	10 Hz – 20 kHz
Micrófono	Larson Davis	LD2541	3446	50 mV/Pa	10 Hz – 20 kHz
Analizador de ruido	NORSONIC	140	1403000	50 mV/Pa	20 Hz – 20 kHz



Micrófono G.R.A.S. 26CA



Micrófono PCB 130D20

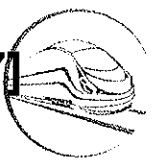


Micrófono Preamplificador: PCB 130P10

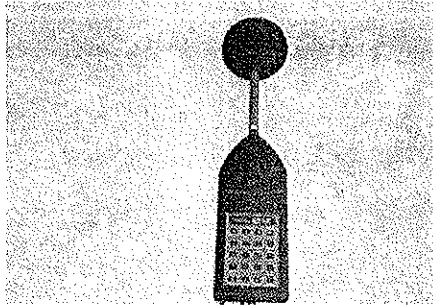


Micrófono: PCB 130C10

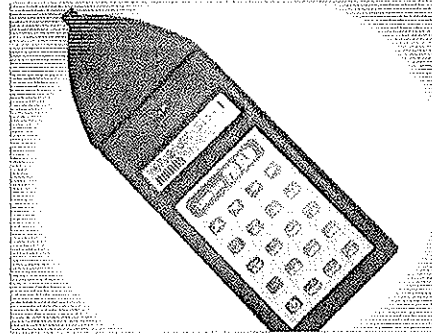
CONSULTA EN: **SECRETARÍA DE GESTIÓN**
 DEPARTAMENTO DE LICITACIONES
 AV. GAMBETTA 1000, LIMA
 TEL: 011 4760000



001976



Larson Davis 2541

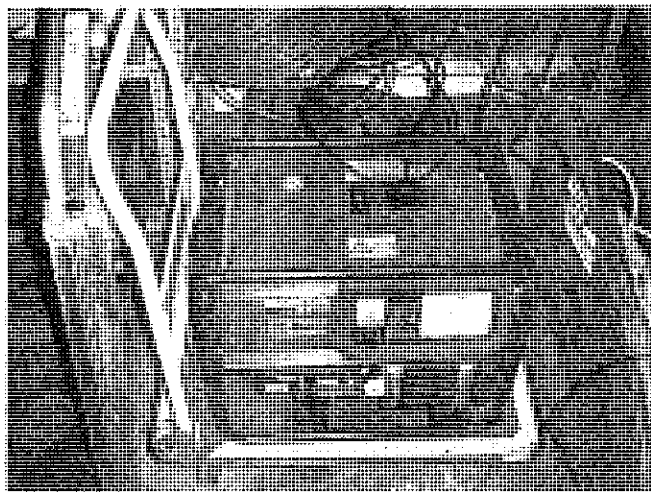


Larson Davis 828



Analizador de ruido Norsonic 140

Generador eléctrico

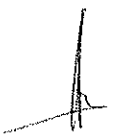


Generador eléctrica: Honda

CONSORCIO PROMOCIONAL DEL METRO DE LIMA
ALFONSO TELLO TORO, PRESIDENTE
BUENOS AIRES, PERÚ



001977



AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
ALIANZA PARA EL NUEVO METRO DE LIMA
PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN

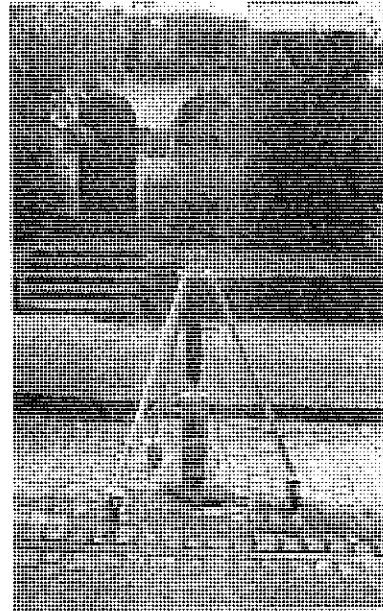
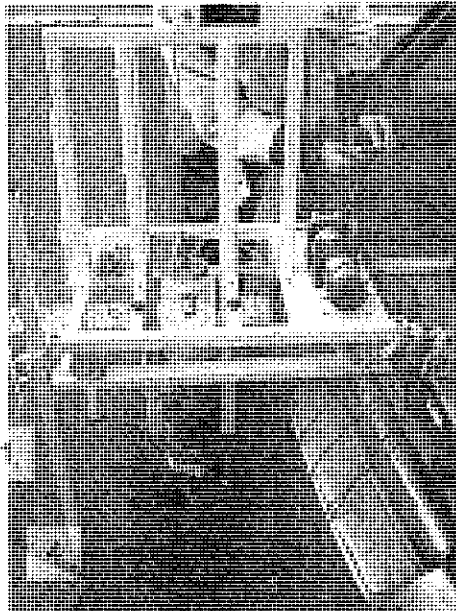




Generador del impulso

001978

2

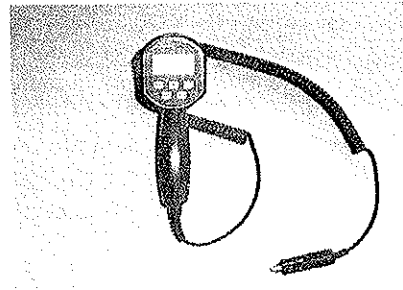
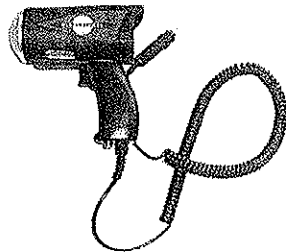


Generador del impulso (motor eléctrico)

Tripode

1	Masa
2	Imán
3	Motor eléctrico
4	Sensor de la fuerza

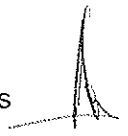
Pistola indicadora de velocidad (Bushnell)



Pistola indicadora de velocidad (Bushnell)

3.2.8 Propuestas de los puntos de medición para la validación del modelo

Basada en el estudio previo, D2S International propone un número de puntos de medición los cuales proveerán la información necesaria para poder completar el Análisis Detallado:

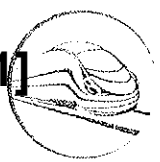


CONSORCIO PROMOCIONAL LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA



Numero de investigación	Línea	Ubicación	Lugar de investigación
1	4	Hospital San Jose Av. Elmer Faucett	6+250.00 Este
2	2	Zona Residencial Guardia Chalaca y Av. Puno	0+650.00 Norte o Sur
3	2	Zona Residencial Guardia Chalaca y Av. Oscar Benavides	1+700.00 Norte
4	2	Zona Residencial Av. Oscar Benavides y calle Laredo	2+150.00 Norte
5	2	Iglesia Carmen de la Legua	5+125.00 Norte
6	2	Escuela de Ingenieria y de Minas Av. Oscar Benavides	6+300.00 Sur
7	2	Facultad de Ingenieria de Sistemas Av. German Amezaga	6+525.00 Sur
8	2	Zona Residencial Av. German Amezaga	7+150.00 Norte
9	2	Zona Residencial Av. German Amezaga y Francisco Moreyra	7+450.00 Norte
10	2	Zona Residencial Av. Venezuela y Saenz Pena	9+925.00 Sur
11	2	Zona Residencial Av. Arica y JR Napo	10+300.00 Norte
12	2	Zona Residencial Av. Arica y JR Huaraz	11+250.00 Norte o sur
13	2	Zona comercial / Residencial Paseo de la Republica y 28 de Julio	12+750.00 Sur
14	2	Zona comercial / Residencial Av. 28 de Julio (Plaza Manco Capac)	13+150.00 Norte
15	2	Zona comercial / Residencial Av. 28 de Julio JR. Mendoza Merino	13+775.00 Norte
16	2	Zona comercial / Residencial Av. 28 de Julio y JR Huanuco	14+650.00 Norte
17	2	Zona comercial / Residencial Av. 28 de Julio y Av. San Pablo	15+300.00 Norte
18	2	Zona Residencial Av. Nicolas Ayllon y Angel Descalzi	16+350.00 Sur

001979



Numero de investigación	Línea	Ubicación	Lugar de investigación
19	2	Zona Residencial Av. Nicolas Ayllon y Hector Marisco	16+650.00 Sur
20	2	Zona Residencial Av. Nicolas Ayllon y Av Santa Ana	18+200.00 Sur
21	2	Clínica / Hospital Av. Nicolas Ayllon y calle La Cultura	22+650.00 Norte
22	2	Zona Commercial Av. Nicolas Ayllon y calle Simon Bolivar	24+425.00 Norte

001980

Tabla 3.2.1

Niveles de vibraciones preexistentes serán registrados en estos puntos y se harán mediciones sobre el acoplamiento terreno-estructura y de amplificación a fin de clasificar las edificaciones y el terreno. Se realizará una investigación a fin de poder representar la propagación de las vibraciones.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
PERÚ

4 ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTORAS

001981

4.1 INTRODUCCIÓN

Los metros inducen vibraciones y ruidos estructurales. El objetivo de este capítulo es proporcionar una perspectiva general de las posibles medidas de mitigación.

Las medidas de mitigación son necesarias cuando las vibraciones provocan incomodidades o daños al entorno. La mitigación se puede lograr mediante tres soluciones principales:

- Aislamiento en la fuente;
- Aislamiento durante la propagación;
- Aislamiento en el receptor.

Es importante señalar que algunas técnicas de mitigación de vibraciones influyen tanto en la fuente como en la propagación. Las medidas de mitigación se deben determinar para cada situación en particular dependiendo del número/tipo de fuentes y el número/tipo de receptores. Por ejemplo, para proteger de vibraciones y ruido estructurales una zona con alta densidad de población se recomiendan medidas de mitigación en la fuente

4.2 AISLAMIENTO EN LA FUENTE

4.2.1 Alineación de la rueda

La alineación de la rueda reduce las irregularidades que se pueden presentar en la superficie de rodadura (como desgastes tipo "aplanamiento de rueda") y también reduce la rugosidad de la rueda. Como el mecanismo de generación de vibraciones por los trenes es consecuencia de la interacción rueda-carril, la alineación de la rueda tiene gran influencia en la reducción de las vibraciones sólo si la rugosidad de la rueda es superior a la rugosidad del carril. Esto no sucede si los carriles han sufrido desgaste ondulatorio. El "aplanamiento de rueda", juntas de carriles de mala calidad o carriles con desgaste ondulatorio pueden provocar niveles de vibración superiores de 10 a 20 dB respecto los niveles obtenidos en ruedas lisas que circulen sobre carriles continuos soldados y lisos.

4.2.2 Prevención de las irregularidades en la superficie de la rueda

El planteamiento actual para evitar o reducir al mínimo la generación de "rueda plana", es incluir en las nuevas unidades sistemas de prevención de deslizamiento y en algunos casos, acondicionar los vehículos existentes con sistemas simplificados de controles de deslizamiento.

Otros enfoques para reducir al mínimo la generación de "aplanamiento de rueda" son:

- Implantación de métodos mejorados de lubricación en curvas (o mejor mantenimiento de los lubricadores actuales) para evitar la contaminación de las superficies de rodadura.
- Optimización de las propiedades mecánicas de las ruedas para reducir la susceptibilidad a ruedas planas.
- Uso de frenos de disco en sustitución a los frenos de llanta.



4.2.3 Detección de irregularidades en la superficie de la rueda

001982

Aunque los sistemas de detección de rueda plana o de excesiva rugosidad no son necesariamente una técnica de control de las vibraciones, significan una ayuda para determinar qué ruedas necesitan mantenimiento y descartar las ruedas que generen molestias por excesiva vibración en los edificios cercanos.

4.2.4 Amolado del carril

El amolado del carril se utiliza para eliminar las imperfecciones de laminación y soldadura en carriles nuevos y para reperfilar y eliminar el desgaste ondulatorio de carriles desgastados. De la misma forma que en la alineación de la rueda, la efectividad del amolado del carril para reducir la vibración y ruido estructurales depende en gran medida del estado de la superficie de rueda y carril antes del amolado.

En ausencia del efecto ruedas planas, amolar un carril nuevo (con cascarilla de laminación todavía presente) o un carril que sufra un desgaste normal (sin desgaste ondulatorio) conlleva una reducción de 2 a 10 dB de los niveles de vibración en el suelo. El amolado puede conseguir una reducción de 10 a 20 dB(A) en el ruido estructural cuando exista desgaste ondulatorio del carril.

4.2.5 Soldadura y alineación del carril

También se puede esperar que toda disposición que reduzca la gravedad de los impactos (que se producen cuando las ruedas En este sentido, la sustitución de los carriles con juntas por carriles soldados continuos es la solución más beneficiosa, pues las juntas soldadas (si están bien amoladas) eliminan las irregularidades de las juntas entre carriles. Un cuidadoso mantenimiento y una alineación de las juntas empernadas resultan beneficiosos cuando existan esas juntas, especialmente para evitar alineaciones que provoquen el "salto" de las tuedas en las juntas. De forma similar, se pueden esperar beneficios del uso de diseños de cruces y cruzamientos (p.e., cruzamientos de punto móvil) que reduzcan los impactos y suavicen la transición de la carga de la rueda de un segmento de carril al siguiente.

4.2.6 Reducción de la velocidad del tren

Reducir a la mitad la velocidad del tren disminuirá los niveles de vibración y ruido estructurales del orden de 4 a 9 dB (típicamente 6 dB). Sin embargo, la dependencia de la velocidad varía con la frecuencia y tipo de vehículo; por este motivo, la anterior relación típica de la velocidad debe utilizarse con precaución, especialmente a bajas frecuencias (comparables con el índice de giro de la rueda o la frecuencia de paso sobre la fijación -o anclaje- del carril).

4.2.7 Reubicación de cambios de vía completos

Se sabe que los cambios de vía completos provocan un importante aumento en los niveles de vibración. Si es posible, su ubicación no debe estar en el entorno inmediato de lugares sensibles.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 AV. GAMBETTA 1000 - LIMA
 TEL: 011 476 1000

10

4.3 AISLAMIENTO DURANTE LA PROPAGACIÓN

001983

4.3.1 Medidas para vías con balasto

Para que el balasto mantenga la flexibilidad y no se contamine es necesario realizar un adecuado mantenimiento.

4.3.2 Mayor altura del balasto

Un aumento de la altura del balasto reduce las vibraciones. Experimentos realizados en Alemania han demostrado que un aumento en la altura del balasto de 0,30 a 0,75 m puede reducir en algunos casos las vibraciones hasta 6 dB a frecuencias inferiores a 10 Hz.

4.3.3 Mantas bajo balasto

Las mantas bajo balasto son habitualmente capas elásticas gruesas de material elastómero, corcho, fibra de vidrio o lana de roca que se colocan debajo del balasto (véanse las figuras 4.3.1 y 4.3.2). Aunque se utilizan normalmente para mejorar el aislamiento eléctrico, el drenaje de agua o para reducir la pulverización del balasto, las mantas bajo balasto también reducen el ruido y las vibraciones.

Las capas elásticas producen amortiguación al generar un efecto de masa-muelle que transporta la energía. La máxima atenuación se consigue cuando las mantas son lo más blandas posible. Naturalmente, si son demasiado blandas aparecen problemas con la estabilidad del balasto y la fatiga del carril puede aumentar significativamente.

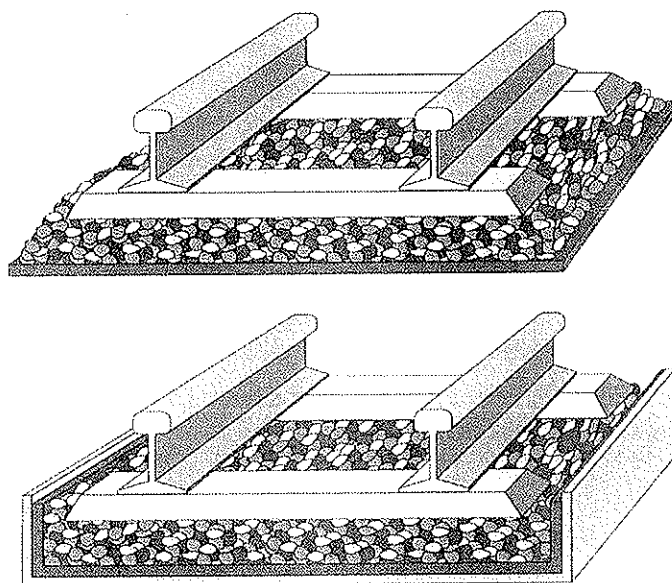
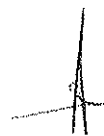


Figura 4.3.1 (Fuente: Getzner)



OTC 2017/03-0014133
ALFONSO...
REPOSICION...
[Circular stamp]

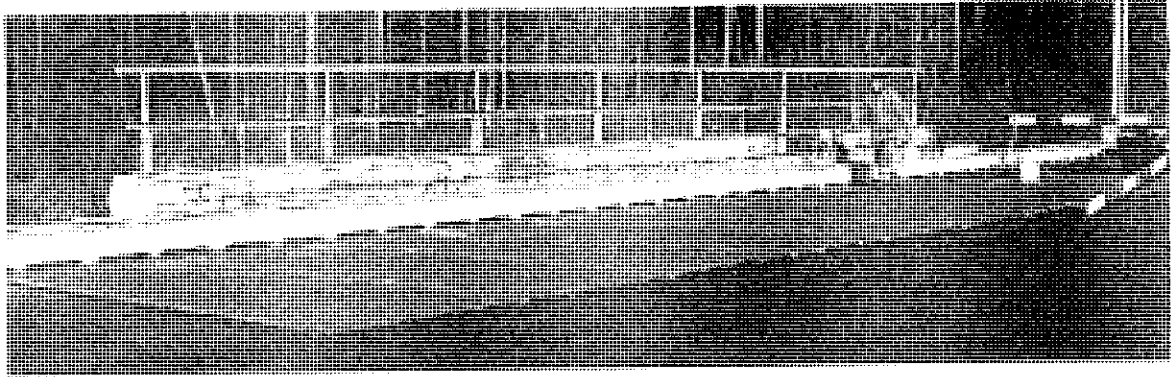
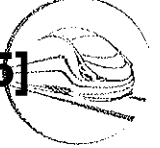


Figura 4.3.2

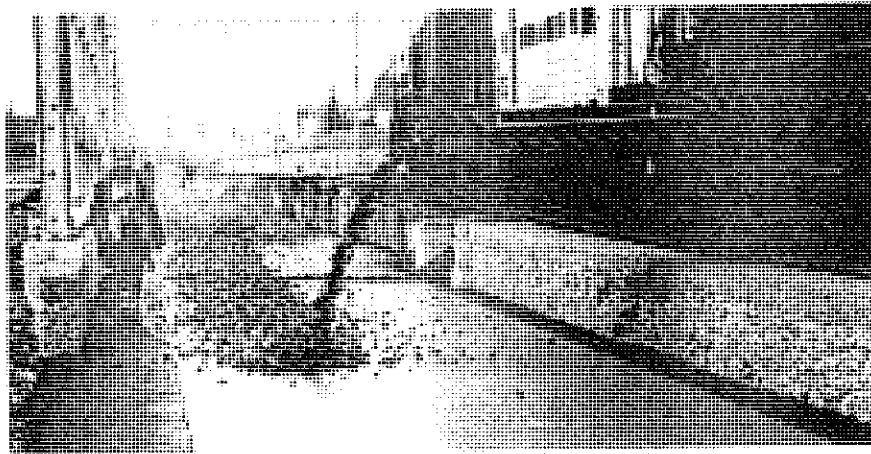


Figura 4.3.3 (Fuente: Getzner)

La figura 4.3.4 muestra la reducción de vibraciones de una manta bajo balasto típica y de una suela bajo traviesa (USP) típica en el dominio de frecuencias en relación con la instalación sin una manta bajo balasto y sin una USP. La pérdida de inserción para la manta aumenta de forma espectacular por encima de la banda de 1/3 de octava de la frecuencia central de 31,5 Hz. El funcionamiento elástico para la suela bajo traviesa es similar.

Se debe calcular el comportamiento de las mantas bajo balasto para cada ubicación en particular. Dicho comportamiento depende de su elasticidad, pero también de las características del balasto, el material rodante y las características operativas.

Las mantas bajo balasto se aplican en líneas de alta velocidad en toda Europa desde hace más de 10 años.

A

CONSORCIO [2335]
NUEVO METRO DE LIMA
[Stamp]



001985

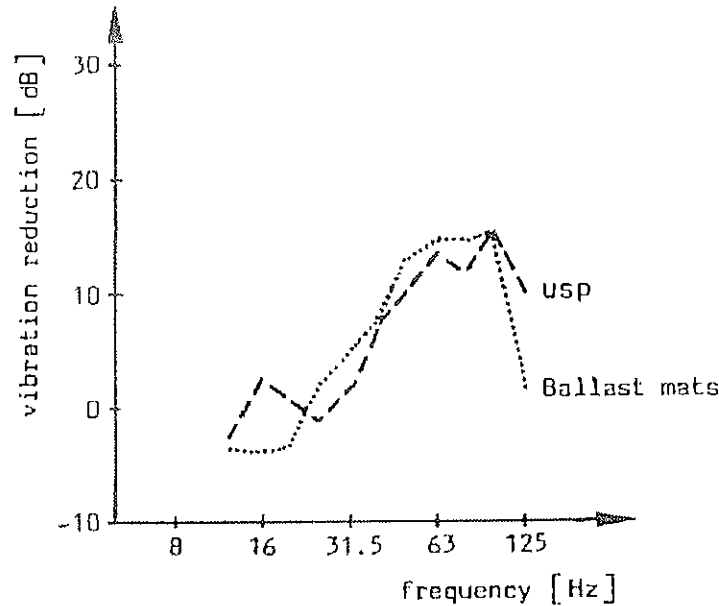


Figura 4.3.4 (Fuente: Modern Railway Track, Coenraad Esveld, pág. 360, 1989)

En la figura 4.3.5 se muestra la pérdida de inserción para una vía con balasto con y sin manta bajo balasto en una sección de túnel sobre hormigón para una situación particular (fuente: Fahrwege der bahnen, Prof. Dr.-Ing E.h. Günter Girnau, Dr.-Ing. Friedrich Krüger, pág. 449, 2007).

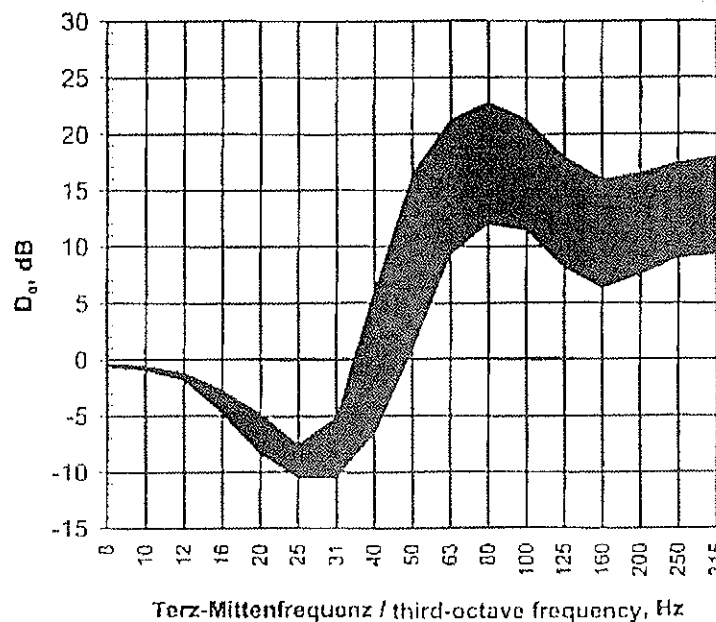


Figura 4.3.5 (Fuente: Fahrwege der bahnen, Prof. Dr.-Ing E.h. Günter Girnau, Dr.-Ing. Friedrich Krüger, pág. 449, 2007)

Suelas bajo traviesa (USP)



En los sistemas de anclaje soportados elásticamente se coloca un elemento elástico entre el anclaje y el balasto. La masa adicional que proporciona el sistema de anclaje flotante, junto con la capacidad para utilizar elementos más blandos debajo del anclaje, se puede utilizar en



las fijaciones del carril, lo que resulta en un mejor comportamiento de aislamiento de la vibración. La figura 4.3.6 muestra un comportamiento típico, dependiendo de nuevo del 001986 las características de la suela bajo traviesa y su entorno.

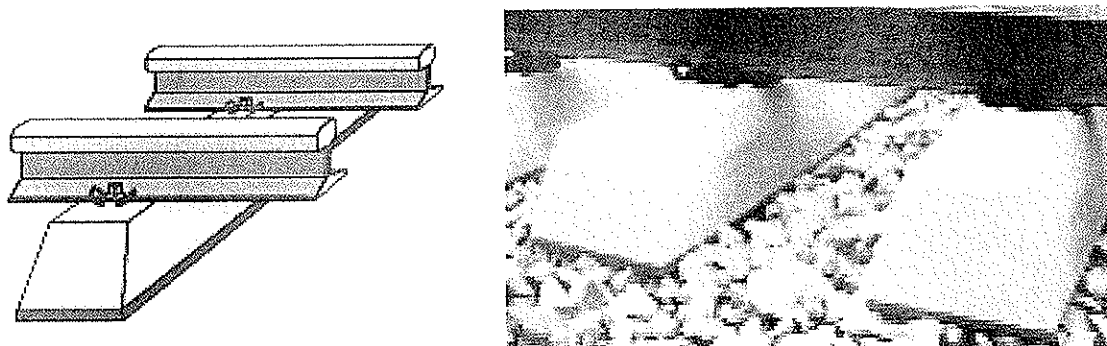


Figura 4.3.6 (Fuente: Getzner)

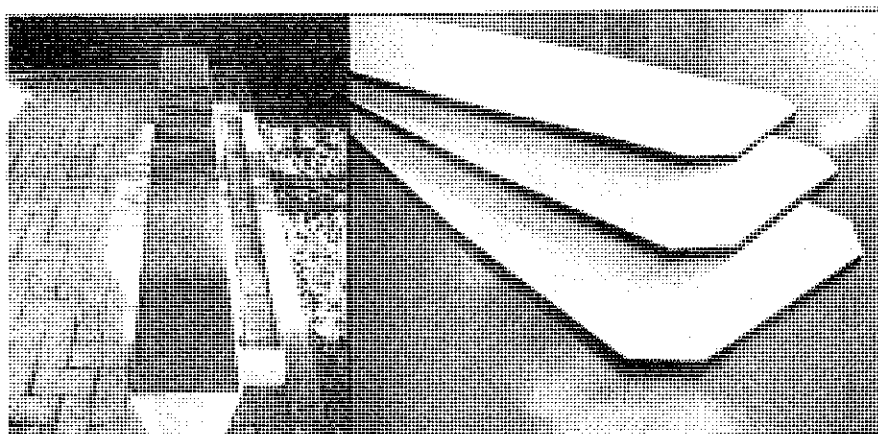


Figura 4.3.7

4.3.4 Medidas para vías en placa

4.3.4.1 Fijación elástica directa

Las fijaciones elásticas de carriles tienen tendencia a aislar el carril que vibra del resto de elementos o placas. Los módulos de soporte del carril (rigidez o resistencia de la fijación dividida por la separación de las fijaciones) influyen directamente en la transmisión de vibraciones al entorno.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ANEXO 4.3.4.1.1.1
REPRESENTACIÓN



001987

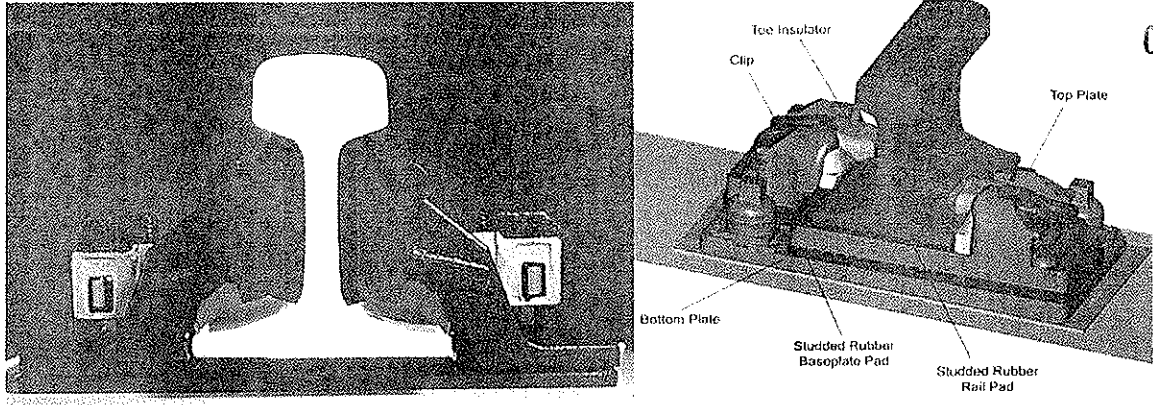


Figura 4.3.8 Padrol's Vanguard y Vossloh's Vipa (fuente: Pandrol, Vossloh)

Sin embargo, para minimizar la tensión de flexión del carril y asegurar la estabilidad de éste, se necesitan módulos lo suficientemente altos. Para determinar el mejor valor para cada instalación específica es necesario realizar análisis y ensayos. Aunque estas fijaciones se pueden montar sobre traviesas, la aplicación para alta velocidad está limitada a vías en placa en zonas de velocidad reducida.

La figura 4.3.9 presenta una comparación entre una fijación altamente elástica y un sistema clásico de fijación (realizada la medición en la parte interior del túnel en dirección vertical).

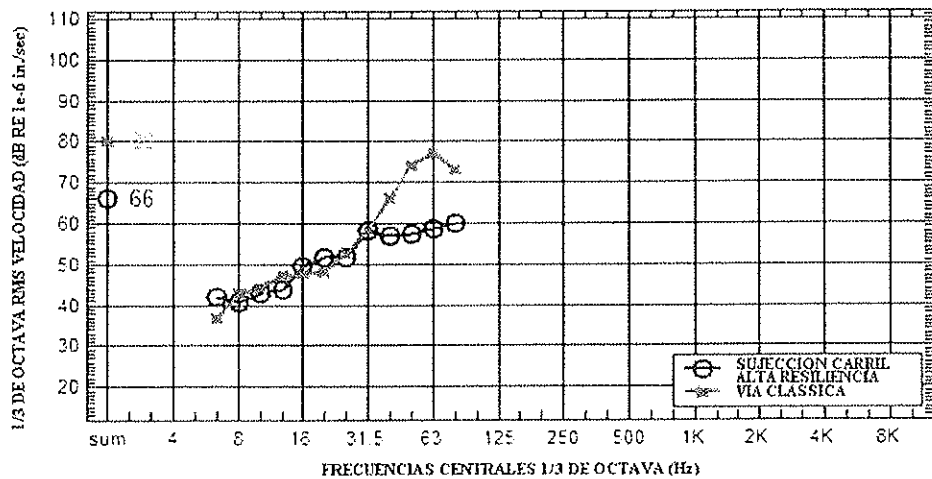


Figura 4.3.9 Comparación de DFF muy elástico de APT en comparación con la fijación clásica (Fuente: mediciones D2S para NYCT, Nueva York)

La figura 4.3.10 muestra la pérdida de inserción de fijaciones de carriles altamente elásticas sobre vías en placa en comparación con una vía con balasto medida en sección de túnel. De nuevo, es de señalar que el comportamiento depende de muchos elementos y no se debe generalizar.

Handwritten signature and official stamp of the project.

001983

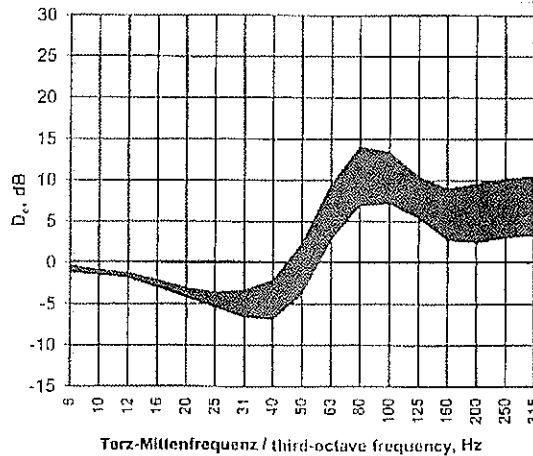


Figura 4.3.10 (Fuente: Fahrwege der bahnen, Prof. Dr.Ing E.h. Günter Girmau, Dr.Ing. Friedrich Krüger, pág. 449, 2007)

4.3.4.2 Traviesas embutidas en caucho

Los sistemas de vía en placa que emplean el principio de traviesas o bloques montados elásticamente pueden mostrar un mejor aislamiento de las vibraciones en comparación con los sistemas clásicos de fijación directa. La masa montada elásticamente aumenta cuando se considera el sistema como un conjunto sencillo masa-muelle-amortiguador. Uno de los ejemplos más conocidos es el sistema STEDEF-VSB que se muestra en la figura 4.3.11. Este sistema está instalado en la vía de alta velocidad del túnel que rodea Marsella (16 Km – SNCF 2000).

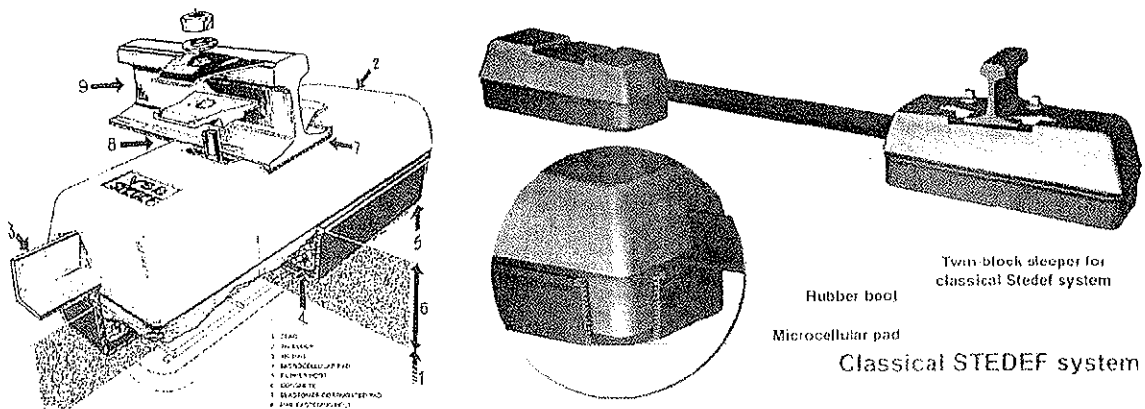
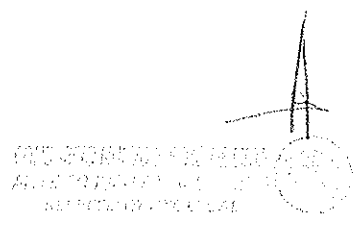


Figura 4.3.11 (fuente: Modern Railway Track, Coenraad Esveld, pág. 362, 1989)

En la figura 4.3.12 se muestra un sistema similar al Stedef, el sistema Sonnevile. El bloque de hormigón se inserta por su parte inferior en una bota de caucho que presenta una rigidez horizontal por medio de ranuras y una rigidez vertical proporcionada por una suela microcelular situada debajo del bloque. Un ejemplo de esta instalación es el túnel del Canal con una longitud de 100 Km (EuroTunnel 1993).



001989

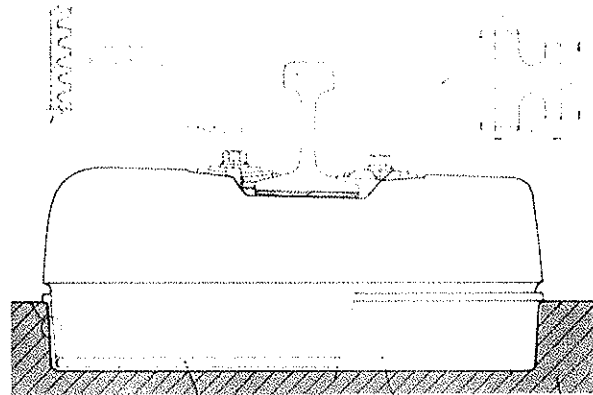


Figura 4.3.12 Sistema Stedef (fuente: UIC, Informe de Estudio de Viabilidad, marzo de 2002, pág. 34)

La figura 4.3.13 muestra las ganancias/pérdidas de inserción medidas por Wilson Ihrig and Associates-Hong Kong, Limited (WIAHK) durante las pruebas iniciales realizadas en junio de 2002 en cuatro secciones de LVT (vía de baja vibración) adyacentes, cada una de ellas de 48 m de longitud. La vía de referencia era una LVT estándar con botas de caucho sin aletas y suelas rígidas de bloques de HDPE.

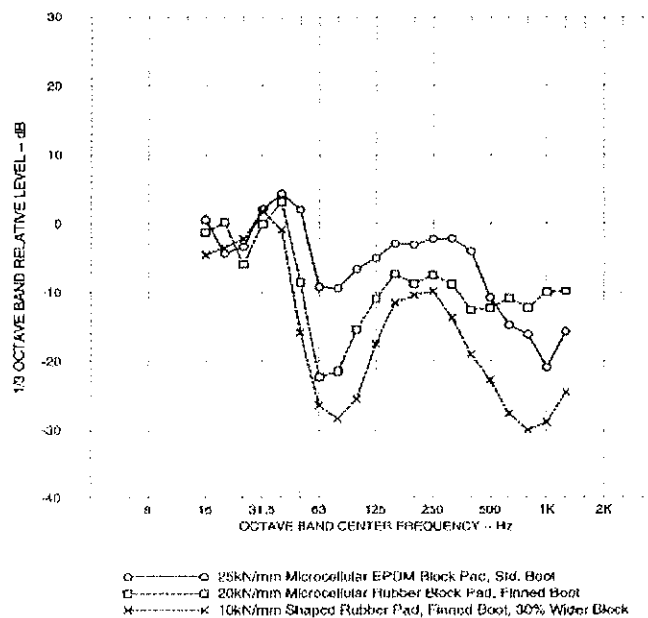


Figura 4.3.13 (Fuente Wilson Ihrig and Associates-Hong Kong, Limited (WIAHK))

4.3.4.3 Placas flotantes (en túneles)

Aunque con las fijaciones elásticas de carriles y con anclajes flotantes la masa que gravita sobre los soportes elásticos está dominada por la de la parte sin muelle del sistema de suspensión del vagón, existen algunas disposiciones en las que la 'masa flotante' es significativamente superior. En esos sistemas de masa flotante, la inercia de la masa reduce sus movimientos vibratorios a las frecuencias de interés. Estos movimientos se transmiten al entorno a través de soportes elásticos relativamente blandos, lo que resulta en que al entorno se transmiten menores fuerzas vibratorias.

El sistema empleado en las nuevas líneas es el sistema de losa flotante continua. Dichos procedimientos consisten en una placa soportada elásticamente, de 20 a 30 cm de grosor, encofrada in situ en un rebaje de la placa flotante discontinua de la parte interior del túnel, la cual está formada por bloques prefabricados de 1,5 m de longitud habitualmente soportados por suelas de elastómero.

La losa flotante se adapta a fijaciones directas sobre placas de hormigón y vías con balasto (balasto en elementos de hormigón flotantes); sin embargo, en vías de alta velocidad, el número de aplicaciones es limitado (véase el apéndice para conocer un ejemplo).

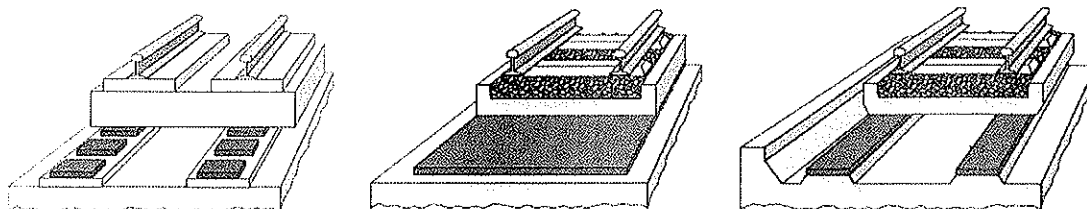


Figura 4.3.14 (Fuente: Getzner)

En la figura 4.3.15 se presenta la pérdida de inserción para un diseño particular de placa flotante con una frecuencia de resonancia de 20 Hz a (en comparación con una vía con balasto); distintas adaptaciones del diseño pueden modificar al alza o a la baja la frecuencia de resonancia para que en cada situación específica se consiga el mejor rendimiento posible.

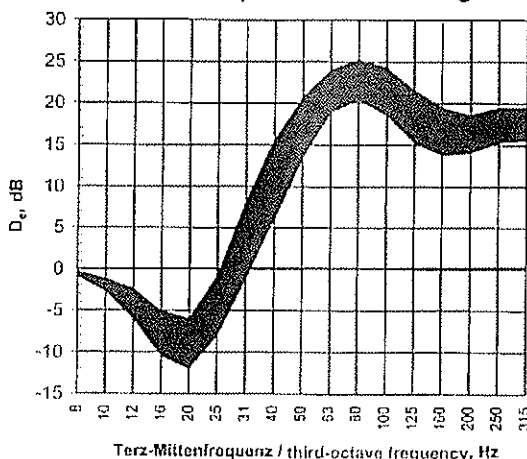


Figura 4.3.15 Placa flotante de 20 Hz (fuente: Fahrwege der bahnen, Prof. Dr.-Ing E.h. Günter Girna, Dr.-Ing. Friedrich Krüger, pág. 449, 2007)

4.3.4.4 Vías embebidas

Las vías embebidas son vías en las que un polímero envuelve el carril y se eliminan las estructuras similares a las traviesas. Este tipo de vías tiene la ventaja de la altura en comparación con las vías con balasto. El ajuste de la rigidez del polímero permite obtener distintos aislamientos de la vibración. Aunque las instalaciones en líneas de alta velocidad están limitadas, en la estación de Segovia se ejecutó un sistema similar.



001991

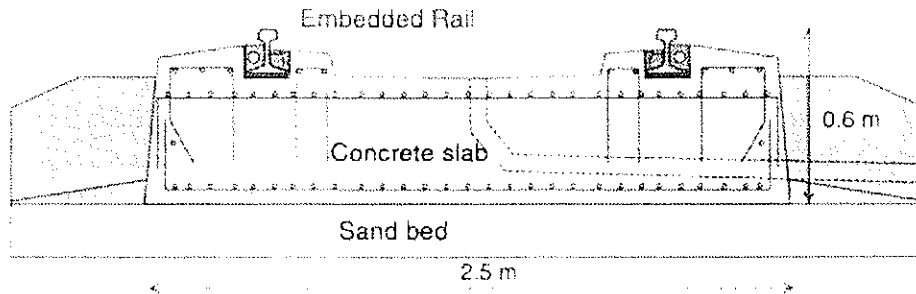


Figura 4.3.16

4.3.5 Zanjas

Para reducir las vibraciones se puede considerar un aislamiento pasivo como son las zanjas abiertas en las cercanías de la estructura expuesta a las vibraciones (producidas principalmente por vías en la abertura). El efecto de aislamiento depende de la profundidad de la zanja abierta. Las profundidades deben superar como mínimo el 70% de las ondas de superficie (ondas de Rayleigh) para obtener resultados satisfactorios contra el ruido estructural. No obstante, la experiencia de Bélgica demostró que resulta difícil conseguir buenos resultados para reducir las vibraciones.

Se han desarrollado distintos sistemas, como el sistema Franki Vibrisol. Este sistema de aislamiento de vibraciones en el suelo utiliza colchones hinchados con gas para mantener abiertas las zanjas (figura 4.3.17).

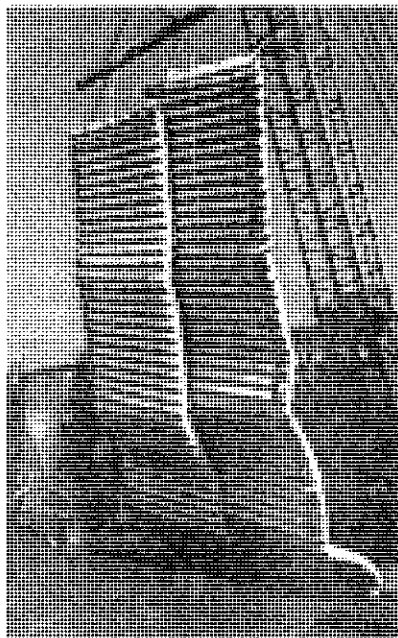
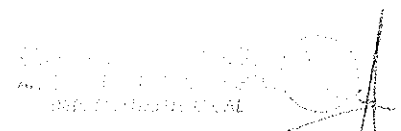
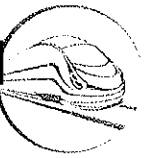


Figura 4.3.17 (Fuente Franki)

4.4 AISLAMIENTO EN EL RECEPTOR


 DIRECTOR GENERAL

Los soportes elásticos se pueden colocar debajo de los edificios. Existen distintos tipos de sistemas (véase la figura 4.4.1). Este tipo de aislamiento de vibraciones está limitado principalmente a uso en edificios nuevos. Estos sistemas son caros.



001992

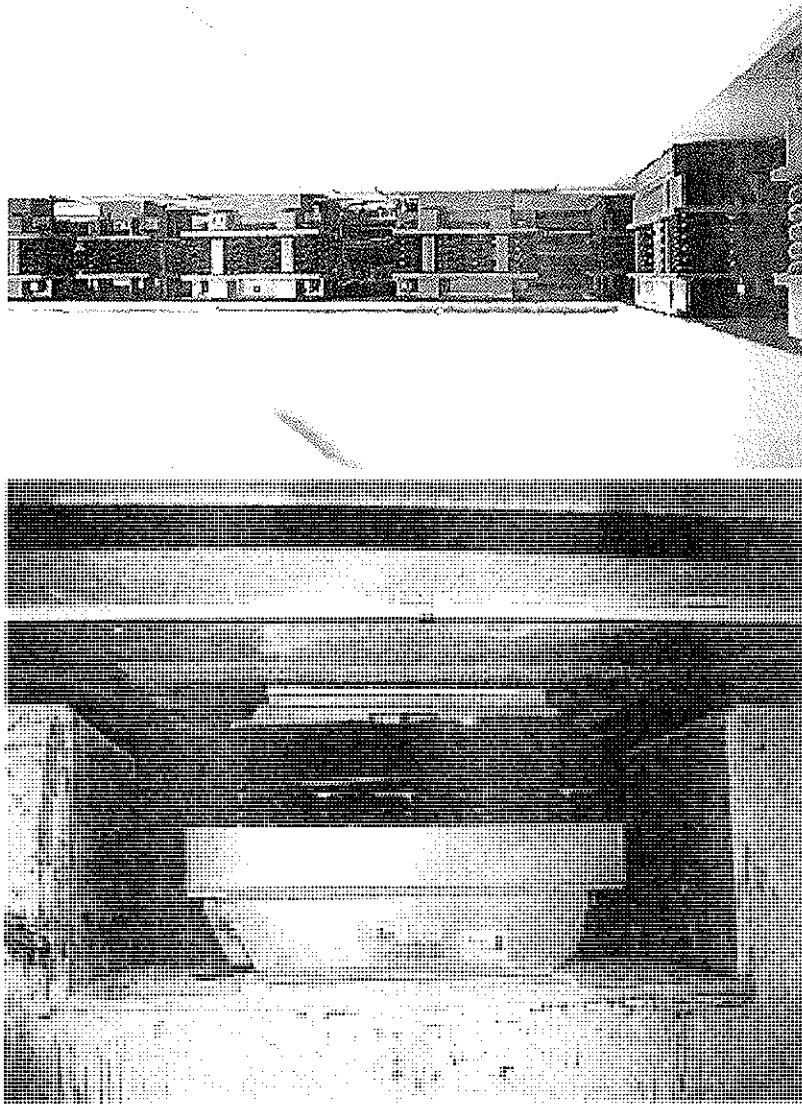
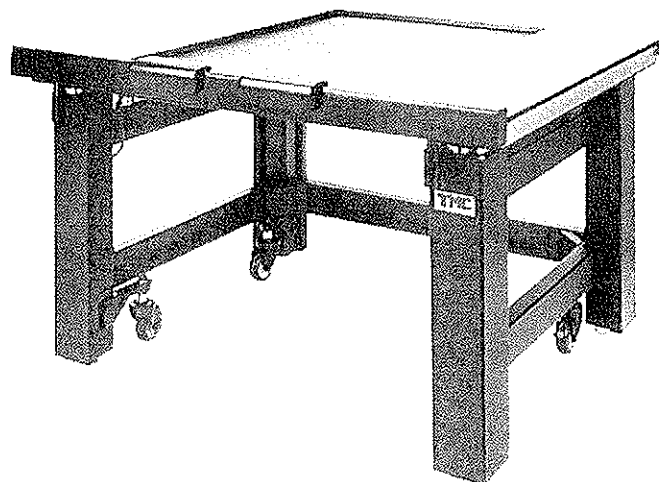


Figura 4.4.1 (Fuente: Gerb)

Los equipos sensibles también se pueden colocar sobre una estructura con muelles (como la mesa de laboratorio de la figura 4.4.2) para aislar los equipos del resto de la estructura del edificio.



A

Figura 4.4.2 (Fuente: TMC AutoMate Scientific)

001993

En el mercado hay disponible un gran número de medidas de mitigación y cada una de ellas tiene ventajas e inconvenientes. El sistema se debe diseñar o elegir sobre la base del comportamiento deseado en el dominio de frecuencias, de la fiabilidad, de la seguridad y del coste (incluida la instalación). Es importante señalar que la elección de un sistema incorrecto puede provocar un aumento de las vibraciones alrededor de la frecuencia de resonancia, inestabilidad o altas tensiones sobre el carril debido a la mayor elasticidad.

A

CONSORCIO [2344]
NUEVO METRO DE LIMA

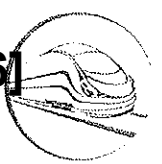

5 ESTIMACIÓN PREVIA DE LAS MEDIDAS CORRECTORAS

001994

Utilizando la metodología como descrita el apartado 3.1 "Estudio previo" se ha realizado un recorrido del trazado con su perfil vertical y horizontal, considerando una velocidad del vehículo de 80 Km/h y considerando tres niveles de mitigación (donde el primero es no mitigación). El resultado de este análisis ha resuelto en una apreciación global de las medidas de atenuación se presenta en la siguiente tabla:

Línea 2

Zona	Sección	Progresiva		Mitigación -10 dB [m]	Mitigación -20 dB [m]	Cambio de agujas
1	1	0+600	0+700	100		si
2	2	1+050	1+350	300		
	3	1+350	1+775		425	
	4	1+775	1+825	50		
	5	1+825	2+050	225		
	6	2+050	2+150		100	si
	7	2+150	2+275	125		
3	8	2+850	3+000	150		
4	9	4+725	4+825	100		si
5	10	5+100	5+150		50	si
6	11	5+450	5+550	100		si
7	12	5+825	5+925	100		si
8	13	6+500	6+675		175	si
	14	6+675	7+325	650		
	15	7+325	7+650		325	
	16	7+650	7+725	75		
9	17	9+175	9+600	425		
10	18	9+825	10+200	375		
	19	10+200	10+325		125	si
	20	10+325	10+500	175		
	21	10+500	10+625		125	si
	22	10+625	10+850	225		
	23	10+850	11+175		325	si
	24	11+175	11+425	250		
	25	11+425	11+550		125	si
11	26	12+450	12+800	350		
	27	12+800	12+925		125	
	28	12+925	13+300	375		
	29	13+300	14+425	1125		
	30	14+425	15+100		675	si
	31	15+100	15+625	525		
12	32	15+850	16+300	450		
	33	16+300	16+450		150	



Zona	Sección	Progresiva		Mitigación -10 dB [m]	Mitigación -20 dB [m]	Cambio de agujas
	34	16+450	16+475	25		
8	35	16+550	16+750	200		
	36	16+750	17+000	250		si
9	37	18+150	18+275	125		si
10	38	22+550	22+675	125		si
11	39	23+875	24+025	150		
12	40	24+375	24+500	125		si
13	41	26+325	26+450	125		si
			Total	7375	2725	

Línea 4

Zona	Sección	Progresiva		Mitigación -10 dB [m]	Mitigación -20 dB [m]	Cambio de agujas
9	1	2+125	2+225	100		si
	2	2+300	2+350	50		si
	3	2+650	2+700	50		si
	4	2+800	2+900	100		si
10	5	6+950	7+050	100		si
			Total	400	0	

Tabla 5.1

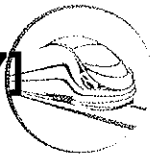
En el anexo B, se ha incluido la visualización grafica de estas zonas.

A

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
Módulo de Operación y Mantenimiento
BARRIO DE LA VILLA

1581

1581

**6 CONCLUSIÓN**

001996

EUROESTUDIOS (www.euoestudios.es) y D2S International (www.d2sint.com) se pusieron en contacto para que D2S en su calidad de asesores sobre ruido y vibraciones con experiencia internacional realizara los estudios de vibraciones y el ruido inducido para el contrato de la Construcción de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett-Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao.

En el capítulo 1 incluye una descripción y propuesta de los niveles límites aplicables al proyecto (vibraciones y ruido inducido).

Debido a que no existe un criterio de regulación Peruano en cuanto a ruido y vibraciones transmitidos por el suelo y a la falta de límites de control en las especificaciones del proyecto, D2S International propone, sujeto a aprobación del cliente, a utilizar los niveles límites de la FTA VA-90-1003-06 "Transit noise and vibration impact assessment", que hace referencia a los valores límites en cuanto a ruido transmitido por el suelo y en cuanto a las vibraciones.

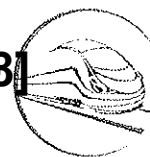
Dichos límites son los más comúnmente usados en proyectos de tránsito masivos en lo que respecta a ruido inducido. Por otra parte, en cuanto a vibraciones, los valores límites se alinean con el criterio establecido por la norma ISO 2631-1989 la cual es extensamente utilizada en Europa y América y es la única que menciona valores límite. Asimismo, se ha comprobado que estos límites han reducido el número de molestias y quejas al mínimo en diversos proyectos de tránsito masivo. El capítulo 2 incluye un análisis de los parámetros principales del proyecto que tienen relevancia para el impacto vibratorio del proyecto.

D2S International ha descrito los parámetros de referencia que son relevantes para el estudio de ruido y vibraciones transmitidos por el suelo: Material rodante (Ansaldo Breda), información geotécnica, la sección en túnel, las condiciones operacionales (características de velocidad, frecuencia) y el perfil vertical y horizontal de la traza.

El capítulo 3 describe la metodología para el estudio previo y para el estudio detallado para las vibraciones y el ruido inducido. Además se indica la ubicación de los sitios propuestos para mediciones.

Para el estudio previo, D2S International ha utilizado la metodología para la "Evaluación General" descrita en el documento FTA VA-90-1003-06. Esta metodología permite realizar un estudio previo para indicar las áreas que no requieren ningún tratamiento específico (mitigación) y áreas que requieren algún tipo de medida mitigante. La metodología está basada en parámetros generales tal como lo son la velocidad del vehículo, tipo y condiciones de rueda y riel, características de la cimentación de los edificios y número de plantas por encima de la planta baja.

Para el Análisis Detallado, D2S propone un planteamiento híbrido desarrollado por D2S International tal y como se define en la ISO 14837 y que se apega en gran medida al procedimiento descrito en el documento FTA VA-90-1003-06 usando mediciones in-situ para validar y mejorar los modelos tomando en cuenta los parámetros de material rodante y túnel/vía específicos del proyecto. Análisis detallado requiere una consideración de la importancia relativa de cada componente en el dominio de frecuencias. Para el Análisis Detallado se requiere considerar la importancia relativa



que tienen los diversos componentes de la frecuencia. Asimismo, se hace una propuesta para los puntos de medición a incluir en el Análisis Detallado. El capítulo 4 da un análisis y descripción de posibles medidas correctoras.

Diversas medidas mitigantes son posibles: a nivel de la fuente (contacto rueda-riel), a lo largo de ruta de transmisión y en del lado del receptor. El hecho de que se ha considerado una red de metro con mantenimiento estándar donde la velocidad de operación probablemente no será modificada y el hecho de que mitigar las vibraciones del lado del receptor (las edificaciones) es complicado y muy caro, la forma de atenuación más eficiente será interviniendo en la ruta de transmisión. Dos niveles de atenuación han sido considerados en este estudio:

- Primer nivel de mitigación con un nivel de desempeño limitado para la atenuación de vibraciones a través del uso de elementos como sujeciones de riel, suelas bajo durmiente o equivalentes. Estas medidas de atenuación característicamente ofrecen niveles de reducción máximos entre 5 y 10 dB comenzando a atenuar entre 30 y 50 Hz.
- Segundo nivel de mitigación con alto (o muy alto) nivel de desempeño para la atenuación de vibraciones a través del uso de sistemas como losa flotante, sistemas de muelles o equivalentes. Estas medidas de atenuación característicamente ofrecen niveles de reducción máximos entre 15 y 30 dB comenzando a atenuar entre 15 y 30 Hz.

El capítulo 5 da una estimación previa de las medidas correctoras.

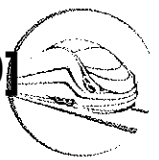
El estudio previo arrojó que para la Línea 2, un total de 6,675 m de medidas mitigantes del primer nivel son requeridas tal como lo pueden ser sujeciones de riel, suelas bajo durmiente o equivalentes. Asimismo, 1,000 m de medidas mitigantes del segundo nivel son requeridas tal como lo pueden ser la losa flotante o sistemas alternativos. Para la línea 4, ninguna medida mitigante parece ser requerida.

Cabe hacer mención que el total de medidas mitigantes ha sido estimado en base a una cantidad limitada de parámetros tal como lo son la velocidad máxima, características generales del vehículo, características generales del túnel y la vía, un solo tipo de terreno homogéneo (arena 10% - gravas 90%) y características generales de los edificios.

Un estudio detallado utilizando un Modelo de Elementos Finitos de la vía y el túnel, características detalladas del vehículo, mediciones in-situ de las funciones de transferencia de vibraciones del terreno, mediciones in-situ de respuestas típicas de las edificaciones y visitas al lugar de la obra para identificar el uso de los edificios podría ayudar a:

- Determinar las características exactas de las medidas mitigantes tal como lo son la rigidez estática y dinámica de los materiales a utilizar, frecuencia de resonancia requerida, etc...
- Afinar y reducir la cantidad de atenuación requerida a los niveles mínimos necesarios lo cual puede generar un ahorro de dinero en el futuro.

Una apreciación global de las medidas de atenuación se presenta en la siguiente tabla:



001998

Línea 2

Zona	Sección	Progresiva		Mitigación -10 dB [m]	Mitigación -20 dB [m]	Cambio de agujas
1	1	0+600	0+700	100		si
2	2	1+050	1+350	300		
	3	1+350	1+775		425	
	4	1+775	1+825	50		
	5	1+825	2+050	225		
	6	2+050	2+150		100	si
	7	2+150	2+275	125		
3	8	2+850	3+000	150		
4	9	4+725	4+825	100		si
5	10	5+100	5+150		50	si
6	11	5+450	5+550	100		si
7	12	5+825	5+925	100		si
8	13	6+500	6+675		175	si
	14	6+675	7+325	650		
	15	7+325	7+650		325	
	16	7+650	7+725	75		
9	17	9+175	9+600	425		
10	18	9+825	10+200	375		
	19	10+200	10+325		125	si
	20	10+325	10+500	175		
	21	10+500	10+625		125	si
	22	10+625	10+850	225		
	23	10+850	11+175		325	si
	24	11+175	11+425	250		
	25	11+425	11+550		125	si
11	26	12+450	12+800	350		
	27	12+800	12+925		125	
	28	12+925	13+300	375		
	29	13+300	14+425	1125		
	30	14+425	15+100		675	si
	31	15+100	15+625	525		
12	32	15+850	16+300	450		
	33	16+300	16+450		150	
	34	16+450	16+475	25		
8	35	16+550	16+750	200		
	36	16+750	17+000	250		si
9	37	18+150	18+275	125		si
10	38	22+550	22+675	125		si
11	39	23+875	24+025	150		
12	40	24+375	24+500	125		si
13	41	26+325	26+450	125		si
			Total	7375	2725	



Línea 4

001999

Zona	Sección	Progresiva		Mitigación -10 dB [m]	Mitigación -20 dB [m]	Cambio de agujas
9	1	2+125	2+225	100		si
	2	2+300	2+350	50		si
	3	2+650	2+700	50		si
	4	2+800	2+900	100		si
10	5	6+950	7+050	100		si
			Total	400	0	

Tabla 6.1

AGENCIA DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA
 AGENCIADO GENERAL DEL PROYECTO
 LINEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA

ANEXO A - CARACTERÍSTICAS DE LA VELOCIDAD REALES

A

CONSORCIO [2351]
NUEVO METRO DE LIMA

L2 - Alt 5

Dato	Tipo	Longitud	P.K.	Radio	Parámetro	H _{disp} (mm)	V _{max} (km/h)	Valores límites adoptados										
								h teor (mm)	3 mm/m Rampa H (mm/m)	0,126 km/h Vel H (km/h)	35 mm/s Vel H (mm/s)	0,4 m/s ³ Var Asc (m/s ³)						
1	RECTA CLOT,	894,83 10,00	0,00 894,83															
2	CIRC. CLOT,	168,52 10,00	904,83 1 073,35	-5000	223,61 223,61	10	80,50	15,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22					
3	RECTA CLOT,	180,11 10,00	1 083,35 1 263,46		223,61 223,61	10	80,50	15,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22					
4	CIRC. CLOT,	214,61 10,00	1 273,46 1 488,06	5000	223,61 223,61	10	80,50	15,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22					
5	RECTA CLOT,	113,46 60,00	1 498,06 1 611,52		134,16 134,16	75	66,15	177,84	1,88	0,13	0,13	34,95	0,30					
6	CIRC. CLOT,	153,57 40,00	1 671,52 1 825,10	-300	109,55 109,55													
7	RECTA CLOT,	676,53 16,00	1 865,10 2 541,63		138,56 138,56													
8	CIRC. CLOT,	102,93 16,00	2 557,63 2 660,56	-1200	200,00 200,00	20	79,97	63,20	1,25	0,10	0,10	27,78	0,39					
9	RECTA CLOT,	1 755,50 10,00	2 676,56 4 432,06		200,00 200,00													
10	CIRC. CLOT,	119,70 10,00	4 442,06 4 561,76	4000	200,00 200,00	0	80,18	18,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28					
11	RECTA CLOT,	557,11 60,00	4 571,76 6 098,02		134,16 134,16													
12	CIRC. CLOT,	177,04 60,00	5 128,87 6 369,69	13500	200,00 200,00	0	80,46	5,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33					
13	RECTA CLOT,	792,11 60,00	5 305,91 6 098,02		134,16 134,16													
14	CIRC. CLOT,	211,67 60,00	6 158,02 6 369,69	300	200,00 200,00	110	72,54	177,84	1,83	0,12	0,12	34,17	0,20					
15	RECTA CLOT,	176,03 20,00	6 429,69 6 605,72		141,42 141,42													
16	CIRC. CLOT,	159,62 20,00	6 625,72 6 785,34	-1000	141,42 141,42	25	80,00	75,84	1,25	0,10	0,10	27,78	0,37					
17	RECTA CLOT,	224,53 45,00	6 805,34 7 029,87		112,25 112,25													
18	CIRC. CLOT,	163,08 45,00	7 074,87 7 237,95	280	112,25 112,25	85	66,08	164,78	1,89	0,12	0,12	32,74	0,25					

[2352]

002001



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada

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



L2 - Alf 5

Dato	Tipo	Longitud	P.K.	Radio	Parámetro	Hdep (mm)	Vmax (km/h)	Valores límites adoptados					
								0,065 m/s ² Asc (m/s ²)	h teor (mm)	3 mm/m Rampa H (mm/m)	0,126 km/h Vel H (km/h)	35 mm/s Vel H (mm/s)	0,4 m/s ³ Var Asc (m/s ³)
19	CLOT, CIRC, CLOT, RECTA	45,00 385,39 40,00 563,70	7 282,95 7 327,95 7 713,34 7 753,34	-280	112,25 105,83	75	64,30	0,65	174,97	1,88	0,12	33,49	0,29
20	CLOT, RECTA	10,00 111,14	8 317,03 8 327,03	3000	173,21 173,21	0	80,09	0,16	25,28	0,00	0,00	0,00	0,37
21	CLOT, RECTA	10,00 483,99	8 438,18 8 448,18		223,61 223,61								
22	CLOT, CIRC, CLOT, RECTA	10,00 120,60 10,00 140,91	8 932,17 8 942,17 9 062,76 9 072,76	5000	223,61 223,61	0	80,50	0,10	15,17	0,00	0,00	0,00	0,22
23	CLOT, RECTA	10,00 123,48	9 213,68 9 223,68	-5000	223,61 223,61	0	80,50	0,10	15,17	0,00	0,00	0,00	0,22
24	CLOT, RECTA	10,00 467,44	9 347,16 9 357,16		172,34 172,34								
25	CLOT, CIRC, CLOT, RECTA	99,00 46,42 99,00 1 510,89	9 824,60 9 923,60 9 970,02 10 069,02	300	172,34 172,34	155	80,01	0,64	252,79	1,57	0,13	34,79	0,14
26	CLOT, CIRC, CLOT, RECTA	58,00 95,77 58,00 341,75	11 579,90 11 637,90 11 733,67 11 791,67		152,32 152,32								
27	CLOT, RECTA	45,00 280,66	12 133,42 12 178,42	-400	116,19 151,00	80	67,10	0,64	177,84	1,78	0,12	33,14	0,26
28	CLOT, RECTA	76,00 20,31	12 459,08 12 535,08		160,00 160,00								
29	CLOT, CIRC, CLOT, RECTA	80,00 298,10 80,00 461,00	12 555,39 12 635,39 12 933,49 13 013,49	-320	160,00 160,00	125	77,38	0,63	221,84	1,56	0,12	33,59	0,17
30	CLOT, RECTA	123,53 616,32	13 474,49 13 598,02	30000		0	81,30	0,02	2,53	0,00	0,00	0,90	0,38
31	RECTA												

[2353]

Page

02002



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada

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



L2 - Alf 5

Dato	Tipo	Longitud	P.K.	Radio	Parámetro	H _{disp} (mm)	V _{max} (km/h)	Valores límites adoptados					
								0,065 m/s ² Asc (m/s ²)	h teor (mm)	3 mm/m Rampa H (mm/m)	0,126 km/h (km/h)	Vel H (mm/s)	35 mm/s
37	CLOT, CIRC, CLOT, RECTA	10,00 94,96 10,00 212,54	14 214,34 14 224,34 14 319,30 14 329,30	-5000	223,61	0	80,50	0,10	15,17	0,00	0,00	0,00	0,22
38	CLOT, CIRC, CLOT, RECTA	10,00 94,96 10,00 807,55	14 541,85 14 551,85 14 646,81 14 656,81	5000	223,61	0	80,50	0,10	15,17	0,00	0,00	0,00	0,22
39	CLOT, CIRC, CLOT, RECTA	10,00 94,96 10,00 60,00	14 541,85 14 551,85 14 646,81 15 464,36	5000	223,61	0	80,50	0,10	15,17	0,00	0,00	0,00	0,22
40	CLOT, CIRC, CLOT, RECTA	10,00 94,96 10,00 45,00	14 541,85 14 551,85 14 646,81 15 524,36	300	134,16	80	67,10	0,64	177,84	1,78	0,12	33,14	0,26
41	CLOT, CIRC, CLOT, RECTA	10,00 94,96 10,00 164,54	14 541,85 14 551,85 14 646,81 15 738,22	5000	223,61	0	80,50	0,10	15,17	0,00	0,00	0,00	0,22
42	CLOT, CIRC, CLOT, RECTA	10,00 94,96 10,00 45,00	14 541,85 14 551,85 14 646,81 15 902,77	-400	134,16	70	75,71	0,65	169,76	1,56	0,12	32,71	0,30
43	CLOT, CIRC, CLOT, RECTA	10,00 94,96 10,00 262,35	14 541,85 14 551,85 14 646,81 16 219,66	-1000	141,42	25	80,00	0,33	75,84	1,25	0,10	27,78	0,37
44	CLOT, CIRC, CLOT, RECTA	10,00 94,96 10,00 374,65	14 541,85 14 551,85 14 646,81 16 502,01	-10 000	141,42	0	80,50	0,05	7,58	0,00	0,00	0,00	0,37
45	CLOT, CIRC, CLOT, RECTA	10,00 94,96 10,00 584,43	14 541,85 14 551,85 14 646,81 17 018,27	-600	134,16	45	80,00	0,53	126,40	1,50	0,12	33,33	0,39
46	CLOT, CIRC, CLOT, RECTA	10,00 94,96 10,00 501,48	14 541,85 14 551,85 14 646,81 17 777,35	-350	164,17	120	80,00	0,63	216,68	1,56	0,13	34,63	0,18
47	CLOT, CIRC, CLOT, RECTA	10,00 94,96 10,00 77,00	14 541,85 14 551,85 14 646,81 18 278,83	560	137,99	50	79,99	0,56	135,42	1,47	0,12	32,68	0,36
48	CLOT, CIRC, CLOT, RECTA	10,00 94,96 10,00 329,09	14 541,85 14 551,85 14 646,81 18 509,79	560	137,99	50	79,99	0,56	135,42	1,47	0,12	32,68	0,36
49	CLOT, CIRC, CLOT, RECTA	10,00 94,96 10,00 34,00	14 541,85 14 551,85 14 646,81 18 838,88	560	137,99	50	79,99	0,56	135,42	1,47	0,12	32,68	0,36
50	CLOT, CIRC, CLOT, RECTA	10,00 94,96 10,00 80,90	14 541,85 14 551,85 14 646,81 18 872,88	560	137,99	50	79,99	0,56	135,42	1,47	0,12	32,68	0,36
51	CLOT, CIRC, CLOT, RECTA	10,00 94,96 10,00 34,00	14 541,85 14 551,85 14 646,81 18 953,78	560	137,99	50	79,99	0,56	135,42	1,47	0,12	32,68	0,36
52	CLOT, CIRC, CLOT, RECTA	10,00 94,96 10,00 66,50	14 541,85 14 551,85 14 646,81 18 987,78	560	137,99	50	79,99	0,56	135,42	1,47	0,12	32,68	0,36

[2354]

L2 - Alf 5

Dato	Tipo	Longitud	P.K.	Radio	Parámetro	H _{disp} (mm)	V _{max} (km/h)	Valores límites adoptados					0,4 m/s ³ Var Asc (m/s ³)				
								h teor (mm)	3 mm/m Rampa H (mm/m)	0,126 km/h Vel H (km/h)	35 mm/s Vel H (mm/s)	0,065 m/s ² Asc (m/s ²)					
	CLOT,	10,00	19 054,28		173,21												
55	CIRC,	117,02	19 064,28	-3 000		0	80,09				0,16	0,00	0,00				0,37
	CLOT,	10,00	19 181,29		173,21												
56	RECTA	406,79	19 191,29														
	CLOT,	10,00	19 598,08		141,42												
57	CIRC,	125,20	19 608,08	2 000		15	80,00				0,15	0,12	33,33				0,33
	CLOT,	10,00	19 733,28		141,42												
58	RECTA	223,03	19 743,28														
	CLOT,	10,00	19 966,31		223,61												
59	CIRC,	180,17	19 976,31	-5 000		0	80,50				0,10	0,00	0,00				0,22
	CLOT,	10,00	20 156,48		223,61												
60	RECTA	612,39	20 166,48														
61	CIRC,	112,08	20 778,87	-20 000		0	80,50				0,02	0,00	0,00				0,37
62	RECTA	245,96	20 890,94														
63	CIRC,	96,77	21 136,90	10 000		0	80,50				0,05	0,00	0,00				0,37
64	RECTA	541,24	21 233,67														
	CLOT,	10,00	21 774,90		223,61												
65	CIRC,	207,13	21 784,90	5 000		0	80,50				0,10	0,00	0,00				0,22
	CLOT,	10,00	21 992,04		223,61												
66	RECTA	253,34	22 002,04														
67	CIRC,	167,51	22 255,38	-10 000		0	80,50				0,05	0,00	0,00				0,37
68	RECTA	1 328,23	22 422,89														
	CLOT,	30,00	23 751,12		134,16												
69	CIRC,	263,96	23 781,12	-600		45	80,00				0,53	0,12	33,33				0,39
	CLOT,	30,00	24 045,08		134,16												
70	RECTA	1 847,74	24 075,08														
	CLOT,	20,00	25 922,82		134,16												
71	CIRC,	205,45	25 942,82	900		30	79,97				0,35	0,12	33,33				0,39
	CLOT,	20,00	26 148,27		134,16												
72	RECTA	219,04	26 168,27														
	CLOT,	52,00	26 387,32		134,91												
73	CIRC,	46,81	26 439,32	350		85	73,30				0,63	0,12	33,33				0,25
	CLOT,	52,00	26 486,12		134,91												
74	RECTA	508,37	26 538,12														

[2355]

L2 - Alf 5

Dato	Tipo	Longitud	P.K.	Radio	Parámetro	H _{disp} (mm)	V _{max} (km/h)	Valores límites adoptados				
								h teor (mm)	Rampa H (mm/m)	Vel H (km/h)	35 mm/s (mm/s)	0,4 m/s ² Var Asc (m/s ³)
			27 046,49					0,065 m/s ² Asc (m/s ²)	3 mm/m Rampa H (mm/m)	0,126 km/h Vel H (km/h)	35 mm/s (mm/s)	0,4 m/s ² Var Asc (m/s ³)

L4 - Alf 4

Dato	Tipo	Longitud	P.K.	X Tangencia	Y Tangencia	Radio	Parámetro	Valores límite adoptados																	
								H _{disp} (mm)	V _{max} (km/h)	Asc (m/s ²)	h teor (mm)	Rampa H (mm/m)	0,126 km/h (km/h)	Vel H (mm/s)	35 mm/s (mm/s)	0,4 m/s ² Var Asc (m/s ³)									
1	RECTA	980,90	0,00	268 480,84	8 672 873,41																				
	CLOT,	77,00	980,90	269 399,08	8 672 528,44		164,16																		
2	CIRC,	186,19	1 057,90	269 470,08	8 672 498,76	350		120	80,00	0,63	216,68	1,56	0,13	34,63	0,18										
	CLOT,	77,00	1 244,09	269 606,54	8 672 375,32		164,16																		
3	RECTA	1 672,98	1 321,09	269 643,17	8 672 307,64																				
	CLOT,	10,00	2 994,07	270 385,06	8 670 808,15		223,61																		
4	CIRC,	208,42	3 004,07	270 389,50	8 670 799,19	-5 000		0	80,50	0,10	15,17	0,00	0,00	0,00	0,22										
	CLOT,	10,00	3 212,49	270 485,98	8 670 614,46		223,61																		
5	RECTA	421,64	3 222,49	270 490,80	8 670 605,70																				
	CLOT,	30,00	3 644,13	270 694,10	8 670 236,31		134,16																		
6	CIRC,	67,57	3 674,13	270 708,35	8 670 209,91	600		45	80,00	0,53	126,40	1,50	0,12	33,33	0,39										
	CLOT,	30,00	3 741,70	270 736,00	8 670 148,30		134,16																		
7	RECTA	62,04	3 771,70	270 746,25	8 670 120,11																				
	CLOT,	30,00	3 833,74	270 766,97	8 670 061,63		134,16																		
8	CIRC,	78,09	3 863,74	270 777,22	8 670 033,44	-600		45	80,00	0,53	126,40	1,50	0,12	33,33	0,39										
	CLOT,	30,00	3 941,83	270 809,80	8 669 962,52		134,16																		
9	RECTA	184,18	3 971,83	270 824,51	8 669 936,38																				
	CLOT,	10,00	4 156,02	270 916,13	8 669 776,60		141,42																		
10	CIRC,	122,39	4 166,02	270 921,10	8 669 767,92	2 000		15	80,04	0,15	37,92	1,50	0,12	33,33	0,33										
	CLOT,	10,00	4 288,41	270 978,43	8 669 659,81		141,42																		
11	RECTA	776,92	4 298,41	270 982,83	8 669 650,83																				
	CLOT,	30,00	5 075,33	271 323,89	8 668 952,77		134,16																		
12	CIRC,	109,38	5 105,33	271 336,84	8 668 925,71	600		45	80,00	0,53	126,40	1,50	0,12	33,33	0,39										
	CLOT,	30,00	5 214,70	271 373,09	8 668 822,68		134,16																		
13	RECTA	173,16	5 244,70	271 379,95	8 668 793,47																				
	CLOT,	30,00	5 417,87	271 418,10	8 668 624,57		134,16																		
14	CIRC,	159,12	5 447,87	271 424,47	8 668 595,25	600		45	80,00	0,53	126,40	1,50	0,12	33,33	0,39										

[2356]

L4 - Alt 4

Dato	Tipo	Longitud	P.K.	X Tangencia	Y Tangencia	Radio	Parámetro	Valores límite adoptados															
								H _{disp} (mm)	V _{max} (km/h)	Asc (m/s²)	h teor (mm)	Rampa H (mm/m)	0,126 km/h (km/h)	Vel H (mm/s)	35 mm/s (mm/s)	0,4 m/s² Var Asc (m/s²)							
	CLOT,	30,00	5 606,99	271 434,71	8 668 436,93		134,16																
15	RECTA	82,31	5 636,99	271 432,17	8 668 407,04		134,16																
	CLOT,	30,00	5 719,30	271 424,53	8 668 325,08																		
16	CIRC,	172,85	5 749,30	271 421,99	8 668 295,19	-600		45	80,00	0,53	126,40	1,50	0,12	33,33	0,39								
	CLOT,	30,00	5 922,15	271 435,08	8 668 123,43		134,16																
17	RECTA	151,42	5 952,15	271 442,11	8 668 094,27																		
	CLOT,	25,00	6 103,57	271 478,85	8 667 947,37		141,42																
18	CIRC,	75,80	6 128,57	271 484,79	8 667 923,09	800		25	80,04	0,39	94,80	1,40	0,11	31,11	0,35								
	CLOT,	25,00	6 204,37	271 498,51	8 667 848,57		141,42																
19	RECTA	363,40	6 229,37	271 501,61	8 667 823,76																		
	CLOT,	10,00	6 592,77	271 544,78	8 667 462,94		173,21																
20	CIRC,	250,06	6 602,77	271 545,96	8 667 453,01	3 000		0	80,09	0,16	25,28	0,00	0,00	0,00	0,37								
	CLOT,	10,00	6 852,83	271 564,88	8 667 203,74		173,21																
21	RECTA	203,66	6 862,83	271 565,21	8 667 193,74																		
	CLOT,	16,00	7 066,49	271 571,80	8 666 990,19		138,56																
22	CIRC,	94,67	7 082,49	271 572,36	8 666 974,20	-1 200		20	80,04	0,28	63,20	1,25	0,10	27,78	0,39								
	CLOT,	16,00	7 177,16	271 579,78	8 666 879,85		138,56																
23	RECTA	449,84	7 193,16	271 581,73	8 666 863,97																		
	CLOT,	7 643,00	7 643,00	271 637,64	8 666 417,61																		

[Handwritten signature]

002007

ANEXO B – L2 – ZONAS DE MITIGACIÓN



Línea 2

Zona	Sección	Progresiva	Mitigación -10 dB (m)	Mitigación -20 dB (m)	Cambio de agujas	Zona Norte	Zona Sur
1	2	0+600.00	100		si	Zona residencial	Zona residencial
		1+050.00	300			Zona residencial	Zona residencial
3	4	1+350.00		425		Zona residencial	Zona residencial
		1+775.00	50			Zona residencial	Zona residencial
5	6	1+825.00	225			Zona residencial	Zona residencial
		2+050.00		100	si	Zona residencial	Zona residencial
7	8	2+150.00	125			Zona residencial	Zona residencial
		2+275.00	150			Zona residencial	Zona residencial
9	10	2+850.00	100		si	Zona residencial	Zona residencial
		4+725.00		50	si	Iglesia	>
11	12	5+100.00	100		si	Zona residencial	Zona residencial
		5+450.00	100		si	Zona residencial	Zona residencial
13	14	5+825.00	175		si	Zona residencial	Zona Universitaria / Facultad de Ingeniería
		6+500.00				Zona residencial	Zona Universitaria / Clínica Universitaria
15	16	6+675.00	650			Zona residencial	Zona residencial / Debajo construcciones
		7+325.00		325		Zona residencial / Debajo construcciones	Zona residencial / Debajo construcciones
17	18	7+650.00	75			Zona residencial / Debajo construcciones	Zona residencial / Debajo construcciones
		9+175.00	425			Zona comercial / Residencial	Zona comercial
19	20	9+600.00	375		si	Zona Industrial	Zona Industrial / Commercial
		10+200.00		125		Zona residencial	Zona residencial
21	22	10+325.00	175		si	Zona residencial	Zona residencial
		10+500.00		125	si	Zona residencial	Zona residencial
23	24	10+625.00	225		si	Zona residencial	Zona residencial
		10+850.00		325	si	Zona residencial	Zona residencial
25	26	11+175.00	250		si	Zona residencial	Zona residencial
		11+425.00		125		Zona residencial	Zona residencial
27	28	11+550.00	350			Zona residencial	Zona residencial
		12+450.00		125		Zona residencial	Zona residencial
29	30	12+800.00	375			Zona comercial / Residencial	Zona comercial / Residencial
		12+925.00	1125		si	Zona comercial / Residencial	Zona comercial / Residencial
31	32	13+300.00	525			Zona comercial / Residencial	Zona comercial / Residencial
		14+425.00		675		Zona comercial / Residencial	Zona comercial / Residencial
12	11	15+100.00	450			Zona residencial	Zona residencial
		15+850.00				Zona residencial	Zona residencial



Zona	Sección	Progresiva	Mitigación -10 dB (m)	Mitigación -20 dB (m)	Cambio de agujas	Zona Norte	Zona Sur
8	33	16+300.00		150		Zona residencial	Zona residencial
	34	16+450.00	25			Zona residencial	Zona residencial
	35	16+550.00	200		si	Zona residencial	Zona residencial
	36	16+750.00	250		si	Zona residencial	Zona residencial
9	37	18+150.00	125		si	Zona Industrial	Zona Industrial
	38	22+550.00	125		si	Clinica	Zona Industrial
10	39	23+875.00	150		si	Zona comercial	Zona comercial / Residencial
	40	24+375.00	125		si	Zona comercial / Residencial	>
13	41	26+325.00	125		si	Zona comercial / Residencial	Zona comercial / Residencial
Total			7375	2725			

Leyenda:

Mitigación -10dB

Mitigación -20dB

Línea 4

Zona	Sección	Progresiva	Mitigación -10 dB (m)	Mitigación -20 dB (m)	Cambio de agujas	Zona Este	Zona Oeste
9	1	2+125	100		si	Gobierno Regional - Edificios > 50m	Zona Militar - Aeropuerto
	2	2+300	50		si	Gobierno Regional - Edificios > 50m	Zona Militar - Aeropuerto
10	3	2+650	50		si	Zona industrial	Zona Militar - Aeropuerto
	4	2+800	100		si	Zona industrial	Zona Militar - Aeropuerto
	5	6+950	100		si	Zona residencial	Zona industrial
Total			400	0			

Leyenda:

Mitigación -10dB

Mitigación -20dB

