

CONCURSO DE PROYECTOS INTEGRALES PARA LA ENTREGA DEL PROYECTO "LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BASICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

SOBRE N° 2 PROPUESTA TECNICA

INDICE

ITEM	REQUISITOS	TOMO	PAG.
	Carta de Presentación		1.004-005
1	Documento N° 1		006
2	Documento N° 2		007-008
3	Documento N° 3		009-010
4	Documento N° 4		
4.1	Declaración Jurada de Cumplimiento de Especificaciones Técnicas Básicas (Apéndice 1 del Anexo 11)		010-013
4.2	Resumen Ejecutivo		014 - 233
4.3	Especificaciones Técnicas Básicas (Apéndice 2, Anexo 11)		
A	Memoria Descriptiva del Diseño de Ingeniería	2	234 - 592
A.1	Memoria descriptiva de obras civiles, del equipamiento de sistema y electromecánico		240 - 398
A.2	Criterios de diseño de las obras civiles		399 - 469
A.3	Topografía del proyecto		470 - 592
A.4	Geología y geotecnia del proyecto	3	593 - 1052
A.5	Trazo, diseño geométrico y superestructura de vía de la vía principal	4	1053 - 1515
A.5.1	Diseño del trazado	5	1516 - 1732
A.5.2	Tipo de Superestructura de Vía Férrea	6	1733-1831
A.5.3	Parámetros de diseño y conservación de la Vía Férrea		1832 - 1908
A.5.4	Estudio Funcional de la Superestructura de Vía		1909 - 1916.1
A.5.5	Estudio de Ruido y Vibraciones		1917 - 2009
A.6	Túnel	7	2010 - 2448
A.6.1	Memoria Descriptiva General		2017 - 2032
A.6.2	Selección del diámetro del túnel		2033 - 2073
A.6.3	Excavación Método TBM y NATM en Línea Principal, profundidad del túnel y rendimientos por día proyectados		2074 - 2182
A.6.4	Memoria de Cálculo de las Estructuras Permanentes.		2183 - 2434
A.6.5	Selección de TBM		2435 - 2448
A.6.6	Pozos de Ataque para TBM	8	2449 - 2932.1
A.6.7	Medidas de Protección de Edificios y Servicios Públicos		2455 - 2767
A.6.8	Sistema de Monitoreo y Auscultación		2768 - 2843
A.6.9	Excavación en Trinchera (Método Cut&Cover)		2844 - 2932.1
A.6.10	Excavación en Caverna	9	2934 - 3111
A.7	Estaciones de Pasajeros	10	3112 - 3231
A.7.1	Memoria Descriptiva General por Estación.		3238 - 3506
A.7.2	Arquitectura por tipología de estación.		3507 - 3606
A.7.3	Excavación y Tratamiento de Consolidación por tipología.		3607 - 3640
A.7.4	Memoria de Cálculo de las Estructuras Permanentes por tipología.		3641 - 4028
A.7.5	Accesibilidad al sistema y dimensionamiento de los andenes		4029 - 4119
A.7.6	Instalaciones ferroviarias o Equipamiento de Sistema por tipología de estación		4120 - 4304
A.7.7	Simulación del flujo de pasajeros en cada estación por medio de software	13	4305 - 4509
A.7.8	Instalaciones no ferroviarias o Equipamiento Electromecánico por tipología de estación.		4510 - 4583
A.8	Integración física e inserción urbana.	13	4584 - 4696
A.8.1	Estaciones Línea 2		4611 - 4672
A.8.2	Estaciones Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta - Línea 4		4673 - 4696
A.8.3	Soluciones de Ingeniería para permitir la Integración física y tecnológica en estaciones de intercambio.	14	4697 - 5707
A.8.4	Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Línea 2		4708 - 4741
A.8.5	Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta - Línea 4		4742 - 4753
A.8.6	Patios Talleres (Santa Anita y Bocanegra)		4754 - 4788
A.9	Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o salidas de emergencia	14	4789 - 5004
A.9.1	Memoria Descriptiva General		4790 - 4808
A.9.2	Diseño funcional y dimensionamiento del patio taller		4809 - 5004
A.9.3	Arquitectura de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia	15	5005 - 5207
A.9.4	Estructuras de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia		5208 - 5289
A.9.5	Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes	16	5290 - 5470
A.9.6	Esquema Ferroviario y Diseño de la Superestructura de Vía Férrea, alimentación eléctrica y señalización de los Patios Talleres.		5471 - 5521
A.9.7	Instalaciones en Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia		5522 - 5539
B	Diseño, Suministro e Instalación de equipos y materiales		5588 - 5659
B.1	Equipos y materiales para el proyecto en general, las obras civiles y el equipamiento		5589 - 5659
B.1.1	Procedencia y Tecnología		5592 - 5636
B.1.2	Transporte		5637 - 5639
B.1.3	Importación		5640 - 5640
B.1.4	Requerimientos de montaje y desmontaje		5641 - 5659
C	Diseño, Suministro e Instalación del equipamiento de sistema y del equipamiento electromecánico	17	5660 - 6318.36
C.1	Instalaciones Ferroviarias: superestructura de vía; señalización y control; puertas de andén; mando y control centralizado; control de pasajeros; electrificación (inc. Alimentación y tracción eléctrica, catenaria, subestaciones de alta tensión, subestaciones de rectificación, cabinas, etc.); Sistemas de telecomunicaciones; sistemas de información al público.		5660-6318


				Instalaciones no ferroviarias: sistemas de ventilación; sistemas contra incendios; instalaciones eléctricas; control de acceso; aire acondicionado; ascensores y escaleras mecánicas; sistemas de bombeo; equipamiento electromecánico de patios y talleres de mantenimiento.	18	6319 - 6896
		C.2			18	8651 - 8662
			C.2.1	Diseño	19	6897 - 7478
				Apéndice 1.Cálculos	20	7479 - 8050
				Apéndice 1/2.Cálculos/Planos	21	8051 - 8452
				Apéndices	22	8453 - 8650
				Suministro e instalación	22	8651 - 8662
		D		Diseño, fabricación, pruebas del material rodante	23	8663 - 9147
			D.1	Diseño, fabricación, pruebas de aceptación en fábrica, transporte, ensamble y acople, pruebas de puesta en marcha e integración del material del rodante propuesto		8670 - 8682
				D.1.1 Configuración del tren		8683 - 8725
				D.1.2 Vida útil de los trenes y ciclos de servicio		8726 - 8781
				D.1.3 Gálibo		8782 - 8835
				D.1.4 Capacidad de transporte del tren		8836 - 8840
				D.1.5 Características de los trenes		8841 - 9076
				D.1.6 Prestaciones de los trenes		9027 - 9033
				D.1.7 Sistema de diagnóstico y transmisión de fallas al Puesto Central de Operaciones. Sistema de señalización y comunicación.		9034 - 9044
				D.1.8 Salidas de emergencia del tren.		9045 - 9058
				D.1.9 Composición estructural de las cajas.		9059 - 9117
				D.1.10 Cronograma de suministro del Material Rodante		9118 - 9147
		E		Metodología constructiva para el desarrollo del proyecto	24	
			E.1	Metodología de construcción de las obras civiles, provisión de material rodante y de la operación para el desarrollo del contrato y relación de repuestos estratégico y críticos.		9148 - 9356
				E.1.1 Informe Técnico del Procedimiento de Construcción de Túneles. Metodología Constructiva y Estrategia del Uso de Tuneladoras. Planta de Dovelas.		9148 - 9340
				E.1.2 Relación de equipos y herramientas especiales		9341 - 9356
		F		Organización del equipo de trabajo en las distintas fases del proyecto	25	9357 - 9466
		G		Cronograma de ejecución de las obras	25	9467 - 9523
		H		Propuesta de Operación del Proyecto	25	9524 - 9774
			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	25	9775 - 9883
			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		
			I.7	Personal requerido		
			I.8	Listado de equipos fijos y móviles		
			I.9	Otros que se consideraran aplicables		
		J		Plan de aseguramiento de la Calidad	26	9884 - 10596
			J.1	Plan de Aseguramiento de la Calidad		9891 - 10568
			J.2	Memoria Descriptiva del contenido del Manual de Control de Calidad		10569 - 10596
		K		Plan de Gestión Ambiental y de Seguridad y Salud	27	10597 - 11111
			K.1.2	Gestión ambiental para la explotación	28	11112 - 11711
		L		Memoria descriptiva de los protocolos para la ejecución de pruebas	29	11712 - 11910
			L.1	Memoria descriptiva de los protocolos para la ejecución de pruebas de aceptación en fábrica, pruebas de integración antes de la fase comercial y pruebas de puesta en marcha antes de la puesta en operación comercial del sistema ferroviario.		11718 - 11763
		M		Memoria descriptiva del manual de operación y mantenimiento de la infraestructura y material rodante	29	11764 - 11891
			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)	29	
			N.1	Contenido de Hitos de Obras por Etapas (1ra y 2da)		11892 - 11903
			N.2	Hitos de Provisión del Material Rodante (1ra y 2da Etapa)		11904 - 11910
		O		Ingeniería de detalle de la Primera Etapa A	30	11911 - 12359
			O.1	Estudios Básicos		
				O.1.1 Topografía de detalle		11919 - 11940
				O.1.2 Estudio Geotécnico		11941 - 12359
				O.1.3 Análisis de riesgo sísmico	31	12360 - 12766
				O.1.4 Estudio de desvío de tráfico		12616 - 12671
				O.1.5 Estudio de interferencias		12672 - 12729
			O.2	Geometría		
				O.2.1 Trazado de las vías		12731 - 12776
			O.3	Túneles	32	12777 - 13281
				O.3.1 Memoria descriptiva con definición de los métodos constructivos		12784 - 12787
				O.3.2 Diseño de las secciones tipo de túnel		12788 - 13067
				O.3.3 Diseño de la conexión subterránea con el Patio Santa Anita		13068 - 13099
				O.3.4 Diseño de los pozos de ataque		13100 - 13139
				Diseño de las tuneladoras a utilizar en la Primera Etapa A y compromiso oficial que demuestre cumplimiento del plazo para la entrega del plazo para la entrega de la tuneladora (No aplica al método propuesto)		
			O.4	Estaciones		13140 - 13281

Almora

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BARRERA GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



		O.4.1	Memoria descriptiva general de las estaciones		13141 - 13193
		O.4.2	Arquitectura		13194 - 13200
		O.4.3	Accesibilidad al sistema y dimensionamiento de los andenes	32	13201 - 13229
		O.4.4	Estructuras	33	13230 - 13281
			Apendice 2/3: Memoria Calculo Estructura y Planos	34	13487 - 13969
		O.5	Patio taller Santa Anita	35	13970 - 14144
		O.5.1	Memoria descriptiva con definición del layout general	35	13977 - 14056
		O.5.2	Excavaciones y muros de contención.		14057 - 14072
		O.5.3	Arquitectura general		14073 - 14117
		O.6	Cronograma para el cumplimiento de ejecución de la Primera Etapa A	35	14118 - 14144
5	Documento N° 5		Versión Final del Contrato de Concesión	36	14145 - 14756


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



Lima 21 de marzo 2014

Señores:
**Agencia de Promoción de la Inversión Privada
PROINVERSION**
Av. Canaval Moreyra N° 150, Piso 8
San Isidro.

Atn.: **Sra. Christy García Godos Naveda**
Jefe de Proyecto

Ref.: **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".**

Asto.: **Presentación del Sobre N° 2 y Sobre N° 3**

Estimados Señores:

Por medio de la presente nos es grato saludarlos y a la vez presentar el Sobre N° 2 y el Sobre N°3 del 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".

Nuestro consorcio denominado "Consortio Nuevo Metro de Lima", integrado por las empresas: IRIDIUM Concesiones de Infraestructuras S.A., Vialia Sociedad Gestora de Concesiones de Infraestructuras S.L., Salini Impregilo S.p.A., Ansaldo STS S.p.A., ANSALDOBREDA S.p.A. y COSAPI S.A. presenta ante su estimada las ofertas técnicas y económicas según lo estipulado en las Bases del Concurso.

El sobre N° 2 cuenta con tres cajas que cuentan con:

- 1 original de la oferta técnica del consorcio
- 2 copias de la oferta técnica del consorcio

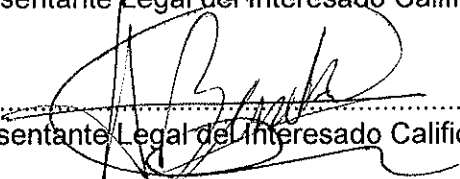
El sobre N° 3 cuenta con un sobre que contiene la oferta económica del consorcio.

Sin otro en particular, quedamos de Ustedes,

Atentamente,

Entidad **CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA**

Nombre ALFONSO JUAN BASARE GARCIA
Representante Legal del Interesado Calificado

Firma 
Representante Legal del Interesado Calificado



Documento N°1: Declaración Jurada

ANEXO N° 6

Formulario 4

VIGENCIA DE LA INFORMACIÓN

(Referencia: Numeral 7.1 de las Bases del Concurso)

DECLARACIÓN JURADA

Por medio de la presente declaramos bajo juramento que la información, declaraciones, certificación y, en general, todos los documentos presentados en el Sobre N° 1 permanecen vigentes a la fecha y permanecerán de la misma manera hasta la Fecha de Cierre.

Lima, 20 de marzo de 2014

Entidad **CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA**

Nombre ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
Representante Legal del Interesado Calificado

Firma 
Representante Legal del Interesado Calificado

**Documento N°2:
Aceptación de las Bases del
Concurso y Contrato**

ANEXO N° 6**Formulario 5****ACEPTACIÓN DE LAS BASES Y CONTRATO**

(Referencia Numeral 7.1 de las Bases del Concurso)

DECLARACIÓN JURADA

Por medio de la presente, **CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA**, así como sus accionistas, socios o integrantes y los accionistas y socios de estos últimos, declaramos bajo juramento lo siguiente:

1. Que acatamos todas las disposiciones inherentes al Concurso y Adjudicación de la Buena Pro; las normas establecidas en el Decreto Supremo N° 059-96-PCM, Texto Único Ordenado de las Normas con Rango de Ley que Regulan la Entrega en Concesión al Sector Privado de las Obras Públicas de Infraestructura y de Servicios Públicos (TUO) y su Reglamento, Decreto Supremo N° 060-96-PCM, las Bases y sus Circulares.
2. Que hemos examinado y estamos conforme con estas Bases, Contrato y demás antecedentes y documentos de las mismas, aceptando expresamente las obligaciones que le imponen el cumplimiento de la Ley de Promoción de la Inversión Privada en Obras Públicas de Infraestructura y de Servicios Públicos y su reglamento, estas Bases y demás normativa aplicable al Contrato de Concesión, no teniendo reparo u objeción que formular. En consecuencia, liberamos a PROINVERSIÓN y sus asesores, de toda responsabilidad por eventuales errores u omisiones que pudieran tener los referidos antecedentes y documentos.
3. En caso de resultar Adjudicatarios de la Buena Pro, nos comprometemos a celebrar el Contrato de Concesión respectivo.

**Av. República de Colombia N° 791, Edificio Plaza República
San Isidro - Lima 27 Perú
Telf. (51-1) 2113500**

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



[380]
000008



Lima, 20 de marzo de 2014

Entidad **CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA**

Nombre **ALFONSO JUAN BASABE GARCIA**
Representante Legal del Interesado Calificado

Firma 
Representante Legal del Interesado Calificado

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 

Av. República de Colombia N° 791, Edificio Plaza República
San Isidro - Lima 27 Perú
Telf. (51-1) 2113500

**Documento N°3:
Garantía de Validez, Vigencia y
Seriedad de Oferta.**

**GLOBAL TRANSACTIONAL BANKING
AV. REPUBLICA DE PANAMA 3055
SAN ISIDRO**

Lima, 21 de Marzo de 2014

Señores
Agencia de Promoción de la Inversión Privada – PROINVERSIÓN
Presente.-

Ref. : Carta Fianza No.0011-0586-9800291962-53/0011-0708-9800071182-54
0011-0708-9800071204-56/0011-0708-9800071190-57
0011-0708-9800071212-59/0011-0708-9800071174-51

Vencimiento: 18 de Agosto de 2014

De nuestra consideración:

Por la presente y a la solicitud de nuestros clientes, señores "Consortio Nuevo Metro de Lima", integrado por: Vialia Sociedad Gestora de Concesiones de Infraestructuras S.L., IRIDIUM Concesiones de Infraestructuras S.A., Salini Impregilo S.p.A., Ansaldo STS S.p.A., ANSALDOBREDA S.p.A. y COSAPI S.A., constituimos esta fianza solidaria, irrevocable, incondicional y de realización automática, sin beneficio de excusión, ni división hasta por la suma de CINCUENTA MILLONES y 00/100 Dólares Americanos (US\$ 50 000,000.00) a favor de PROINVERSIÓN, para garantizar la Validez, Vigencia y Seriedad de las Propuestas presentadas por nuestro cliente, de acuerdo a los términos y condiciones establecidas en las Bases del Concurso de Proyectos Integrales para la entrega en concesión al sector privado del Proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao (en adelante, "el Contrato")

Asimismo, dejamos constancia que la presente garantía se hará efectiva en el caso que nuestro cliente sea declarado Adjudicatario por el Comité y no cumpla con sus obligaciones en la Fecha de Cierre del Concurso antes mencionado.

Para honrar la presente Fianza a favor de ustedes bastará requerimiento por conducto notarial del Director Ejecutivo de PROINVERSIÓN o quien haga sus veces, en nuestras oficinas de GLOBAL TRANSACTIONAL BANKING ubicadas en AV. REPUBLICA DE PANAMA 3055 San Isidro.

Toda demora de nuestra parte para honrarla devengará un interés equivalente a la LIBOR más un margen (spreads) de 2%, debiendo devengarse los intereses a partir de la fecha en que se ha exigido su cumplimiento y hasta la fecha efectiva de pago.

José Miguel Vásquez G
Ejecutivo Director
Global Transactional Banking

Gina Jusio
Gerente de Clientes Globales y Equidad de Inversión

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



[Handwritten signature]

Nuestras obligaciones bajo la presente Fianza no se verán afectadas por cualquier disputa entre ustedes y nuestros clientes.

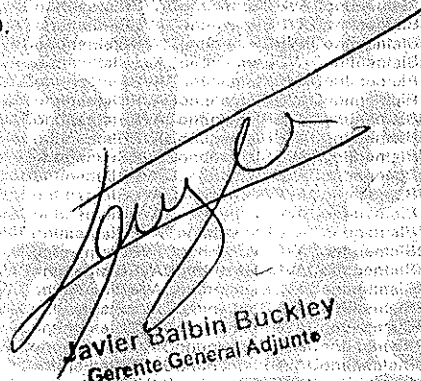
Esta Fianza tendrá una vigencia de ciento cincuenta (150) días calendario contados desde su fecha de emisión 21 de Marzo de 2014 hasta el día 18 de Agosto de 2014.

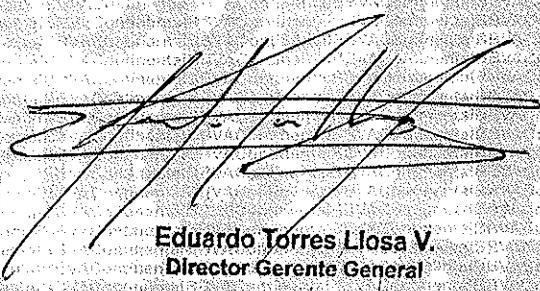
Los términos utilizados en esta Fianza tienen el mismo significado que los términos definidos en las Bases del Concurso.

Atentamente,

BBVA CONTINENTAL

p.p.


Javier Balbin Buckley
Gerente General Adjunto


Eduardo Torres Llosa V.
Director Gerente General


Miguel Vasquez G.
Executive Director
Global Transactional Banking


Gina Jalsen
Gerente de Negociación
Clientes Globales y Banca de Inversión


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

**Documento N°4:
Propuesta Técnica**

ANEXO N° 11
PROPUESTA TÉCNICA
Apéndice 1

DECLARACIÓN JURADA DE CUMPLIMIENTO DE LAS
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS

(Referencia al Numeral 7.1 de las Bases del Concurso)

Por medio de la presente, declaramos bajo juramento lo siguiente:

1. Que, el diseño, construcción de las Obras a ser ejecutadas, así como la provisión de Material Rodante durante el periodo de la Concesión, cumplirán como mínimo con los requerimientos descritos en las Especificaciones Técnicas Básicas y **los Niveles de Servicio**, que figuran en **los Anexos 6 y 7** del Contrato de Concesión.
2. **Que nuestra memoria descriptiva, diseño, suministro e instalación de equipos y materiales, diseño, suministro e instalación del equipamiento de sistema y del equipamiento electromecánico, diseño, fabricación y pruebas del material rodante propuesto, metodología constructiva para el desarrollo del contrato, organización del equipo de trabajo en las distintas fases del proyecto, cronograma de ejecución de las obras, propuesta de operación del proyecto, plan de mantenimiento de la infraestructura y del material rodante, plan de aseguramiento de la calidad, plan de gestión ambiental y de seguridad y salud, memoria descriptiva de los protocolos para la ejecución de pruebas, memoria descriptiva del manual de operación y mantenimiento de la infraestructura y material rodante, descripción detallada de hitos (obras y material rodante) se han realizado según las Especificaciones Técnicas Básicas y los Niveles de Servicio que figuran en los Anexos 6 y 7 del Contrato de Concesión**

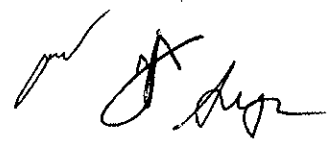
J. ANTONIO DEL POZO VALDEZ
OTARIO DE LIMA
Juan de Arona 837 - 845
Teléfono : 207-3030 - Fax : 442-7232
E. mail : postmast@jdelpozo.com.pe
San Isidro

Av. Republica de Colombia N° 791, Edificio Plaza República
San Isidro - Lima 27 Perú
Telf. (51-1) 2113500

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL







Los términos utilizados en esta declaración tienen el mismo significado que los términos definidos en las Bases.

Lima, 20 de marzo de 2014

Entidad **CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA**

Nombre ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
Representante Legal del Interesado Calificado

Firma
Representante Legal del Interesado Calificado

Nota para el caso de consorcios:

En caso de Consorcio, este formato deberá ser firmado por los representantes legales de cada uno de los integrantes del Consorcio.

Entidad **SALINI IMPREGILO S.p.A.**

Nombre MASSIMO VILLA (Integrante 1)
Representante Legal

Firma (Integrante 1)
Representante Legal

Entidad **IRIDIUM CONCESIONES DE INFRAESTRUCTURA S.A.**

Nombre SALVADOR TYRO CUENCA (Integrante 2)
Representante Legal

Firma (Integrante 2)
Representante Legal

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Av. Republica de Colombia N° 791, Edificio Plaza República
San Isidro - Lima 27 Perú
Telf. (51-1) 2113500

J. ANTONIO DEL PUZO VALDEZ
NOTARIO DE LIMA
Juan de Arona 837 - 845
Teléfono : 207-3030 - Fax : 442-7232
E. mail : postmast@delpuzo.com.pe
San Isidro



Entidad **VIALIA SOCIEDAD GESTORA DE CONCESIONES DE INFRAESTRUCTURA S.L.**

Nombre Carlos Oteo (Integrante 3)
Representante Legal

Firma [Signature] (Integrante 3)
Representante Legal

Entidad **ANSALDOBREDA S.p.A.**

Nombre LORENZO MALFACUATI (Integrante 4)
Representante Legal

Firma [Signature] (Integrante 4)
Representante Legal

Entidad **ANSALDO STS S.p.A.**

Nombre RICCARDO ROMAGNULO (Integrante 5)
Representante Legal

Firma [Signature] (Integrante 5)
Representante Legal

Entidad **COSAPI S.A.**

Nombre Fernando Raúl Valdez Torero (Integrante 6)
Representante Legal

Firma [Signature] (Integrante 6)
Representante Legal

Nombre Walter G. Piazza de la Jara (Integrante 6)
Representante Legal

Firma [Signature] (Integrante 6)
Representante Legal

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[Signature]
DNI: 08412816

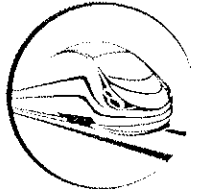
J. ANTONIO DEL PUZO VALDEZ
NOTARIO DE LIMA
Juan de Arona 837 - 845
Teléfono : 207-3030 - Fax : 442-7232
E. mail : postmast@delpuzo.com.pe
San Isidro

[Signatures]

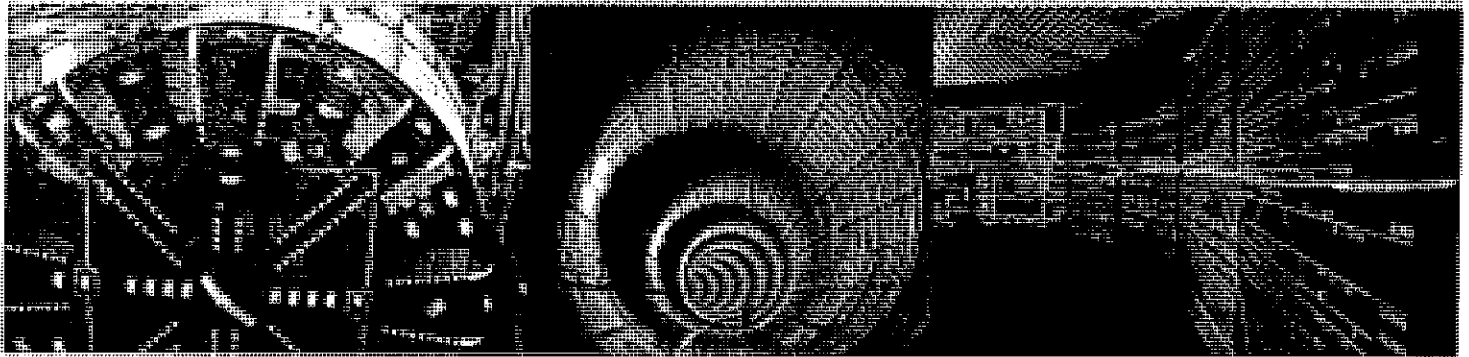
[388]

000014

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA



RESUMEN EJECUTIVO



 **ProlInversión**
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"

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL



000015

ÍNDICE

ÍNDICE	2
OBJETO DEL DOCUMENTO.....	3
A. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL DISEÑO DE INGENIERIA.....	3
B. DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES.....	54
C. DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO.....	59
D. DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE PROPUESTO	74
E. METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA PARA EL DESARROLLO DEL CONTRATO.....	97
F. ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO EN LAS DISTINTAS FASES DEL PROYECTO.....	105
G. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	110
H. PROPUESTA DE OPERACIÓN DEL PROYECTO.....	114
I. PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y DEL MATERIAL RODANTE.....	140
J. PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.....	156
K. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD Y SALUD.....	162
L. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS	166
M. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y MATERIAL RODANTE	172
N. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE HITOS (OBRAS Y MATERIAL RODANTE).....	176
O. INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A.....	182

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



000016

OBJETO DEL DOCUMENTO

De acuerdo con lo previsto en las Bases del Concurso, en este documento se resume la Propuesta Técnica desarrollada por el Consorcio Nuevo Metro de Lima para el Proyecto "Línea 2 y ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao", que sustenta en detalle las consideraciones que se exponen a continuación.

Tanto para este Resumen Ejecutivo como para el desarrollo de la Propuesta Técnica, se ha seguido el índice de contenido indicado en las Bases del Concurso.

A. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL DISEÑO DE INGENIERIA

A.1 MEMORIA DESCRIPTIVA DE OBRAS CIVILES Y EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO

El diseño de ingeniería realizado por el Consorcio Nuevo Metro de Lima se ha desarrollado a partir de la información referencial recogida, principalmente, en los siguientes documentos:

- Estudio de Preinversión 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
- 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".

En primer lugar, se ha considerado la información contenida en los estudios topográficos y geotécnicos facilitados por Proinversión. Esta información ha sido complementada con una Campaña Geotécnica realizada por este Consorcio, que ha permitido definir la distribución geológica de los materiales del sustrato y caracterizar desde el punto de vista geotécnico los materiales presentes a lo largo del trazado, básico para el desarrollo del diseño.

Del mismo modo, se ha realizado un estudio de trazado que ha permitido ligeras modificaciones en planta, mejorando las velocidades de paso en las curvas y adaptándose a los límites de confort establecidos, a los que igualmente contribuirán las prestaciones de las unidades móviles (aceleración, deceleración y frenado) y los sistemas implementados. Se ha modificado el trazado en alzado respecto del Proyecto Referencial, a partir de los condicionantes de cobertura a terreno, paso bajo estructuras y tipología de estación planteada. En este sentido, las estaciones se han planteado con una nueva tipología de estación cut & cover sin entrepiso, lo que ha permitido un ajuste mayor del perfil longitudinal del trazado. Estas estaciones tienen un menor recorrido entre el andén y los accesos en superficie, y esta característica las hace más funcionales reduciendo los equipos de elevación mecánicos y por tanto su coste de operación y mantenimiento, así como favoreciendo el flujo de los usuarios, su acceso y desalojo de estaciones en horas punta o eventualidades de contingencia.

En todo momento, para el diseño de la obra civil y el equipamiento, se ha tenido en cuenta el Plan de Operación desarrollado en esta Propuesta Técnica. La longitud de las colas de maniobra, la ubicación de las terceras vías y de los cambiavías dispuestos a lo largo de la línea, se ajustan completamente a los requerimientos establecidos en el mismo. Del mismo modo, la superestructura de vía, la capacidad funcional con que se ha dotado a las terceras vías y a los patios, así como el diseño de las estaciones, se ha definido en concordancia con el proyecto de operación. Todo ello permite garantizar la capacidad del transporte del sistema para todas las etapas, tanto en horas punta como en horas valle.

A partir de este análisis, se ha previsto una longitud de túnel en las estaciones terminales para las maniobras de inversión de marcha y eventual estacionamiento de trenes de 250 m, tanto en L2 como en el Ramal Av. Faucett-Gambetta de L4.

Se ha incrementado la longitud de los tramos de tercera vía a 475 m de longitud de acuerdo con los requerimientos del material rodante y sistema de señalización propuestos. En total, se contemplan tres tramos de tercera vía en L2, lo que considerando las colas de maniobras y el patio taller implica que hay zonas de estacionamiento distribuidas en la línea distanciadas 5.2 km, 4.5 km, 6.8 km, 5.2km y 6.2 km respectivamente.

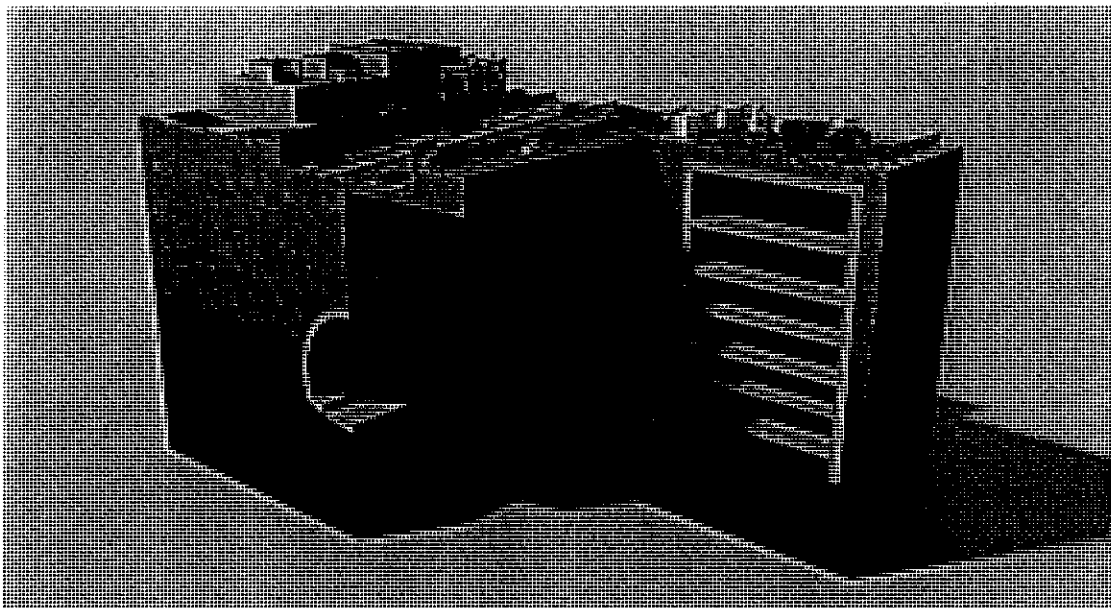
La superestructura de vía prevista para la línea principal es vía en placa con sujeciones de tipo directo y vía balastada en los Patios Taller, considerando cambiavías de tangente 1/12 para túnel de línea y 1/8 para talleres.

Respecto a los métodos constructivos seleccionados, se prevé realizar la mayor parte del túnel mediante una excavación mecanizada con TBM (Túnel Boring Machine), con un diámetro interior de la sección igual a 9.20 m y revestimiento mediante un anillo de dovelas de 0.32 m de canto.

Complementariamente, se prevé la ejecución de túnel mediante medios convencionales en el tramo de la Primera Etapa A, y adicionalmente entre las estaciones de Nicolás Arriola y Evitamiento y entre las estaciones Mercado Santa Anita y Municipalidad de ATE, en aquellas zonas donde el basamento rocoso o las condiciones de suelo que puedan encontrarse durante la ejecución de las excavaciones han determinado su viabilidad técnica y por otro lado, han desaconsejado la utilización de máquinas tuneladoras por los riesgos de aparición de secciones mixtas suelo-roca y presencia de bolos de tamaño medio y grande.

Se han previsto 3 tipos de pozos con una funcionalidad doble, de ventilación y emergencia. Estas tres tipologías se adaptan a las metodologías constructivas seleccionadas, así como a los condicionantes geológicos-geotécnicos de cada tramo. Se plantean pozos laterales de sección circular para los tramos ejecutados en TBM, pozos cenitales (posición centrada en el eje del túnel) de sección circular para los tramos de túnel ejecutados en metodología convencional y pozo cenital de sección rectangular en zonas bajo nivel freático.

Respecto a las estaciones, los ajustes realizados en alzado han permitido plantear todas las estaciones en cut & cover salvo la estación de Prolongación de Javier Prado que se ejecutará en caverna.

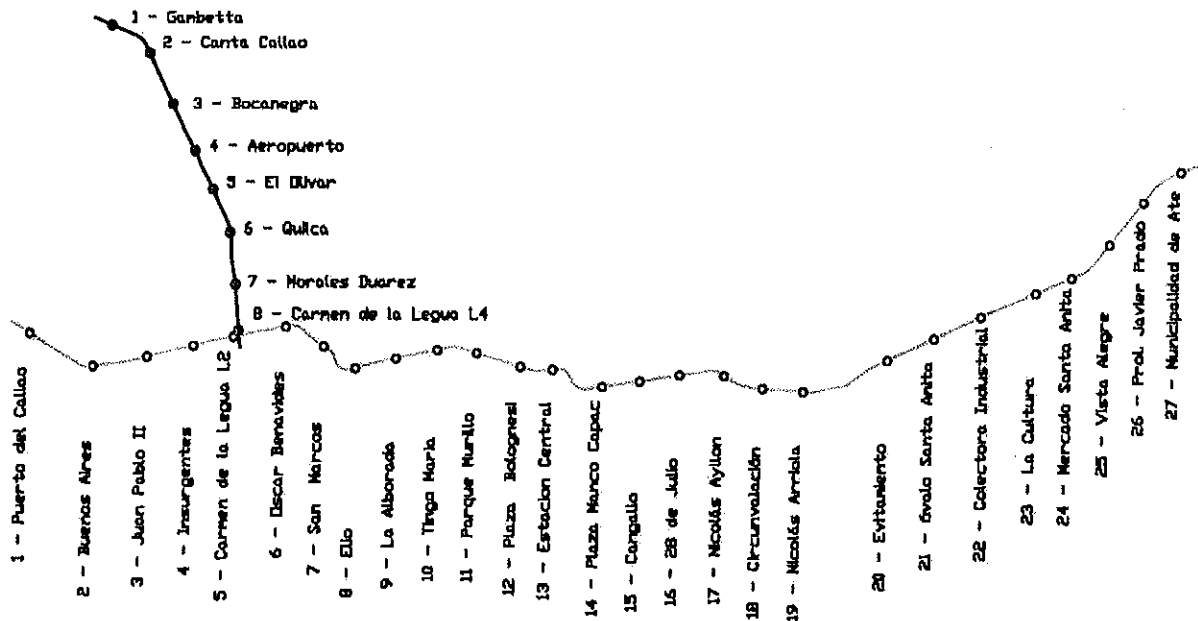


Estación en caverna. Prolongación de Javier Prado



ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

000018



Esquema de las líneas. Línea 2 y línea 4

Con las consideraciones anteriores, las características principales de las obras civiles propuestas son las siguientes:


LINEA 2

Longitud total de la línea	26.87 Km
Longitud de túnel	21 Km
Túnel ejecutado con TBM	13.6 Km
Túnel ejecutado por método convencional	7.4 Km
Número de estaciones	27
Estaciones ejecutadas en C&C	26
Estaciones ejecutadas en caverna	1 (Javier Prado)
Terceras Vías	3
Patios-Taller	1 (Santa Anita)
Pozos de ventilación y emergencia	27
Superestructura	Vía en placa en línea y balastada en talleres

LINEA 4 (Ramal Av. Faucet – Gambetta)

Longitud de la línea	7.65 Km
Longitud de túnel	5.8 Km
Túnel ejecutado con TBM	5.1 Km
Túnel ejecutado por método convencional	0.07 Km
Número de estaciones	8
Estaciones ejecutadas en C&C	8
Estaciones ejecutadas en caverna	0
Terceras Vías	0
Patios-Taller	1 (Bocanegra)
Pozos de ventilación y emergencia	8
Superestructura	Vía en placa en línea y balastada en talleres

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



A.2 CRITERIO DE DISEÑO DE LAS OBRAS CIVILES

La normativa utilizada para el diseño de las líneas ha sido la contemplada en el Contrato de Concesión y las Especificaciones Técnicas de referencia.

Los criterios generales empleados para el diseño de las líneas son:

- Velocidad de diseño 90 Km/h.
- La trocha considerada es de 1435 mm.
- La entrecía mínima considerada fue de 3,80 metros.
- 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.
- 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.
- Los elementos emergentes de la línea, tanto de las estaciones (accesos y ventilaciones) como los de los pozos (ventilaciones) se han mantenido en la misma posición del Estudio de Factibilidad.

Se ha verificado además que los diseños de las obras civiles son compatibles con la capacidad de transporte del sistema ferroviario en horas punta y valle exigida en el Anexo 7 del contrato de Concesión para todo el periodo de Explotación.



Para esto se ha determinado el tiempo de viaje, partiendo de los gráficos de marcha obtenidos de las simulaciones cinemáticas realizadas, teniendo en cuenta:

- 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.

Con los tiempos de viaje obtenidos a partir de las simulaciones cinemáticas, se han calculado el número de trenes necesario en cada etapa de puesta en explotación, tipo de día y periodo horario, respetando en todos los casos que las frecuencias no superen los niveles de servicio exigidos en el Anexo 7 del Contrato, y que la densidad media de los pasajeros de pie no sobrepase los 6 pasaj./m², según se especifica también en el referido Anexo 7 del Contrato.

Una vez obtenido el número de trenes necesarios, se ha calculado el intervalo resultante, para cada periodo horario en los diferentes tipos de día y etapas de puesta en explotación,

000020

comprobando que la capacidad de transporte de sistemas ferroviario ofertada es siempre mayor que la capacidad de transporte requerida para todo el periodo de Concesión.

Se han realizado también las simulaciones eléctricas que aseguran un correcto dimensionamiento del sistema energético durante todo el periodo de concesión.

Durante la fase de redacción de los EDIs, construcción, suministros, puesta en marcha y posterior operación y mantenimiento, se implementarán técnicas RAMS según las normas EN-50126, EN-50128 y EN-50129.

A.3 TOPOGRAFÍA DEL PROYECTO

La información topográfica que se ha utilizado para el desarrollo de la oferta es la realizada para el estudio de Preinversión a nivel de Factibilidad del Proyecto, correspondientes tanto al estudio de ATA como al de CPS Consultores y los datos posteriores recibidos durante la fase de licitación. Los puntos de control geodésico y factores de corrección se encuentran recogidos en el punto A.3. de la Propuesta Técnica.

Durante la fase de licitación, se ha realizado un contraste de los datos, centrándose principalmente esta revisión en los puntos conflictivos, en los que la precisión de la topografía es imprescindible para garantizar la factibilidad de la solución diseñada.

Durante la realización de los Estudios de Detalle de Ingeniería se realizarán los trabajos de topografía complementarios necesarios para la correcta definición y replanteo de las obras civiles.

Al margen de cualquier información existente, se pondrá especial empeño en la toma de datos en tiempo y forma por parte del equipo de topografía del Consorcio, para así garantizar una correcta red externa de puntos con monumentación de bases y enlace con puntos geodésicos y observaciones GPS para garantizar el riguroso control de la dirección de las excavaciones.

Los expertos de topografía dirigidos por responsables del Consorcio constructor garantizarán la correcta dirección de las excavaciones y los trabajos de poligonación en el interior verificando la orientación absoluta y evitando errores que en grandes distancias pudieran adquirir una magnitud importante.

El diseño de las redes internas, su seguimiento y guiado dota de los equipos necesarios que permite garantizar el buen fin de la mismas.

Los túneles convencionales se ejecutan por uno o dos frentes y no debe pasarse por alto que se realizan en un medio ciertamente hostil, siendo necesario la vigilancia de las referencias topográficas (vértices de poligonal) y desplazamientos de referencias por la propia convergencia del terreno.

En la ejecución de un túnel con TBM la topografía marca el guiado por el eje de trazado de proyecto a partir de la determinación de su posición. El piloto de la tuneladora debe disponer de información instantánea de la posición espacial de la tuneladora con respecto a ese eje teórico y las direcciones que sigue la tuneladora. El sistema ofrece datos de la posición actualizada de la maquina mediante valores numéricos, gráficos de desviación y tendencias de la tuneladora a partir de una precisa infraestructura topográfica.

A.4 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DEL PROYECTO

El estudio de Geología y Geotecnia presentado en el punto 3 de la Propuesta Técnica define la distribución geológica de los materiales del sustrato y caracteriza estos materiales presentes a lo largo del trazado.

Además de los datos disponibles en el Proyecto de Factibilidad y la campaña complementaria realizada por PROINVERSION para la etapa 1A, el Consorcio ha realizado una campaña geotécnica con un total de 16 sondeos mecánicos que suman 576,69 ml de perforación, 7

calicatas manuales de entre 5 y 10 m de profundidad (además de las 16 calicatas realizadas previamente a los sondeos mecánicos para detección de servicios) y 16 perfiles de sísmica, que incluyen líneas sísmicas de refracción con longitud de entre 70 y 140 m y perfiles de sísmica pasiva MASW.

A.4.1 Descripción general del corredor y caracterización geotécnica

A partir de la interpretación geológica y geotécnica de las investigaciones realizadas y de la información del Proyecto referencial se ha determinado que los trazados en estudio de la "Línea 2 y ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao" afectarán mayoritariamente a los materiales granulares gruesos que constituyen el *Aglomerado de Lima*.

En la zona de estudio se han reconocido y diferenciado las siguientes Unidades Geotécnicas, que se indican a continuación:

- Rellenos antrópicos (R). Mezcla de suelos poco compactos y contaminados.
- CL/ML. Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad y limos inorgánicos de baja plasticidad.
- SM. Arenas limosas.
- GP-S. Gravas pobremente gradadas con arena, arcilla y limo.
- D. Roca del sustrato (Dioritas, tonalitas y rocas filonianas).

La distribución de estas unidades se presenta en los planos de perfiles longitudinales geológico-geotécnicos elaborados, incluidos en el punto A.4 de la Propuesta Técnica.

De acuerdo con los resultados anteriormente expuestos, en la caracterización geotécnica de los materiales realizada se incluyen los parámetros geotécnicos propuestos para el cálculo.

Unidad geotécnica (síntesis)	γ_{sat} (KN/m ³)	W (%)	% Pasa tamiz #0,08 mm	LL (%)	IP (%)	Clasif. U.S.C.S.	c' (KPa)	ϕ (°)	Vs (m/s)	E _{max} (MPa)	E _{estático} (MPa)	ν
R	16,7	10,7	25	0	0	SM 25%; GP 25%; GC 13%; ML 13%; CL 13%	0	28	200	174	17	0,3
CL/CM	17,38	23,7	80	35,5	12,6	ML 42%; CL 37%; MH 19%	8	26	260 (200-600)	181	23	0,25
SM	16,95	9,1	34	0	0	SM 54%; SM-SP 11%; SP 11%; SC 7%; ML 7%; GM-GP 4%	5	30	200	176	35	0,3
GP-Ss	20	3,8	0	0	0	GP 76%; GW 9%	15	34	400 (150-650)	208	42	0,3
GP-Sl	22	3,3	0	0	0	GP 81%; GM-GP 8%; GW 4%; GM 4%	32	39	750 (400-1050)	915	183	0,3

Parámetros geotécnicos propuestos para el cálculo.

A.4.2 Hidrogeología

El reservorio acuífero de la Gran Lima está constituido por depósitos aluviales del Cuaternario reciente de los valles Rímac y Chillón. Estos depósitos están compuestos por cantos rodados, gravas, arenas y arcillas, intercalados en estratos y/o mezclados entre sí.

Un aspecto destacable es la existencia de niveles freáticos en los trazados previstos, habiendo podido considerar la existencia de un nivel o napa freática en el inicio de la línea 2 (pp.kk. 0+000 – 5+200) y en la totalidad de la línea 4 (pp.kk. 0+000 – 7+643). El nivel freático se encuentra relacionado con la conexión hidráulica de la línea de costa y la pérdida del río

000022

Rimac, habiéndose representado la napa freática en los perfiles geológico-geotécnicos elaborados.

Se han realizado ensayos químicos sobre muestras de agua freática obtenidas en las perforaciones diamantinas, y según los valores indicados en la normativa de edificación NTE E.060 (Tabla 4.4), los concretos tendrán una exposición moderada por presencia de sulfatos en las aguas freáticas de la línea 2 y ramal Av. Faucett – Av. Gambetta, por lo que se deberán emplear los siguientes tipos de cemento: II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS).

A.4.3 Tectónica y sismicidad

La posición de Perú en la costa oriental del Pacífico, en el denominado “Cinturón de Fuego del Pacífico” con la interacción de las placas Sudamericana y de Nazca genera una zona de subducción frente a las costas que convierten Perú en una de las zonas sísmicas más activas del mundo.

Es por ello que se ha elaborado un estudio de riesgo sísmico, con objeto de determinar los parámetros sismotectónicos a aplicar en la zona de actuación, y especialmente en las obras a proyectar. Este estudio se basa en la determinación de la peligrosidad sísmica, la cual se define como la probabilidad de excedencia de un cierto valor de la intensidad del movimiento del suelo producido por terremotos, en un determinado emplazamiento y durante un periodo de tiempo establecido.

Según el estudio realizado mediante métodos deterministas y probabilísticos, basados en que la sismicidad es aleatoria en cada zona y el máximo sismo podría ocurrir en cualquier lugar de la misma, se ha estimado una aceleración pico máxima de 0,40g.

Teniendo en cuenta cinco distintos emplazamientos seleccionados por su representatividad (por distribución y características geofísico-geotécnicas) de los trazados y las condiciones locales se estiman las siguientes aceleraciones máximas:


Zonas de estudio		Perfil de suelo	Factor Fa	Aceleración horizontal máxima (g) para periodos de retorno			
				200	475	1.000	2.500
Pto 1 Inicio L2	P.K. 1+800 L2	C	1,00	0,33	0,430	0,526	0,659
Pto 2 Inicio L4	P.K. 1+150 L4	C	1,00	0,326	0,423	0,517	0,655
Pto 3 Centro histórico	P.K. 11+700 L2	C	1,00	0,321	0,417	0,509	0,643
Pto. 4 Etapa 1A	P.K. 19+500 L2	C	1,00	0,314	0,409	0,499	0,634
Pto 5 Final L2	P.K. 25+500 L2.	C	1,00	0,309	0,402	0,489	0,619

Aceleraciones máximas para los distintos emplazamientos analizados y los periodos de retorno considerados.

A.4.4 Conclusiones.

Según la documentación anteriormente expuesta, es posible extraer las siguientes conclusiones generales a partir de los resultados de la campaña geotécnica complementaria:

- Las estaciones de Carmen de la Legua (ramal Av. Faucett – Av. Gambetta) y Municipalidad de ATE (línea 2) estarán afectadas por el nivel freático.
- Las zonas del resto del trazado afectadas por presencia de un nivel de agua son: línea 2 hasta la estación de Insurgentes y ramal L4 hasta la estación de Morales Duárez.
- En el entorno de los pp.kk. 18+240-18+630 y 26+460 se ha detectado un sustrato rocoso a cota de túnel que se afectará a lo largo de unos 400 m.


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

000023

- En estas zonas es posible la presencia de bolos asociados a la proximidad de los basamentos rocosos a la zona atravesada por los túneles. La frecuencia y tamaño pueden condicionar el uso de máquinas tuneladoras, por el riesgo de atasco en las zonas de entrada y daños en los sistemas de evacuación del material excavado.
- Desde el punto de vista deformacional, y centrándose en el Aglomerado de Lima, puede decirse que la campaña de sísmica pasiva efectuada avalaría los valores de módulo definidos, si bien se han de hacer las puntualizaciones siguientes:
 - Por un lado, los valores $G_{máx}$ asignados serían una envolvente conservadora.
 - Por otro lado, se carece de datos directos de los módulos 'estáticos' por la dificultad de realizar dilatómetros o placas de carga.
 - Una vez obtenidos ensayos dilatométricos efectuados por Proinversión en la Etapa 1A, se ha constatado que los valores de módulos elásticos inicialmente considerados para las gravas de Lima son del mismo orden.
- La permeabilidad de la grava quedaría caracterizada por un valor medio de $7.62 \cdot 10^{-5}$ m/s, con valores máximo y mínimo de $4.92 \cdot 10^{-4}$ y $5.00 \cdot 10^{-6}$ m/s respectivamente, lo que puede calificarse como una permeabilidad media. En estas condiciones, se cree que la excavación de las estaciones podrá realizarse mediante agotamientos, quizá complementados con compartimentaciones mediante paneles de bentonita, sin necesidad de recurrir a la realización de complejos tapones de fondo.

A.5 TRAZO, DISEÑO GEOMÉTRICO Y SUPERESTRUCTURA DE VÍA DE LA LÍNEA PRINCIPAL

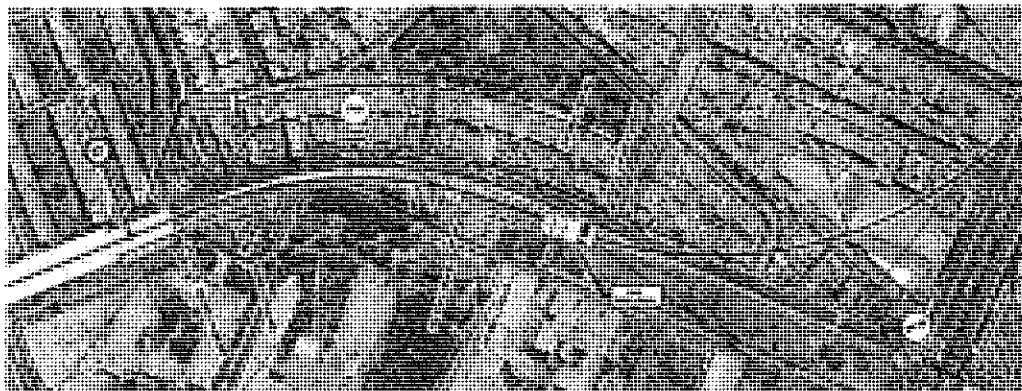
A.5.1 Diseño del trazado

A continuación se describe el trazado en planimetría y altimetría. Para la definición del mismo, se ha tenido en cuenta la configuración de aparatos de vía y terceras vías propuestas, que se han diseñado para permitir flexibilidad en la operación.

Planimetría

El trazado horizontal de la Línea 2 se basa en el Estudio de Factibilidad, habiéndose realizado algunas ligeras modificaciones para mejorar las velocidades de paso en las curvas y adaptarse a los límites de confort establecidos (valores deseables de los parámetros de diseño). Estas mejoras han consistido en:

- Adaptar la longitud de las clotoides de acuerdo con los valores de los parámetros de diseño definidos como deseables.
- Mejora de las curvas en S situadas entre San Marcos y Elio. Se han incrementado los radios de paso de 250 m a 280 m.



Mejora de curvas entre San Marcos y Elio

- Mejora de las curvas en S situadas entre Estación Central y Manco Capac. Se ha incrementado el primero de los radios de paso de 250 m a 300 m.

000024

- Se ha modificado la ubicación de la tercera vía situada entre Nicolás Arriola y Evitamiento, originalmente situada entre las avenidas Santa Cecilia y Santa Rosa. En la nueva propuesta, la tercera vía se adelanta al tramo de Nicolás Ayllón comprendido entre avenida Las Torres y Santa Cecilia, para adaptarse a la mayor longitud prevista.

En relación con el trazado en horizontal de la Línea 4, y con motivo de mejorar las características de la geometría en planta se ha rectificado el primer radio de 300 m del estudio de factibilidad, por un radio de 350 m. siendo este, a su vez, el radio mínimo de toda la línea 4.

Por otra parte, analizando el trazado propuesto por factibilidad en su cruce con el río Rímac e intentando evitar al máximo la posible afección a la cimentación del puente existente, se ha desplazado el eje de la vía principal unos 10,0 m hacia el este. Por último, y como resultado de los ajustes de optimización de la nueva estación de Carmen de la Legua se ajustó la última alineación del trazado de la L4 con vistas de no afectar a ninguna edificación en ambos márgenes de la avenida Elmer Faucett entre los puntos kilométricos 7+200 y 7+640.

Altimetría

La rasante del actual ha variado en su totalidad con la definida en el estudio de factibilidad, tanto en la Línea 2 como en la línea 4, como consecuencia principalmente de la nueva tipología de estaciones propuesta, de estaciones cut & cover sin entrepiso. En ellas existe menor recorrido entre el andén y los accesos en superficie, lo que las hace más funcionales, y se ha fijado como criterio de diseño vertical una distancia entre la superficie del terreno y el riel del metro de aproximadamente 18 m.

No se ha incrementado la profundidad de ninguna estación respecto del Proyecto Referencial. De manera general en la Línea 2 se ha ajustado el perfil longitudinal de acuerdo con el criterio expuesto en todo el trazado y para mantener la cobertura necesaria para ejecutar la estación de Prolongación de Javier Prado en caverna. Paralelamente se ha fijado un recubrimiento mínimo bajo el paso de estructuras existentes, por lo que algunas estaciones registran profundidades superiores a los 18 m objetivo.

En la Línea 4 se ha ajustado la rasante del tramo Pk 0+000 al Pk 6+500 con el mismo criterio antes citado, siendo la pendiente máxima en este tramo de 1.8 % entre la estación de El Quilca y la estación de Morales Duarez, pendiente muy condicionada por el paso bajo el río Rimac. Del Pk 6+500 al Pk 7+640, tramo en que la pendiente viene condicionada por el cruce entre la línea 2 y la línea 4., se ha rebajado la pendiente del 2.34 % inicial del estudio de factibilidad, a una rasante del 1.80%. Se ha reducido la distancia entre rieles de la línea 2 a la línea 4 pasando de 25,0 m en el estudio de factibilidad a 12,8 m en el estudio actual.

Las características geométricas del trazado se muestran en el punto A.5.1. de la Propuesta Técnica.

A.5.2 Tipo de Superestructura de Vía Férrea

El sistema diseñado para la superestructura de las líneas 2 y 4 de metro, es el de vía en placa, excepto en los patios de Santa Anita y Boca Negra, donde se ha previsto vía balastada.

Superestructura de vía en túneles de línea

Los elementos que componen la vía en placa diseñada son:

- PLACA: Hormigón Fck=25 Mpa con un mínimo de 0,26 m de espesor bajo el riel. La placa se apoya sobre un relleno de hormigón Fck=15 Mpa continuo, y estará sometida básicamente a los esfuerzos locales transmitidos por las sujeciones.
- RIEL: U.I.C. de 60 kg/ml en barra larga soldada.
- SUJECIONES: Son de tipo directo, modelos DFF/T y DFF-ADH de Railtech – Sufetra (primer nivel de atenuación) o similar. En algunos tramos, se ha previsto la colocación de manta elastomérica como segundo nivel de atenuación.

- 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.
- CONTRARRIELES: se ha previsto instalar contrarrieles del tipo 33C1 en las curvas de radio R<300 m, para minimizar el riesgo de descarrilamientos.

En el punto A.5.2, se describe tanto la superestructura de vía adoptada en la línea como los elementos y criterios considerados para la selección del tipo de vía, ejecución y montaje.

Superestructura de vía en talleres

En los patios de Santa Anita y Bocanegra, se distinguen 3 zonas de actuación:

- RAMPA DE ACCESO A PATIOS: Se instalará vía en placa de las mismas características que en la línea principal.
- PLAYA DE VÍAS DONDE SE SITÚAN LOS APARATOS DE MANIOBRA: Se ha previsto vía balastada. En esta tipología de vías se encuadran todas las vías de estacionamiento, la vía de pruebas, la vía de inspección y todo el resto de vías hasta su acceso a las naves taller (Nave de material rodante y nave taller).
- TALLERES: Presenta una superestructura diferente, en función del uso al que se destine la vía:
 - Vía con riel enrasado con la solera en zona exterior
 - Vía con riel enrasado con la solera y cajeo
 - Vía en foso
 - Vía sobre estructura metálica


En el punto A.9.6, se describen en detalle los aspectos relacionados con la superestructura de vía adoptada en los talleres.

A.5.3 Parámetros de diseño y conservación de la Vía Férrea

En las tabla adjuntas se describen los principales parámetros de diseño en las líneas 2 y 4 así como las tolerancias geométricas consideradas para construcción y mantenimiento de la vía férrea:

PARÁMETROS 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 (peralte)	150	mm
Radio mínimo vertical	3000	m

Parámetros de diseño de la vía férrea


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



000026

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

Tolerancias geométricas de la vía férrea

Estos aspectos se detallan en el punto A.5.3. de la Propuesta Técnica.

A.5.4 Estudio Funcional de la Superestructura de vía

La configuración de aparatos de vía propuesta se ha diseñado en la Propuesta Técnica 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 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. 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 no 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.

De acuerdo con las especificaciones del Contrato de Concesión, 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.
- Interestación Plaza Bolognesi - Parque Murillo.
- Interestación Nicolás Arriola – Evitamiento.

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



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



- 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.
- 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.

Los esquemas de vía que muestran la posición de las vías principales, las terceras vías y los cambiavías propuestos para las dos líneas se encuentran en el punto A.5.2. de la Propuesta Técnica.

A partir de los datos de la infraestructura, material rodante y sistemas, y de los tiempos de los gráficos de marcha obtenidos de las simulaciones cinemáticas realizadas se ha determinado el tiempo de viaje (el tiempo de vuelta completa). Se ha considerado, de la misma manera que en el Contrato de Concesión del Concurso, 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, concretamente en tres de ellas, se ha considerado un tiempo de parada de 40 segundos.

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 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 proponen los tiempos de recorrido que se presentan en el punto H2 de la propuesta, para los diversos tramos de línea que se operarán, incluyendo los bucles, y en las diferentes etapas de puesta en explotación.

A.5.5 Estudio de Ruido y Vibraciones

Estudio de Ruido y Vibraciones en operación

Se ha realizado un estudio de vibraciones para la fase de operación de las líneas de metro.

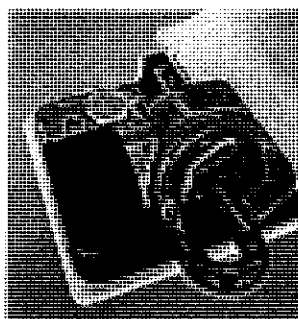
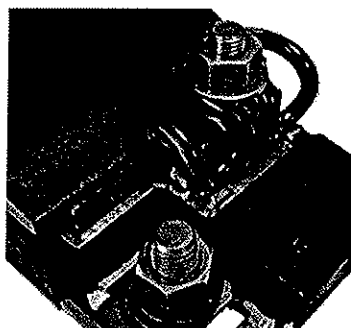
La información de partida empleada para la realización del estudio es:

- Información urbanística existente.
- "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 estudio realizado se ha adoptado un criterio más conservador que en el estudio original, basado en un criterio de distancia de la vía a edificaciones, con el fin de definir las zonas donde es necesario la ejecución de medidas de atenuación.

De acuerdo con lo anterior, se han definido dos tipos de soluciones de superestructura de vía para controlar y mitigar el ruido en las zonas más sensibles del trazado:

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



Sujeción DFF-ADH

En el resto de la vía se emplearán sujeciones del tipo DFF/T o similar, que es de por sí un sistema eficaz para la absorción de vibraciones. Adicionalmente, se ha considerado el uso de sujeciones DFF/ADH o similar en todos los cambiavías, estaciones y tramos curvos del trazado para favorecer el mantenimiento de la misma.

Estudio de Ruido y Vibraciones en fase de construcción

Las obras del metro para la construcción de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett-Gambetta de la Red Básica se ejecutan totalmente en túnel perforado, sin que sean visibles en superficie las consecuencias de los trabajos. Sin embargo las 35 estaciones previstas, también perforadas, bien como cavernas o mediante el método cut & cover, exigen conexiones con la superficie. Esto impone la presencia a pie de calle de equipos de trabajo de gran volumen con los consiguientes episodios de ruidos y vibraciones y las consecuentes molestias a la población del entorno de la obra.

Por esta razón, será empeño de este Consorcio que las mismas se desarrollen con la mínima incidencia acústica posible sobre las zonas urbanas, residenciales e industriales, en las que se desarrolla el proyecto y especialmente sobre las zonas de Protección Especial que se ubiquen en el entorno de la obra (establecimientos de salud, asilos, centros educacionales, etc.), en cualquier caso dando cumplimiento a las normas de ruido, especialmente al Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, aprueba el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (ECA) y los lineamientos para no excederlos, así como a las ordenanzas locales de las provincias de Lima y Callao (Ordenanza N° 015-MML y Ordenanza Municipal N° 000036).

Durante las horas diurnas los ruidos generados por el volumen de tráfico de las avenidas donde se desarrollarán las obras superan los límites señalados, no obstante se llevará a cabo un control estricto de las emisiones y vibraciones emitidas por la maquinaria y equipos de trabajo, adoptando las medidas necesarias para el control de las emisiones (reglaje de motores, silenciadoras, dispositivos de protección sonora en unidades de trabajo ruidosas, etc.) y muy especialmente durante las horas nocturnas, cuando el tráfico decrezca, y los trabajos de las obras subterráneas se mantengan. Se tendrán en cuenta asimismo medidas de protección en todo momento para los trabajadores de la propia obra, así como el control de todos los accesos y puntos de comunicación de la obra con el exterior para limitar la salida de ruidos molestos.

El Consorcio llevará a cabo un programa de monitoreo, en el que se indicaran los equipos a utilizar y sus características, las condiciones y pautas de calibración, los puntos de monitoreo y su frecuencia, así como la forma de articular y archivar todos los registros y los informes a reportar. Si se detectasen valores por encima de los establecidos en las ordenanzas, así como los ECA de ruido atribuibles a las obras, se redactará un Plan de ruidos y vibraciones adaptado a las incidencias observadas, de forma que se implementen las medidas necesarias para su subsanación.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

A.6 TÚNEL

A.6.1 Memoria Descriptiva General

Se ha previsto realizar la mayor parte del trazado con tuneladora o TBM (Tunel Boring Machine), tanto en la L2 como en el ramal Av. Faucett-Av. Gambetta, a excepción de algunos tramos cuya excavación se realizara con medios convencionales (caverna o cut & cover), de acuerdo con las conclusiones geológicas indicadas en el apartado A.4.4.

En la zona de túnel excavada mediante tuneladora, el revestimiento de la sección se realiza mediante un anillo de dovelas prefabricadas de hormigón armado, formado por 7 (6 +1) dovelas prefabricadas de 0.32 m de canto. El diámetro interior de la sección es igual a 9.20 m, y la longitud de cada uno de los anillos es 1.70 m.

La selección de la TBM a emplear se ha realizado en función de las características de los materiales afectados, así como la afección a las estructuras cercanas y se han planteado 5 pozos de ataque para las dos tuneladoras previstas, bien independientes o asociados a estaciones o terceras vías.

Se han efectuado también cálculos analíticos de asentamiento para los puntos críticos del trazado de ambas líneas. Para limitar los efectos de los movimientos, se ha empleado como base el criterio de Boscarding y Cording, tomándose como de referencia el "riesgo moderado" como el umbral que marcaría las zonas a tratar. Los tratamientos de mejoramiento consistirán, entre otras, en inyecciones de consolidación desde superficie y barreras de micropilotes.


Se ha elaborado un Plan específico de Monitoreo y Auscultación que detalla los dispositivos de instrumentación y control necesarios para el adecuado control de la influencia de las obras sobre el entorno y la verificación del comportamiento estructural de la infraestructura.

El método de excavación en trinchera se ha empleado en las terceras vías de Oscar Benavides y Parque Murillo y también en los ramales a talleres.

En cuanto a la ejecución de los tramos en convencional, cada una de las secciones de la misma, se excavará, revestirá temporalmente, impermeabilizará y se revestirá definitivamente, secuencialmente y por fases en etapas sucesivas. El revestimiento se construirá en dos etapas. El revestimiento primario o temporal que estará constituido, básicamente, por hormigón proyectado y cerchas y el secundario o definitivo constituido por hormigón armado convencional.



Ejecución de túnel por métodos convencionales



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

En los siguientes apartados se presentan una síntesis de los puntos clave de la propuesta técnica en relación a los túneles y obras subterráneas del Proyecto.

A.6.2 Selección del diámetro del túnel.

En el punto A.6.2 "Selección del diámetro del túnel" incluido en la Propuesta Técnica se desarrolla el estudio realizado para la selección del diámetro del túnel abordando los siguientes puntos:

Estudio de Gálibos

El estudio de gálibos incluido en la propuesta técnica tiene como objeto el desarrollo del estudio de gálibos estático, dinámico y cinemático en vía principal y en estación, indicando los desplazamientos laterales, horizontales, balanceo del tren y circulación sin aire en la suspensión secundaria en condiciones normales de operación, de sobrecarga máxima y sobrecarga excepcional.

Tolerancias Geométricas propuestas para la vía férrea

En el estudio de gálibos se indican los desplazamientos laterales, horizontales, balanceo del tren y circulación sin aire en la suspensión secundaria en condiciones normales de operación, de sobrecarga máxima y sobrecarga excepcional.

Dicho estudio considera las tolerancias geométricas propuestas para la vía férrea considerando además las pasarelas de emergencia ubicadas a cada lado del túnel, siendo el ancho mínimo entre vías férreas paralelas de 3.80 m y trenes de capacidad mínima de 1,200 y 1,400 pasajeros con 6 y 7 coches por tren respectivamente, con capacidades estándar de 6 pasajeros/m², y sobrecarga máxima de 8 pasajeros/m², y sobrecargas excepcionales de hasta 10 pasajeros/m² en caso de operaciones en modo degradado que requieran asistencia y transbordo de los pasajeros de un tren detenido en la vía a otro tren.

Verificación del Cumplimiento de la Norma UIC 505 – 1 para la definición del diámetro del túnel

En la selección del diámetro del túnel se ha realizado la verificación del cumplimiento de la Norma UIC 505-1 para la definición del diámetro del túnel así como los gálibos (estático, dinámico y cinemático) propuestos en las diferentes condiciones de operación indicadas. Si bien el gálibo máximo expuesto por la Norma UIC 505, puede encajarse en el túnel previsto, el hecho de que el tren propuesto sea un modelo específicamente metropolitano permite bajar los soportes de la catenaria rígida significativamente, siendo los soportes y anclajes más robustos y fiables.

Compatibilidad del diseño del túnel con el diseño de material rodante y con la explotación prevista

El estudio realizado contempla compatibilidad del diseño del túnel con el diseño del material rodante propuesto, y con la capacidad de transporte del tren y la capacidad de transporte del sistema ferroviario en horas punta y horas valle a lo largo del periodo de explotación y en condiciones de operación normal, en modo degradado y de emergencia.

Plan de Emergencias para la Evacuación

El estudio contempla el Plan de Emergencias para la evacuación de los pasajeros en el contexto de una operación completamente sin conductor.

A.6.3 Excavación Método TBM y NATM en la Línea Principal, profundidad del túnel y rendimientos por día proyectados

Para la determinación de la metodología de excavación de los túneles, ha sido realizado por expertos en la materia, un análisis detallado de los condicionantes geológico-geotécnicos y del plazo previsto. De acuerdo con las especificaciones del Contrato de Concesión, se prevé realizar la mayor parte del túnel mediante una excavación mecanizada con TBM (Tunnel Boring Machine), tanto en la L2 como en el ramal Av. Faucett-Av. Gambetta, pero la situación más favorable para el desarrollo de las obras hace necesario realizar varios tramos por métodos convencionales.

Se ha tenido en cuenta para este análisis, que la profundidad máxima de la clave del túnel, tanto en el tramo excavado con tuneladora como en el tramo excavado con NATM, no supera

000031

los 29 m y que el nivel freático se sitúa a 15 m sobre la clave del túnel como máximo, en los tramos próximos a la costa.

Excavación con TBM

En la línea 2, se ejecutarán en TBM los siguientes tramos:

- **Tramo Estación Nicolás Arriola – 3ª vía de P. Murillo ejecutado con TBM tipo EPB:** 5.370 metros de excavación y 1.082 metros de tránsito en vacío, sin afección freática y dentro del estrato más firme de las gravas identificado por los ensayos de sísmica de refacción.
- **Tramo Estación Oscar Benavides – Estación P. Murillo ejecutado con TBM tipo EPB:** 3.635 metros de excavación y 616 metros de tránsito en vacío, sin afección freática y dentro del estrato más firme de las gravas salvo los últimos 400 metros de túnel que requerirán una mayor presión para sostenimiento en previsión de una grava más alterada.
- **Tramo Estación Oscar Benavides – Cola de maniobras Pto del Callao ejecutado con TBM tipo EPB modificada:** 4.542 metros de excavación y 769 metros de tránsito en vacío. Este tramo combina las condiciones geológicas más exigentes del trazado en cuanto a excavación de túnel. El nivel freático es relevante a partir de la estación Carmen de la Legua, llegando a ser casi superficial en la zona final del tramo. Esto permite ir acomodando los parámetros de trabajo de la TBM de menor a mayor carga freática. Además en ese tramo se han detectado sobre la cota de excavación la presencia de niveles arenosos que pueden requerir mayor control en la estabilidad del frente.

En la línea 4, se ejecutarán en TBM los siguientes tramos:

- **Tramo cola de maniobras Estación de Gambetta – Estación de El Quilca ejecutado con TBM tipo EPB modificada:** 3.977 metros de excavación y 1.054 metros de tránsito en vacío. La totalidad de este tramo se excava bajo el nivel freático y con el frente de excavación a altura del contacto de cambio de densidad en el conglomerado de gravas. La ejecución de este tramo se plantea con la EPB modificada.
- **Tramo Estación de El Quilca – Cola de maniobras Carmen de la Legua ejecutado con TBM tipo EPB:** 1.885 metros de excavación y 299 metros de tránsito en vacío. En esta parte del trazado la cota superior del nivel freático oscila alrededor de la cota de túnel. Toda la sección de túnel se encuentra dentro del estrato de gravas firmes. Se propone la excavación de este tramo con la EPB convencional, ya que las presiones de agua previstas y la naturaleza del frente están en el rango de trabajo de esta tuneladora.

Con esta división de la línea 4 en dos tramos de túnel se pretende mejorar la planificación de los trabajos a ejecutar en esa línea.

En los tramos excavados mediante tuneladora la estabilidad del frente estará plenamente garantizada para las dos tipologías de TBM seleccionadas y se detalla en el punto A.6.3 de la Propuesta Técnica. El rango de presiones en cámara (para los sensores ubicados en clave) contemplado para la EPB es 0,5-1,5 bares, mientras que en el caso de la EPB modificada es 1,0-2,5 bares.

La fabricación de dovelas para revestimiento del túnel excavado con tuneladora se realizará en las instalaciones que se ubicarán en los terrenos que ocupan los talleres de Bocanegra.

La extensión de los terrenos permite plantear la producción y acopio de dovelas sin interferir en la ejecución de los talleres.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ASESORADO POR
 ASESORÍA JURÍDICA
 REPRESENTANTE LEGAL



Excavación por Métodos convencionales

Se consideran cuatro tramos a ejecutar por métodos convencionales, en dos zonas concretas del trazado que se detallan a continuación:

- **Tramo 5 Línea 2 de la Primera Etapa A.- (19+472,57 - 23+340,25).** Los plazos previstos para el tramo situado entre las estaciones de Evitamiento y Mercado de Santa Anita, hacen necesaria la implantación inmediata y realizar los 4 túneles sin interferir con la ejecución de las 5 estaciones. Por ello, se utilizan 4 pozos cenitales como frentes de ataque hacia las estaciones que serán los futuros pozos de emergencia y ventilación. Los 8 túneles se ejecutan a la vez según el nuevo método austriaco con rendimientos medios en torno a 2 metros diarios que garantizan amplitud de plazo para las instalaciones y pruebas necesarias.
- **Final del Tramo 4 Línea 2, (17+575,60 - 19+318,34)** entre las estaciones de Nicolás Arriola y Evitamiento. En este punto está prevista la tercera vía que se realizara en métodos convencionales de 457 m, de esta manera el pequeño tramo hasta conectar con Nicolás Arriola y al resto hasta Evitamiento no admitiría utilizar TBM. Además, en este tramo se ha constatado, mediante campaña geotécnica, la presencia del substrato rocoso entre las progresivas 18+250 y 18+630, lo que hace que la excavación por métodos convencionales resulte más adecuada.
- **Tramo 6 Línea 2 (23+749,99 - 26+589,42), entre Mercado de Santa Anita y Municipalidad de ATE.** Debido a la existencia de afloramientos del substrato rocoso muy próximos al trazado, no se puede descartar la interferencia de los mismos con las secciones de excavación del túnel y la presencia de bolos de tamaños medios y medios-grandes con determinantes riesgos para la excavación con máquina TBM. Por esta razón, se propone también el empleo de excavación por métodos convencionales en este tramo.

Esta excavación mediante métodos convencionales, se realiza excavando el terreno mediante medios mecánicos convencionales de modo secuencial y por fases (avance, destroza y contrabóveda), desde pozos situados en el eje del túnel con diámetro interior de 16,5 m. El trabajo se realizará controlando los tiempos y las deformaciones que se producen por descompresión al excavar (con medidores de convergencia, extensómetros) minimizando las deformaciones del terreno por medio de hormigón proyectado, colocación de cerchas metálicas, bulonado y otras técnicas complementarias.

El revestimiento se construirá en dos etapas. El revestimiento primario o temporal que estará constituido, básicamente, por hormigón proyectado y cerchas y el secundario o definitivo constituido por hormigón armado convencional.


Se ha considerado conservadoramente un rendimiento medio de excavación de 2,3 a 2,5 m por día de media. En el punto A.6.3 se describen con detalle cada uno de estos aspectos.

A.6.4 Memoria de Cálculo de las Estructuras Permanentes

Las secciones tipo representativas del trazado, cuya representación gráfica se incluye en el punto A.6.4. de la Propuesta Técnica, son:

- Sección circular representativa de los tramos excavados con tuneladora.
- Sección semicircular con contrabóveda menos pronunciada (secciones tipo A y B) representativa de los tramos excavados en convencional.
- Sección semicircular con contrabóveda más pronunciada (sección tipo C) representativa de los tramos excavados en convencional.

Tanto para la comprobación estructural de las dovelas como del revestimiento definitivo, se han tenido en cuenta las acciones debidas a la carga estática del terreno a largo plazo y las debidas a un evento sísmico acorde a la sismicidad de la ciudad de Lima. La carga estática del terreno no tiene en cuenta ninguna deformación previa del terreno y por tanto, de


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

relajación de tensiones, por lo que el anillo y el revestimiento definitivo se dimensionan para soportar la totalidad de las cargas del terreno y del agua. Además, en el caso del revestimiento definitivo no se ha considerado el revestimiento primario.

En cuanto a la carga sísmica, se ha tenido en cuenta la Norma Sísmica Peruana y el Estudio de Factibilidad y se ha realizado un análisis sísmico utilizando el método denominado "Free-Field Deformation Approach" [Wang, 1993, Hashash et al., 2001, Bobet, 2003] específico para el diseño de obras subterráneas.

El dimensionamiento de las dovelas se ha realizado para cumplir con las exigencias estructurales en todas las situaciones: túnel en servicio, avance de la tuneladora, y desencofrado y almacenamiento de dovelas. Se ha verificado la seguridad tanto globalmente en las dovelas frente a los efectos generales de flexión, compresión y cortante, como los efectos locales en las juntas radiales y longitudinales (tensión media en el anillo, tensión en juntas, y efectos Bursting y Spalling)

En cuanto al tramo excavado por métodos convencionales, el revestimiento se construirá en dos etapas: El revestimiento primario, que estará constituido, básicamente, por hormigón proyectado y cerchas y el definitivo, constituido por hormigón armado convencional.

Se han realizado análisis analíticos y análisis numéricos en 2D (PHASE2) y 3D (FLAC3D) para el diseño de las dovelas y del revestimiento primario y definitivo.

En la zona de túnel excavada mediante tuneladora, el revestimiento de la sección se realiza mediante un anillo de dovelas prefabricadas de hormigón armado, formado por 7 (6 +1) dovelas prefabricadas de hormigón, con dovela de cierre de longitud 1/3 con respecto al resto. La geometría del anillo es la siguiente: Diámetro interior: 9,20 m; Diámetro exterior: 9,84 m; Espesor de dovela: 0,32 m; Longitud del anillo: 1,70 m y Ángulo de dovelas: 56,84°

Se han estudiado dos secciones representativas de sección con dovelas, en función de la altura de tierras sobre la clave del anillo. En cada caso se empleará un tipo de hormigón, con diferente resistencia a compresión:

- Altura de tierras hasta 26,00 m: Hormigón de 40 MPa
- Altura de tierras hasta 28,75 m: Hormigón con 45 MPa

En el punto A.6.4 de la Propuesta Técnica se describen con detalle los cálculos realizados.

A.6.5 Selección de TBM

A partir del análisis geotécnico de los tramos de túnel proyectados, se realiza una tramificación del tipo de tuneladora a considerar, en función de la magnitud de la carga freática y la naturaleza del frente a cota de excavación.

De este modo, se determina como solución óptima el empleo de una **tuneladora tipo EPB convencional**, escudo de frente en presión de tierras, en los tramos donde el nivel freático no supera los 4-5 metros por encima de la clave del túnel (correspondiente a los tramos de paso bajo el río Rimac y anterior a Carmen de la Legua de la línea 4) y en el resto del trazado sin afección freática. La granulometría media en el trazado, deducida de los múltiples sondeos a lo largo de la traza proyectada, prevé la presencia de un material granular de tamaño variable, con una matriz de finos. Se adapta el diseño de la tuneladora EPB a las exigencias del trazado a realizar.

La rueda de corte va provista en un primer plano de ataque de discos cortadores de 17" repartidos en toda la superficie para tener una huella de 100mm entre cortadores. Esa herramienta es la que ataca en primer lugar el frente rompiendo los elementos más duros.

En un plano retrasado unos 35mm respecto al plano de los cortadores se disponen las picas que arañan el material más blando. En la periferia de la rueda de corte se disponen cortadores y rastreles que aseguran el diámetro exterior de la excavación. Además se cuenta con indicadores de desgaste para la herramienta de corte. El porcentaje de huecos de la rueda

de corte es de un 30% mínimo considerado óptimo para este tipo de terreno. En las ventanas de entrada de material a la cámara de amasado se disponen transversalmente unas barras (grill bar) para limitar el tamaño de entrada de bloques. Los cortadores son los que reducirán el tamaño de los mayores bloques hasta poder pasar a la cámara de amasado. La tuneladora va provista de un sinfín de accionamiento hidráulico para el desalojo controlado del escombro tratado. El tamaño máximo de bolo admitido es de 350mm pero se dota el sinfín de una potencia suficiente para evitar posibles bloqueos. Para asegurar el control de la presión de trabajo en la cámara de amasado se distribuyen en todo el perímetro unos sensores de presión calibrados a la décima de bar.

El equipo de inyección de aditivos para acondicionar el terreno permite inyectarlos directamente al frente, en la cámara de amasado o en el sinfín en las proporciones que se definan, el piloto de la tuneladora controla todos los parámetros de la inyección desde la cabina de pilotaje.

Para la inyección de mortero en el trasdós de la dovelas se opta por un mortero de tipo bicomponente, amasado en una planta en las instalaciones del pozo de ataque. Se mezcla por un lado agua con conglomerantes en una determinada proporción (componente A) y se traslada por tubería hasta la TBM. Por otra tubería se trasiega el reactivo (componente B) normalmente silicato sódico. Se mezclan los dos componentes a la salida del escudo de cola, reaccionando y fraguando en un tiempo controlado según la cantidad de reactivo aportado en la mezcla.

La tuneladora va provista de un equipo de perforación que se acopla al erector de dovelas para realizar paraguas de tratamiento del terreno a través del escudo.

El desescombro se plantea por cinta transportadora desde la TBM hasta el foso de desescombro ubicado en la superficie del pozo de ataque.

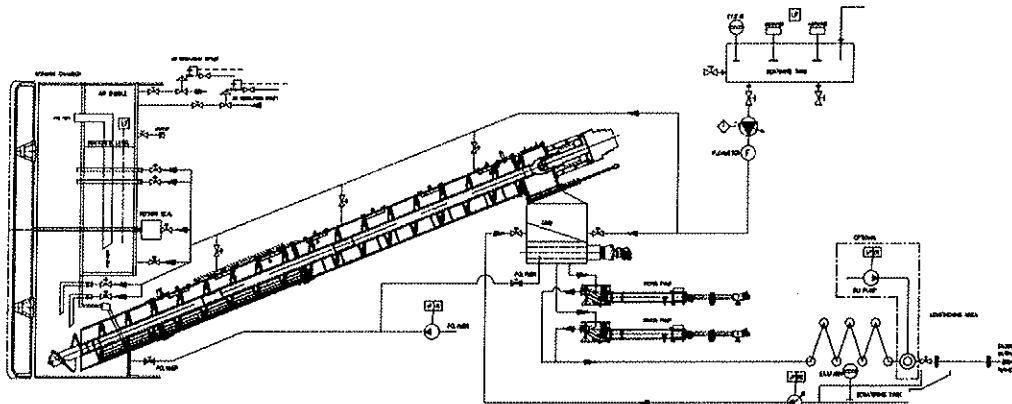
En los tramos de túnel donde la carga freática es importante (Línea 2 entre Puerto del Callao y Carmen de la Legua. Línea 4 entre Gambetta y El Quilca), con una EPB convencional se plantea el problema de controlar la presión transmitida por un terreno con cierta permeabilidad. El no conseguir un material debidamente tratado en la cámara y el deficiente desalojo por sinfín puede ocasionar desequilibrios en las presiones de trabajo. Además, el desescombro por cintas de un material deficientemente tratado ocasionaría mermas en la producción.

Las condiciones parecen idóneas para la elección de un hidroescudo si no es por el tamaño máximo de bolos más representativo dentro de la grava de Lima (diámetro de 30-35cm). El desgaste y averías previstos para la machacadora montada en todos los hidroescudos en la cámara de amasado previo al bombeo hacen inviable esta opción.

Para solventar este inconveniente, se opta por una **tuneladora tipo EPB modificada con circuitos de lodos**. La descripción de la EPB es similar a la primera presentada con la salvedad de que en la descarga del sinfín lleva acoplado un equipo denominado "slurry box" y que va equipada con un equipo para operar con inyección de bentonita.

La "slurry box" consiste en un recinto estanco que monta en primer lugar una machacadora de rodillos que tritura los bolos procedentes del sinfín para permitir su bombeo junto al resto del material de la excavación por tubería hasta el pozo de ataque. En esta TBM también se dota la rueda de corte de "grill bars" para limitar el tamaño de los bloques que pueden acceder a la cámara de amasado. Además la tuneladora va equipada con un equipo que permite la estabilización del frente con lodo bentonítico, inyectando bentonita en cámara y controlando la presión de trabajo a través de una burbuja de aire comprimido que absorbe las fluctuaciones debidas al bombeo de bentonita y al desescombro. El circuito de bentonita permite su inyección en la cámara de amasado, en varios puntos del sinfín y en la "slurry box" para facilitar el bombeo del material desalojado por el sinfín. El tamaño máximo de bolos será el que pase a través del sinfín y el mantenimiento de la machacadora, montada en el interior del escudo, es más práctico y permite mantener la presión en cámara cerrando las compuertas

que asilan el sinfín del mamparo. En la superficie del pozo de ataque se instala una planta para tratamiento y recirculación del lodo procedente de la TBM.



Esquema EPB Modificada c/ Slurry box

En el punto A.6.5 de la Propuesta Técnica se describen en detalle los sustentos técnicos para esta selección.

A.6.6 Pozos de Ataque para TBM

Tal y como se ha indicado en el apartado anterior, se emplea la tuneladora tipo EPB modificada entre Oscar Benavides y Puerto El Callao y la EPB para los dos tramos restantes (Oscar Benavides-Parque Murillo y Parque Murillo-Nicolás Arriola) de la línea 2. En la línea 4 la tuneladora tipo EPB modificada excava el tramo Gambetta - El Quilca y la TBM tipo EPB el tramo entre El Quilca y la cola de maniobra de Carmen de la Legua. Esta tramificación y el espacio necesario para todos los equipos auxiliares a la TBM (pórtico, planta de mortero, acopio de dovelas, almacén, taller, equipos de desescombro, foso de desescombro, planta de tratamiento de lodos,...) son los condicionantes fundamentales para la implantación de un pozo de ataque. Por último, se ha buscado aprovechar las estructuras previstas en la línea (estaciones y terceras vías) para evitar la construcción de una estructura adicional con la única finalidad de pozo de ataque, sin aprovechamiento posterior.

Los dos tipos de tuneladora previstos llevan asociados unos equipos específicos para optimizar su producción:

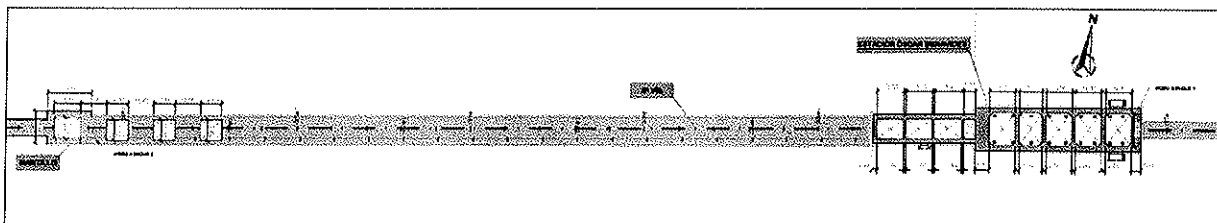
- La EPB dispone de un sistema de desescombro de cintas de alta capacidad (acumulador de banda de 500 metros de capacidad, cinta vertical para traslado del escombro entre el pozo de ataque y la superficie).
- El desescombro de la EPB modificada se realiza por tubería a lo largo del túnel, con estaciones de bombeo intermedias hasta llegar a la planta de tratamiento y recirculación de lodos ubicada en la superficie.

Estos criterios se han conjugado con las distancias máximas a ejecutar en cada tramo de forma que no se vea comprometido el plazo final de la obra, resultando los siguientes pozos de ataque:

- **Línea 2 Tramo Nicolás Arriola – 3ª vía de P. Murillo ejecutado con TBM tipo EPB:** El pozo de ataque se ubica en el cuerpo de la estación Nicolás Arriola con una ocupación total en superficie de 2 has en una zona de actividad industrial. Las dimensiones estructurales del cuerpo de la estación permiten el montaje completo de la TBM. El área de acopio de dovelas cubre unos 5 días de producción y el foso para acopio del material excavado tiene capacidad para 2.200m³.
- **Línea 2 Tramo Oscar Benavides – Estación P. Murillo ejecutado con TBM tipo EPB:** Este pozo de ataque es común para la ejecución del tramo con EPB así como para la

000036

ejecución del primer tramo con EPB modificada entre Oscar Benavides y Puerto El Callao. La ejecución de los 2 tramos no coincide en el tiempo, en primer lugar se ejecuta el tramo con EPB modificada y luego el correspondiente a la EPB. El pozo de ataque se ubica en el cuerpo de la estación de Oscar Benavides, con un área de 0,7has al que se suma un área cercana prevista en el Estudio de factibilidad (Parque Quiñones) con un área de 1,5Has. Las dimensiones estructurales del cuerpo de la estación permiten el montaje completo de las TBMs. El área de acopio de dovelas en el pozo de ataque cubre unos 4 días de producción (se dispone de un acopio de regulación en el área del Parque Quiñones) y el foso para acopio del material excavado tiene capacidad para 2.800m³.



PLANTA

Pozos de ataque en tercera vía y estación Oscar Benavides

- **Línea 2 Tramo Oscar Benavides – Cola de maniobras Pto del Callao ejecutado con TBM tipo EPB modificada:** El pozo de ataque y el área para instalaciones auxiliares son los mismos que para la ejecución del tramo anterior con EPB.
- **Línea 4 Tramo cola de maniobras Gambetta – El Quilca ejecutado con TBM tipo EPB modificada:** El tramo inicial de la línea 4 (entre Gambetta y Canta Callao) es el de mayor carga freática y dónde el terreno excavado presenta menos cohesión. Para mejorar las condiciones de ejecución de la cola de maniobras situada en final de línea, ésta se ejecutará con la tuneladora tipo EPB modificada, ubicando el pozo de ataque en el extremo de dicha cola de maniobras. Una vez concluida la obra, el pozo de ataque se integra con un pozo de ventilación y salida de emergencia dentro de la cola de maniobras proyectada. El pozo de ataque para montaje y funcionamiento de la TBM tiene una longitud correspondiente a la longitud de la TBM (para su montaje completo) y 21,66 metros de anchura. El área total de ocupación prevista es de 3,3has. El área de acopio de dovelas en el pozo de ataque cubre unos 5 días de producción. Se dispone también de la superficie necesaria para la ubicación de la planta de tratamientos de lodos.
- **Línea 4 El Quilca – Cola de maniobras Carmen de la Legua ejecutado con TBM tipo EPB:** El pozo de ataque se ubica en el cuerpo de la estación El Quilca con una ocupación total en superficie de 1,9 has en una zona de actividad industrial. Las dimensiones estructurales del cuerpo de la estación permiten el montaje completo de la TBM. El área de acopio de dovelas cubre unos 4 días de producción y el foso para acopio del material excavado tiene capacidad para 1.800m³. Además, este pozo de ataque es pozo de desmontaje para la TBM procedente de Gambetta.

En el punto A.6.6. de la Propuesta Técnica se describen en detalle estos aspectos, incluyéndose los cálculos y planos justificativos.

A.6.7 Medidas de Protección de Edificios y Servicios Públicos.

Para el estudio de las posibles afecciones debidas al proyecto a construir, que se estudian en detalle en el punto A.7.6. de la Propuesta Técnica, se han efectuado cálculos analíticos de asentamiento para los puntos críticos del trazado tanto en Línea 2 como en Línea 4, considerando una pérdida de suelo constante de 0,5%, bastante conservador independiente del perfil geológico existente en las distintas secciones analizadas.

De cara a la consideración de las zonas que requerían de un tratamiento del terreno para limitar los efectos de los movimientos, se ha empleado como base el criterio de Boscarding y Cording tomando como referencia el "daño medio" (o riesgo moderado) como el umbral que marcaría las zonas a tratar. Teniendo en cuenta que los cálculos efectuados no consideran la rigidez de las edificaciones y estructuras, se cree suficientemente conservador aplicar a estos efectos el citado criterio que considera conjuntamente la distorsión y la deformación horizontal.

De acuerdo con lo anterior, los resultados obtenidos son los siguientes:

A lo largo de los trazados hay diversas pasarelas y puentes cuyos apoyos se proyectan en ciertos casos sobre el eje del trazado, de modo que se cree que debería contemplarse algún tipo de tratamiento de consolidación del entorno de la cavidad.

Aquellos que se consideran más sensibles por su ubicación relativa y magnitud de asiento obtenido para el caso de la Línea 2 serían:

- Paso superior de Avda. Elmer Faucett con la Avda. Oscar Benavides en el entorno del cruce de las Líneas 2 y 4 (P.K. 5+050).
- Viaducto de Guardia Chalaca sobre Avenida Sáenz Peña en paralelo al túnel Línea 2 (P.K. 1+700).
- Paso superior Avda. Quilca sobre Elmer Faucett en Línea 4 (P.K. 5+440).

Por otro lado, existen también diversos pasos inferiores ya construidos o pendientes de construcción bajo los cuales se cruzará con un recubrimiento limitado:

- Cruce a distinto nivel en cruce Avda. Venezuela con Avda. Tingo María.
- Paso inferior Paseo de la República, (P.K. 12+300).
- Paso inferior de la prolongación Javier Prado, el cual se considera poco sensible a los movimientos que, por otro lado, se estiman muy limitados. Se está recopilando información complementaria (P.K. 25+675).
- Futuro paso Inferior Cerro Candela, del que se pretende hacer un análisis específico considerando las características de la futura estructura (P.K. 26+325).

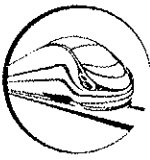
Se ha previsto un tratamiento el entorno del P.K. 12+475 en el que el túnel de línea pasa bajo un edificio de gran envergadura.

Las afecciones a edificaciones, se han localizado en zonas próximas a las excavaciones de estaciones y se protegerán con muros pantallas de micropilotes en una longitud aproximada de 1200 m.

Este tratamiento se prevé en el entorno de las Estaciones de Buenos Aires, San Marcos, Plaza Bolognesi, Parque Murillo, Estación Central, 28 de Julio y Nicolás Arriola. También se han estimado tratamientos en la galería de conexión de Estación Central en la proximidad al museo de Arte de Lima y en la zona donde dicha galería pasa bajo un paso inferior vial de la Plaza Grau.

Para el caso de la Línea 4, las estructuras que se consideran más sensibles por su ubicación relativa y magnitud de asiento obtenido serían:

- Todas las pasarelas peatonales en la Avda. Elmer Faucett; si bien por su calidad estructural hace que sea más interesante su cierre provisional y solución provisional y reparación en caso de ser necesario.
- Paso superior en el cruce elevado de las vías Elmer Faucett y Avda. Quilca (P.K. 5+450).
- Paso bajo el Rio Rimac (P.K. 5+900).
- Paso superior en el cruce elevado de las vías Avda. Elmer Faucett y Avda. Oscar Benavides (P.K. 7+400).



000038

Los tratamientos consistirán en inyecciones de consolidación desde superficie, bien de cemento o de silicatos. Cuando exista espacio suficiente entre la estructura a proteger y el túnel se ejecutarán barreras de micropilotes que interrumpan la cubeta de asientos generada. En el caso de las pasarelas peatonales, se han previsto apeos provisionales y/o su cierre provisional. Se ha propuesto también, el tratamiento del material bajo el cauce del Rímac de cara a lograr su consolidación y proteger la perforación de un eventual fallo del frente por colapso del terreno que pudiera poner en conexión el frente de excavación con el cauce. Este tratamiento ha consistido en la consolidación mediante inyecciones del contorno de la excavación y del terreno hasta superficie.

A.6.8 Sistema de Monitoreo y Auscultación

Para cumplir los objetivos de controlar los movimientos de las estructuras, edificios y terrenos anejos a las obras se prevé la instalación de los instrumentos y sistemas de auscultación que, en cada momento, permitan obtener información relativa a las reacciones con las que el terreno, estructuras e instalaciones, responden a las distintas fases constructivas que se lleven a cabo. Se realizará un control de movimientos en edificios, control de juntas y fisuras en edificios, galerías y colectores, y un control de movimientos en el terreno. El objetivo del control de movimientos en el terreno es conocer el asiento admisible, la distorsión angular y la deformación horizontal de los materiales afectados por las obras; los cuales definen los umbrales de riesgo de movimientos admisibles.

El plan específico de auscultación elaborado en el punto A.6.8. esta Propuesta Técnica detalla los dispositivos de instrumentación y control necesarios para el adecuado control de la influencia de las obras sobre el entorno y la verificación del comportamiento estructural de la infraestructura, que contempla los siguientes aspectos: Establecimiento de nivel de control, establecimiento de secciones tipo, frecuencia y seguimiento, elaboración informes y establecimientos de los niveles de alarma.

Dependiendo del sistema de excavación que se emplee variará la Frecuencia de Lecturas, pudiendo ser modificada en función de los resultados obtenidos, de la evolución de los registros o de la superación de los umbrales de control. Son tres los niveles de control:

- **VERDE:** zonas sin edificación o zonas donde los edificios están alejados más de 30 metros del eje del túnel o del trasdós de la pantalla.
- **ÁMBAR:** edificios a una distancia entre 10 y 30 metros del eje del túnel o del trasdós de la pantalla.
- **ROJO:** edificios situados a una distancia menor de 10 metros del eje del túnel o del trasdós de la pantalla.

Respecto a la Elaboración de Informes, el equipo de monitoreo deberá establecer un procedimiento por el cual se garantice que toda la información sea leída, y comparada con los valores previstos. El Equipo Monitoreo deberá llevar a cabo una recopilación de las previsiones de proyecto, definiendo las señales de alerta oportunas y los rangos de actuación, antes del inicio de la obra.

Los procedimientos a poner en marcha en correspondencia con los Niveles de Alerta establecidos serán los siguientes:

- **Nivel de alerta 1:** los valores medidos inferiores al 95 % de los esperados y no se aprecian tendencias indicativas de que se vayan a superar esos porcentajes.
- **Nivel de alerta 2:** alguno de los registros están entre el 95 y el 100% de los esperados o se prevé que puedan alcanzarse estos valores antes de la próxima lectura.
- **Nivel de alerta 3:** alguno de los registros alcanza valores superiores al 100% de los esperados o se prevé que puedan alcanzarse estos valores en la próxima lectura.

Los instrumentos o elementos de auscultación seleccionados para el control de movimientos del terreno y deformaciones en edificios y/o estructuras son: convergencia en túneles, células de presión total en muros y dovelas, extensómetros de cuerda vibrante, inclinómetros en muros y terreno, piezómetros de cuerda vibrante, hitos de nivelación y dianas, regletas y

000039

clinómetros para edificios y estructuras. Los movimientos y deformaciones se controlarán mediante los instrumentos definidos en las siguientes secciones de instrumentación.

▪ Sección de instrumentación simplificada en estaciones

En cada estación proyectada se dispondrán 4 secciones simplificadas separadas cada 40 m aproximadamente. Se han previsto un total de 140 secciones simplificadas de estación.

▪ Sección de instrumentación completa en estaciones.

En cada estación proyectada, además de las secciones simplificadas antes descritas, se dispondrán 3 secciones completas separadas entre sí 40 metros aproximadamente. Se han previsto un total de 105 secciones completas de estación.

▪ Sección de instrumentación en pozos de ventilación y ataque/extracción.

En cada pozo de ventilación y en los pozos de ataque con tuneladora y/o extracción se dispondrán 1 sección completa de instrumentación, con la misma disposición que las empleadas en las estaciones. Se han previsto un total de 38 secciones completas.

▪ Sección de instrumentación simplificada de control de subsidencias y movimientos en túnel.

La sección de instrumentación simplificada de control de subsidencias y movimientos en túnel se dispondrá cada 50 m, tanto en tramos de túnel ejecutado con tuneladora como por métodos convencionales. Se han previsto un total de 386 secciones simplificadas de túnel.

▪ Sección de instrumentación completa de control de subsidencias y movimientos en túnel.

La sección de instrumentación completa de control de subsidencias y movimientos en túnel se dispondrá cada 200 m, tanto en tramos de túnel ejecutado con tuneladora como por métodos convencionales, además también se dispondrán secciones de este tipo en zonas de afección a gasolineras, caverna de la tercera vía, edificios singulares y estructuras. Se han previsto un total de 144 secciones completas de túnel.

A.6.9 Excavación en Trinchera (Método cut & cover)

Se ha previsto la excavación con método cut & cover en los siguientes tramos de túnel:

- Tramos de tercera vía en Línea 2 de Oscar Benavides (5+456.80 – 5+931.00) y Parque Murillo (10+493.25 - 10+969.28)
- Tramo túnel transición a talleres Santa Anita. (23+340,00 – 23+455,00) y (23+610,00 – 23+750,00)
- Tramo túnel transición a talleres Bocanegra. (2+330,00 – 2+450,00) y (2+607,37 – 2+720,00)
- Ramales de entrada y salida a talleres. Se ha previsto utilizar método cut & cover en la conexión con el taller de Bocanegra y Santa Anita, si bien en el ramal derecho de Santa Anita se ha previsto un tramo de ramal en mina debido a la interferencia con una edificación en construcción.

Elementos verticales. Pantallas

Se han utilizado muros con pantallas hidráulicas convencionales excavadas con cuchara. Los espesores de las pantallas consideradas han sido de manera general:

- 1.0 m y 1.2 m en el caso de los tramos de tercera vía y las estaciones.
- 0.6 m a 1.0 m en los ramales a talleres.
- Se han calculado por medio de modelos de barras, cuyas condiciones de contorno son las asociadas a la consideración de un modelo de Winkler.

Las acciones que se han considerado son: a) Empuje del Suelo, b) Sobrecargas en trasdós e intradós de pantallas y c) Sismo, evaluado por la metodología de Wood.

Adicionalmente, para la determinación del esquema constructivo y la rigidez del sistema de contención se ha empleado un criterio de deformaciones máximas restrictivo, para evitar que durante la construcción se produzcan daños a las edificaciones cercanas a las mismas. En aquellos casos en que la proximidad de los edificios y la profundidad de la coronación de las pantallas lo ha hecho recomendable, se han previsto pantallas de micropilotes como entibación adicional para bajar a la cota de coronación de las mismas.

Losa de cubierta

La cubierta de las secciones cut & cover se materializa por medio de dos soluciones estándar: a) Losa Maciza de Concreto y b) Vigas prefabricadas doble T con capa de compresión que de forma simplificada puede ser considerada como una viga biapoyada en las pantallas.

Las acciones consideradas son: a) Cargas muertas del relleno encima de la cubierta y pavimentación, b) Sobrecargas de tráfico y c) Sismo, evaluado por la metodología de Wood.

Losa de fondo

La losa de fondo de las secciones cut & cover se ha definido en función de la posible afección por las TBM's y según su posición la losa puede ser: con forma de cuna para alojar la TBM en Ataque o extracción, playa de vías, cuna para el paso en vacío de la TBM o losa bajo andén definitiva. De forma conservadora, este elemento se modela como un elemento apoyado en el terreno y anclado a las pantallas.

Las acciones consideradas son: a) Cargas Muertas de solería/tabiquería/particiones/instalaciones y demás elementos permanentes, b) Sobrecargas de uso c) Sismo y d) Cargas de Obra, que serían las correspondientes al empuje sobre el marco de reacción y al propio arrastre de la Tuneladora.

Existen elementos estructurales intermedios en función de la altura, losas y estampidores que colaboran con las pantallas recogiendo esfuerzos horizontales.

En todos los casos, las comprobaciones estructurales y de estabilidad realizadas son las que se recogen en los términos de referencia y que son de aplicación en función de la normativa vigente, y se presentan en el punto A.6.9. de la Propuesta Técnica.


A.6.10 Excavación en Caverna

La ejecución de túneles con el nuevo método austriaco, se basa en la integración del terreno que rodea a la excavación en el anillo estructural autoportante formado entorno a la cavidad. Pretende relajar el estado tensional entorno al túnel, permitiendo su deformación hasta un punto de equilibrio en que el sostenimiento controla dicha deformación. Esto se consigue mediante técnicas de auscultación y medidas de convergencias, para controlar las deformaciones en todo momento y garantizar la seguridad.

Los principios generales del método son:

- Excavación mecánica y desescombro del terreno en etapas según fases de excavación.
- Presostenimiento utilizando sistemáticamente hormigón proyectado y cerchas metálicas de acuerdo a los análisis estructurales realizados.
- Auscultación controlando la convergencia del túnel a medida que avanza la excavación, adaptando la ejecución a las condiciones del terreno.
- Sostenimiento definitivo constituido por hormigón armado convencional.

SECCIÓN TIPO	TIPO DE TERRENO	HORMIGÓN PROYECTADO (*) (cm)	CERCHAS Tipo Espaciamiento (m)	LONGITUD DE PASE (m)	PARAGUAS DE MICROPILOTOS (**)
Túnel de Conexión Estación	Conglomerado de Lima	10,0 + 30,0	TE-130 A 1,0	1,0	En toda la longitud


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

SECCIÓN TIPO	TIPO DE TERRENO	HORMIGÓN PROYECTADO (*) (cm)	CERCHAS Tipo Espaciamiento (m)	LONGITUD DE PASE (m)	PARAGUAS DE MICROPILOTES (**)
Caverna eje Estación		10,0 + 20,0	TE-130 A 1,0	1,0	12 m iniciales
Túneles laterales Estación		5,0 + 20,0	TE-130 A 1,0	1,0	12 m iniciales
Tercera vía		10,0 + 20,0	TE-130 A 1,0 m	1,0	12 m iniciales

Secciones tipo de revestimiento primario de las cavernas

La ejecución del frente de avance cuya sección comprende la totalidad de la bóveda con una altura aproximada de 5 m se excava con medios mecánicos, en una longitud de avance de acuerdo a los análisis estructurales realizados.

Inmediatamente se coloca un sostenimiento primario constituido por cerchas metálicas, que en los casos que sea necesario previamente se ha sellado y regularizado con hormigón proyectado.

La ejecución de la destroza de hastiales se realiza en dos fases teniendo cuidado con las deformaciones y realizando el presostenimiento.

Por último, se realiza la excavación de la contrabóveda, su sostenimiento y muros de arranque del revestimiento definitivo.

Entre las grandes ventajas del método se encuentra la posibilidad de adoptar medidas anticipadas de sostenimiento previas a la excavación y posteriores al sostenimiento primario. Entre las primeras, se cuenta con la posibilidad de realizar paraguas de micropilotes y los procesos de inyecciones de consolidación de terreno que permiten adaptar las características del sostenimiento según el comportamiento de la excavación.

Los paraguas permiten ejecutar un sostenimiento anticipado en suelos de calidad baja, reducen las deformaciones y aumentan la seguridad. Producen importantes excesos de la excavación por la exigencia de crear la superficie mínima necesaria en el frente para su colocación.

Igualmente las inyecciones consolidan el terreno aumentando su capacidad portante.

En el punto A.6.9 de la Propuesta técnica se detallan todos estos aspectos.

A.7 ESTACIONES DE PASAJEROS

A.7.1 Memoria Descriptiva General

El total de estaciones planteadas entre la Línea 2 y el ramal Av. Faucett- Av. Gambetta es de 35. Las 27 estaciones de la línea 2 darán servicio a más de 27 kilómetros entre el distrito de ATE al Este y la Provincia Institucional del Callao al Oeste. Las 8 estaciones de la línea 4 darán un servicio a unos 7 kilómetros a lo largo de la Avenida Elmer Faucett, de Norte a Sur.

De las 35 estaciones que componen las líneas, cabe destacar estaciones de paso y estaciones de combinación o intercambio. Las estaciones intercambiadoras comunican la Línea 2 y 4 del metro con el resto de red de metro de la ciudad y transporte. En este caso las estaciones de combinación son tres:

- Estación 28 de Julio, que permite el transbordo entre la línea 2 y la existente línea 1.
- Estación Central, que permite el transbordo entre línea 2 y la futura línea 3 además de la línea del COSAC.
- Estación Carmen de la Legua, que permite el transbordo entre la línea 2 y línea 4.

Para el diseño de cada estación se ha tenido en cuenta la siguiente información de partida:

- Información aportada por Proinversión y analizada en cada caso en gabinete o in situ. Cabe destacar:
 - los informes de expropiaciones incluidas en el PACRI a la hora de revisar y analizar los accesos, salidas de emergencia y ventilaciones. Se ha prestado especial atención a aquellos predios privados.
 - interferencias de servicios afectados y restos arqueológicos.
 - demanda para cada estación tanto en los escenarios normales como en los de emergencia.
- Edificaciones y estructuras existentes, así como predios afectados. Dicho análisis servirá tanto para construir con total seguridad como para los desvíos de tráfico y protección al peatón en la etapa de construcción. Este punto marcará el sistema de construcción y en ocasiones la forma de la misma estación, minimizando el impacto negativo hacia los habitantes durante la etapa de construcción.
- Sistema de abastecimiento eléctrico en la ciudad de Lima.

Una vez analizados estos datos, se han fijado una serie de parámetros que han dado lugar al diseño final de la estación:

- **Profundidad de las estaciones.** Se ha tratado de disminuir todo lo posible la profundidad de la estación, reduciendo al máximo la distancia entre nivel de calle y andén, haciendo más funcionales, cómodos y ágiles los trayectos del usuario, facilitando de este modo la operación.
- **Equipamiento de la estación,** en especial necesidad de ubicar o no subestación rectificadora en las estaciones, que requiere de un espacio adicional en vestíbulo.
- **Estaciones especiales,** como las de intercambio, que tienen unos requerimientos específicos que las convierten en estaciones no tipo y de un estudio complejo al intervenir condicionantes externos, como es el COSAC o la línea 1 en operación.

Las estaciones se conciben de forma modular según los estudios previos, lo que permite la generación de estaciones tipológicas y fácilmente reconocibles por los usuarios. Para ofrecer un buen nivel de confortabilidad y seguridad actúan diferentes factores entre ellos:

- correcto dimensionamiento de las áreas públicas y de los equipos en ayuda del pasajero
- acceso rápido y seguro a los trenes
- funcionamiento seguro, eficaz y con una gestión conveniente de la estación
- recorridos de circulación intuitivos, sencillos y optimizados, evitando siempre embudos de paso de gente donde en situaciones tanto diarias como de emergencia, el movimiento de personas sea fluido.
- circulación libre de obstáculos
- buen sistema de señalización
- prever la posibilidad de expansión de los servicios en función del crecimiento de la demanda.

La estación, que representa el único elemento a través del cual el público puede acceder y aprovechar la línea del metro, se compone, en general, de los siguientes elementos:

- Vestíbulo, la mayoría de los casos es pasante y seguro para el peatón sin necesidad de ingresar en la zona de pago;
- Andenes, provistos con unas puertas de andén hacia la vía;
- Conexiones verticales mediante escaleras y ascensores;
- Locales técnicos;
- Locales de oficinas;
- Locales comerciales para el público;
- Nivel de calle y elementos externos.



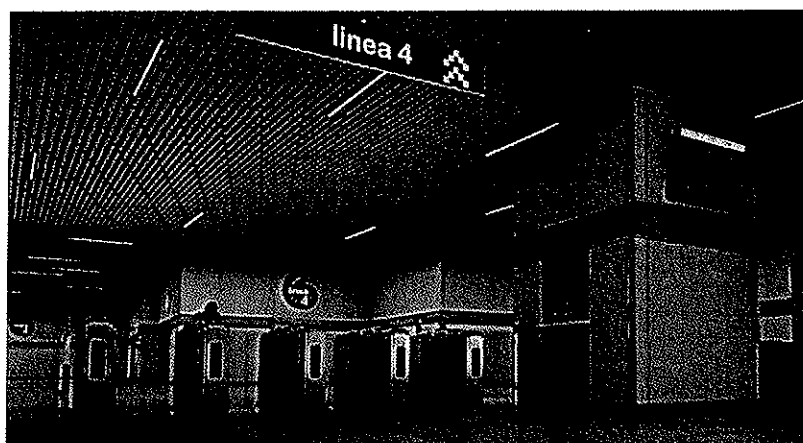
Para el dimensionamiento de todos estos espacios y de los recorridos de movilización interna se toma en cuenta distintos aspectos que contribuyen al logro del resultado final: necesidades de instalaciones operativas y comerciales, carga de usuarios en casos de tráfico normal y en casos de situaciones de emergencia.

A.7.2 Arquitectura por tipología de Estación

Se ha propuesto básicamente un único concepto de estación que presenta diversas variantes, definiéndose las siguientes tipologías de estación en función de los siguientes parámetros:

- Número de conexiones verticales (grupos de escaleras fijas y mecánicas o cañones) y la anchura de las escaleras mecánicas y fijas pedestres en servicio a la demanda.
- La profundidad de la estación.
- Si la estación tiene o no una subestación eléctrica rectificadora (SER).
- Su construcción - cut & cover o caverna.

Para asegurar que las estaciones pueden albergar a los usuarios previstos, y de acuerdo con los Niveles de Servicio establecidos, se han dimensionado, para todas las estaciones, los espacios y recorridos de movilización interna, y los equipamientos como los torniquetes, máquinas expendedoras y boleterías necesarios para la demanda más exigente. Además, se consideran las distancias mínimas requeridas en la información referencial para las colas que se forman de forma que no haya aglomeraciones de personas que impidan el flujo de los usuarios, y puedan causar inseguridad.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

Con estos datos, se dividen las estaciones en los siguientes tipos:

TIPO	CARACTERÍSTICOS TIPOS				ESTACIONES L2	ESTACIONES L4
		Nº de conexiones verticales	Ancho escalera fja (m)			
1.1	C&C	3	1.20	Profundo	12_Plaza Bolognesi	
1.2	C&C	2	1,8			06_Quilca
1.2 SER	C&C	2	1,8		17_Nicolás Ayllón	05_El Olivar
					09_La Alborada	
					24_Mercado Santa Anita	
1.3	C&C	2	1,8		06_Oscar Benavides	
1.4	C&C	3	1,8		02_Buenos Aires, 14_Plaza Manco Capac	
1.4 SER	C&C	3	1,8		07_San Marcos	
					11_Parque Murillo	
					15_Cangallo	
1.5	C&C	2	2,4		04_Insurgentes	04_Aeropuerto
					10_Tingo Maria	
					08_Elio	
					19_Nicolás Arriola	
					22_Colectora Industrial	
1.5 SER	C&C	2	2,4		23_La Cultura	
					25_Vista Alegre	
					01_Puerto del Callao	03_Bocanegra
1.6 SER	C&C	2	2,4	Profundo	18_Circunvalación	
1.7 SER	C&C	3	2,4		20_Evitamiento	
					03_Juan Pablo II	
1.8	C&C	3	3		21_Óvalo Santa Anita	
					02_Canta Callao	
1.8 SER	C&C	4	3		07_Morales Duarez	01_Gambetta
2.1 SER	C&C	4	3,6		13_Estación Central	
2.2	C&C				16_28 de Julio	
3.1 SER	C&C	2	3	Profundo	27_Municipalidad de ATE	
3.2 SER	C&C	3	3		05_Carmen de la Legua	
3.3 SER	C&C	3	3	Profundo		08_Carmen de la Legua
3.4 SER	Caverna				26_Prolong. Javier Prado	

Tipologías de estación

Se han dimensionado los pasillos y escaleras en funcionamiento normal, considerando la demanda más exigente. En el caso del diseño presentado, las estaciones están organizadas

alrededor de un vestíbulo espacioso, ancho y alto, evitando recorridos poco visibles o trayectos laberínticos como pueden ser pasillos. En el caso de las estaciones de intercambio, se han dimensionado los pasillos de conexión considerando un nivel de servicio mínimo D.

El ancho de las escaleras pedestres, se ha determinado en combinación con el tráfico que pueden soportar las escaleras mecánicas, usando capacidades, de acuerdo con el requerimiento establecido en la información referencial. En todos los casos, las estaciones cumplen un Nivel de Servicio por encima del límite establecido. Todos estos aspectos se detallan en el punto A.7.2. de la Propuesta Técnica.

A.7.3 Excavación y Tratamiento de Consolidación por tipología

El conjunto de estaciones diseñadas se puede dividir en dos grandes grupos en función de su método constructivo: Estaciones cut & cover y estaciones en Caverna, siendo la estación de Prolongación de Javier Prado la única que responde a esta segundo método constructivo.

En cuanto a su geometría, las estaciones (salvo Estación Central, 28 de Julio y Carmen de la Legua-L4) están divididas en dos zonas, zona ancha (A) y zona estrecha (B).

Dentro del grupo de las estaciones cut & cover, se distinguen a su vez otros dos grupos con motivo de la afección del nivel freático: estaciones bajo nivel freático y estaciones sin nivel freático.

La diferenciación entre estaciones “secas” y afectadas por nivel freático radica en la necesidad de disponer un muro perimetral interior en las estaciones afectadas por nivel freático para mantener la doble capa para limitar la entrada de agua al recinto.

Este muro perimetral se ejecuta únicamente hasta el forjado superior a la cota de nivel freático encontrada. Así se diferencia entre estaciones con nivel freático intermedio y estaciones con nivel freático en superficie.

Partiendo de esta clasificación se han realizado los cálculos necesarios para la definición de las pantallas y muros tanto para la contención provisional como definitiva. En el punto A.7.3. de la Propuesta Técnica se incluyen tanto los cálculos como la descripción las pantallas y muros definidos, así como el método constructivo.

A.7.4 Memoria de Cálculo de las Estructuras Permanentes

Para el cálculo de las estructuras se han establecido unas bases de cálculo, descritas en el punto A.7.4. de la Propuesta Técnica. En los Apéndices de este punto se desarrollan los cálculos necesarios para las dos tipologías de estaciones: a) Estaciones Cut and Cover y b) Estaciones en Caverna.

Las comprobaciones estructurales y de estabilidad realizadas para cada elemento son las que se recogen en los términos de referencia y que son de aplicación en función de la normativa vigente.

Elementos verticales. Pantallas y pilas

Se han calculado los elementos portantes y/o contención verticales por medio de modelos de barras, cuyas condiciones de contorno son las asociadas a la consideración de un modelo de Winkler.

Losas de cubierta

Los dinteles de las estaciones cut & cover se materializan por medio de dos soluciones estándar: a) Losa Maciza de Concreto de 1.35 m de espesor en la mayor parte de los casos y b) Vigas prefabricadas doble T con capa de compresión.

Losa de vestíbulo

El forjado de las estaciones cut & cover se materializa por medio de una Losa Maciza de Concreto que en la mayor parte de los casos tiene un espesor 0.90 m (tanto en la zona ancha como estrecha).



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

Losas de fondo

La losa de fondo de las estaciones Cut & cover se materializa por medio de una Losa Maciza de Concreto, la cual posee (dependiendo si se arrastra la Tuneladora) un "quiebro" para albergar la cuna de arrastre de la tuneladora. De forma conservadora, este elemento se modela como un elemento apoyado en el terreno y sujeto a las pantallas.

A.7.5 Accesibilidad al sistema y dimensionamiento de los andenes (largo, ancho y altura)

En el diseño de las estaciones, se ha tenido en cuenta el cumplimiento de la normativa relacionada con accesibilidad, principalmente la Norma A.120 Accesibilidad para Personas con Discapacidad del Ministerio de Vivienda de Perú que es de aplicación para todas las edificaciones donde se presten servicios a la atención al público. De acuerdo con esta normativa, como edificación de transporte, hay una ruta accesible desde el ingreso a la estación hasta las áreas de embarque, y las áreas de venta de pasajes, los puntos de control de seguridad, y las áreas de espera de pasajeros. Se incluye siempre un ascensor en el acceso del metro entre la calle y el vestíbulo, y otro desde el vestíbulo a cada andén.

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


- Longitud de andén. Se ha mantenido la longitud de los andenes del proyecto referencial, siendo por tanto todos los andenes de 135 m de longitud para una longitud máxima de tren de 125 m (composición de 7 coches).
- El ancho de andén se ha determinado considerando la densidad de ocupación, tanto en escenario normal como en escenario de emergencia, así como el espacio necesario para la ubicación de las escaleras de subida al vestíbulo. Para el escenario de funcionamiento normal se aceptan los niveles de servicio C y D de acuerdo con el TCRP. En particular, para los andenes se considera una capacidad mínima de 1.5 personas/m², de acuerdo con el Decreto Supremo N°039-MTC-2010. El funcionamiento de emergencia se ha verificado con NFPA 130 2010 Edition.

La altura de andén es el resultado de la diferencia de la distancia de andén a vestíbulo y el grosor de la losa del vestíbulo y su acabado. En la gran mayoría de los casos, la altura es de 6,45 m mínima. En los demás estaciones que tienen mayor profundidad la altura de andén es mayor porque la distancia entre andén y vestíbulo es distinta.

En función de lo anterior se han determinado las siguientes dimensiones de andén:

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

Características de los andenes por tipo de estación

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 

000047

A.7.6 Instalaciones ferroviarias o Equipamiento de Sistema por tipología de Estación.

En las distintas estaciones se encontrarán instalados aquellos sistemas asociados a tecnologías de instalaciones ferroviarias, considerando como tales aquellas muy específicas de este sector y no comunes con otros sectores industriales.

Según la tipología de este tipo de instalaciones (desglosada en el listado de estaciones por cada una de ellas), contendrán pequeñas diferencias entre unas estaciones y otras, pero de manera general se ha conseguido una homogeneidad técnica elevada, lo que redundará en unos altos índices de disponibilidad y fiabilidad y en un fácil mantenimiento y operación de las mismas.

En el punto A.7.6 Instalaciones ferroviarias o Equipamiento de Sistema por tipología de estación, de la Propuesta Técnica se ha incluido un estudio completo en relación con las instalaciones ferroviarias, equipamientos y sistemas por tipología de estación con el siguiente alcance:

- 1.- Instalaciones Ferroviarias por cada tipología de estación, incluyendo la descripción de los equipamientos de los Sistemas Ferroviarios de Alimentación Eléctrica, Señalización y Telecomunicaciones.
- 2.- Compatibilidad de la modulación de las puertas de andén con las puertas de los trenes para las configuraciones inicial y final del material rodante.
- 3.- Dimensionamiento de los torniquetes en las entradas y salidas de las estaciones de acuerdo a la demanda máxima de pasajeros del sistema.

A continuación se detallan los bloques de instalaciones ferroviarias, que estarán presentes y se integrarán en las estaciones, y se describen los equipamientos de cada una de estas tecnologías que se encuentran en todas cada una de las tipologías de estación, de acuerdo a la siguiente organización:

Sistema de alimentación eléctrica.

La mayoría de las Subestaciones eléctricas rectificadoras (SER) se instalan en las estaciones, pero no en todas. De manera general 1 de cada 2 estaciones dispone de SER. Éstas se ubicarán en zonas adecuadamente diseñadas, en los recintos de pantallas o contiguos a las cavernas, de forma muy accesible para su mantenimiento y, obviamente, inaccesibles y no perceptibles para los usuarios.

En los cuartos técnicos de las estaciones se encuentran los equipamientos de alimentación eléctrica de los diferentes subsistemas (escaleras, ascensores, alumbrado, ventilación, etc.). Las estaciones que cuentan con Subestación Eléctrica Rectificadora (SER) se han seleccionado de forma muy rigurosa en cuanto a su ubicación según la simulación eléctrica realizada, persiguiendo las menores caídas de tensión y pérdidas energéticas.

Sistema de telecomunicaciones.

Todas las estaciones dispondrán de cuartos de comunicaciones para todos los usos requeridos y diseñados (CCTV, PCI, Peaje, Escaleras, ascensores, etc.), como de operación. La centralización del sistema a nivel de estación permitirá su fácil operación en modo local, con independencia de que, adicionalmente, pueda operarse de forma telemandada.

La organización cuantitativa de los mismos dependerá de las dimensiones de cada estación y sus accesos, así como del número de equipos a telemandar, pero la estructura y hardware será similar. Ello facilitará su operación y su mantenimiento, al conseguirse una total homogeneidad. Los equipamientos de telecomunicaciones y control de estaciones se instalarán específicamente en los cuartos técnicos de las estaciones, diseñados para tal fin.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

000048

Sistema de señalización.

Los sistemas de señalización exigen la instalación de equipos específicos en las estaciones, como es el caso de los enclavamientos electrónicos y unidades de transmisión. Se diseñarán en las estaciones cuartos técnicos específicos para ello, que deben contar con características muy concretas por los equipos de seguridad que albergan: acceso totalmente restringido, climatización, suelo técnico, etc. Los sistemas que se instalarán en los mismos son los asociados a un sistema de señalización y ATP, ATO tan avanzado como el CBTC y que incluye módulos electrónicos para cada una de sus funciones, más las asociadas al sistema radio sobre el que se basa. Normalmente estos cuartos que albergarán los sistemas de señalización se ubicarán a nivel de andén y muy próximos a los cuartos de comunicaciones.

Sistema de puertas de andén.

En todas las estaciones, las plataformas de vías por donde circulan los trenes estarán separadas de los andenes por una barrera formada por las puertas de andén automáticas, por las puertas de salida de emergencia, por puertas fijas y por las puertas de fin andén. La modulación de los sistema de las puertas de andén de todas las estaciones será igual. La construcción e instalación de las puertas de andén será compatible con las puertas de los trenes para las configuraciones de 6 y 7 coches del material rodante en las diversas fases previstas para la explotación a lo largo de los siguientes años.

Sistema de control de pasajeros.


En todas las estaciones se controlará el acceso y vigilará el flujo de pasajeros. Las particularidades entre unas estaciones en función de su la demanda global y, afluencia en horas punta, será la base de partida para el dimensionamiento del hall de entrada y del número de torniquetes de acceso. Todos se harán homogéneos para facilitar el mantenimiento y con tecnología sin contacto. Asimismo dispondrán de sistemas antipático y de pasos especialmente diseñados para personas con algún tipo de discapacidad.

A.7.7 Simulación del flujo de pasajeros en cada estación por medio de software de reconocida eficacia.

Se ha realizado un estudio de simulación de flujos que cubre todas las diferentes casuísticas que se presentan en las 35 estaciones del proyecto.

En general, se ha propuesto una única tipología de estación que presenta tres variantes en cuanto al número de conexiones verticales o accesos de andén a vestíbulo, que van de dos a cuatro por andén:

1. Estaciones con dos conexiones verticales de acceso de andén a vestíbulo. Corresponden a este grupo las estaciones de Puerto del Callao, Insurgentes, Oscar R. Benavides, Elio, La Alborada, Tingo María, Nicolás Ayllón, Circunvalación, Nicolás Arriola, Evitamiento, Colectora Industrial, La Cultura, Mercado Santa Anita, Vista Alegre, Gambetta, Canta Callao, Bocanegra, Aeropuerto, El Olivar, Quilca y Morales Duárez. De este grupo mayoritario de 21 estaciones, se han estudiado todas las problemáticas asociadas al mismo, que se han podido agrupar dentro del análisis de dos estaciones representativas como pueden ser La Alborada y Evitamiento.
2. Estaciones con tres conexiones verticales de acceso de andén a vestíbulo. Corresponden a este grupo las estaciones de: Buenos Aires, Juan Pablo II, Carmen de la Legua - L2, San Marcos, Parque Murillo, Plaza Bolognesi, Plaza Manco Cápac, Cangallo y Óvalo Santa Anita. Estas 9 estaciones se han agrupado en el análisis dos estaciones Juan Pablo II y San Marcos.
3. Estaciones singulares con cuatro conexiones verticales de acceso que son Estación Central, y 28 de Julio - L1/L2. Ambas estaciones son estaciones de intercambio y en


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



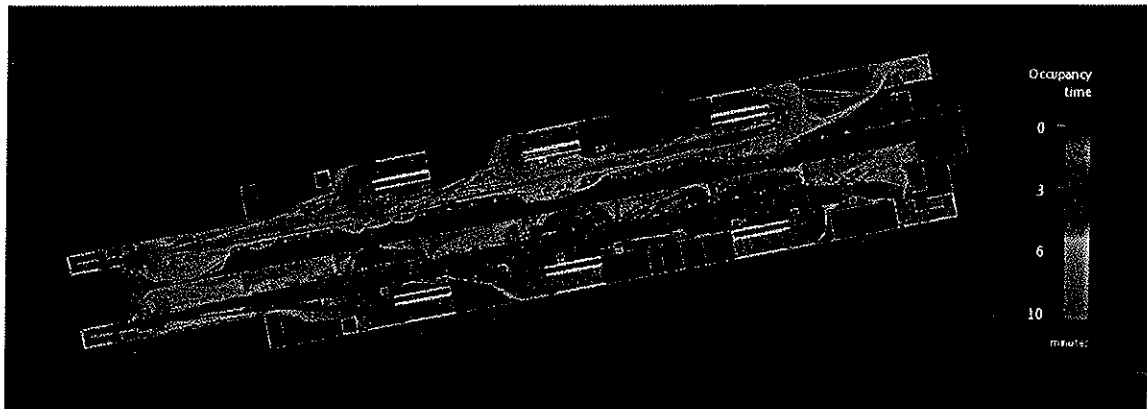
este caso, a pesar de que tienen características más bien comunes, se ha simulado la problemática de cada una de ellas individualmente.

Fuera de la tipología base propuesta, se encuentran las estaciones de Prolongación Javier Prado, Municipalidad de ATE, y Carmen de la Legua - L4. Javier Prado, es una estación en caverna y con flujos pedestres que difieren del resto de estaciones. Municipalidad de Ate, es una estación especial que dada su profundidad de andén, mantiene una planta entrepiso donde es necesario un análisis específico. Esto mismo ocurre en Carmen de la Legua - L4, se trata de un intercambiador de tres conexiones verticales, con una problemática diferente a 28 de Julio y Estación Central. Estas tres estaciones se han estudiado pormenorizadamente.

El proceso de diseño arquitectónico de las estaciones se ha ido realizando en paralelo con esta simulación dinámica de flujos de pasajeros en estación. En cada estación, a partir del primer esbozo arquitectónico se ha realizado un primer análisis estático por métodos tradicionales. Este primer análisis estático, ha permitido fijar las dimensiones generales de la estación, siendo posible de esta manera avanzar hacia un diseño arquitectónico más desarrollado de la misma. Este diseño avanzado es el que ha sido objeto de simulación. Con los resultados de esta simulación se ha procedido a un refinado de la solución arquitectónica de cada una de las estaciones. Finalmente se ha comprobado, mediante una simulación final que la estación propuesta, cumple con todos los requerimientos establecidos.

La simulación dinámica de los flujos de los usuarios de la estación, se ha realizado tanto a nivel de confort, para la demanda prevista como de evacuación, en situación de emergencia con el objeto de verificar el cumplimiento de la NFPA 130.

Estas simulaciones han permitido comprobar el dimensionamiento de todos elementos de la estación: andén, vestíbulos, pasillos de conexión, accesos exteriores a la estación, las escaleras mecánicas y fijas, las áreas de intercambios, así como los dispositivos de gestión y control (puertas, barreras tarifarias, torniquetes, etc).



Tiempo de evacuación en andén en la estación de Carmen de Legua

Las simulaciones dinámicas fueron implementadas por medio del software Legion Spacework, software ampliamente contrastado y mundialmente utilizado en los proyectos de ingeniería del transporte. Legion SpaceWorks simula, paso a paso, el movimiento de personas en espacios públicos y privados tales como estaciones de tren y metro, aeropuertos, estadios, grandes edificios, etc Legion SpaceWorks recrea simulaciones y analiza cómo se mueven los peatones, o "entidades", en un entorno definido con ayuda de herramientas CAD. Las entidades son individuos inteligentes con preferencias personales, que pueden recordar las condiciones del entorno y tienen capacidad para tomar decisiones propias. Estos atributos determinan sus acciones y trayectorias a lo largo de la simulación

Tanto las simulaciones dinámicas como el análisis estático realizado para cada estación y sus conclusiones se detallan en el punto A.7.7 de la Propuesta Técnica.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



000050

A.7.8 Instalaciones no ferroviarias o Equipamiento Electromecánico

Las estaciones correspondientes a las líneas 2 y ramal de línea 4 se han agrupado en diferentes tipologías en función de similitudes físicas, tales como número de conexiones verticales por andén, existencia o no de SER, número de niveles por estación....

El cuadro de tipologías arquitectónicas en relación con la tipología propuesta para el estudio de sus instalaciones no ferroviarias se presenta en el punto A.7.8. de la Propuesta Técnica.

Para cada tipología de estación se define el equipamiento que se describe a continuación:

Equipos mecánicos. Instalación de ventilación

Todas las estaciones se han dotado de un sistema de ventilación basado en ventiladores axiales reversibles (uno para impulsión y otro para extracción) y redes de conductos de aire, que son capaces de mantener las condiciones de confort e higiene adecuadas para los pasajeros y el personal de metro, consiguiendo una adecuada renovación del aire y superando las cargas térmicas derivadas de los equipos y de la presencia de los pasajeros en condiciones normales y realizar la extracción de los humos producidos en un incendio y asegurar las condiciones de evacuación de los usuarios y asegurar unas condiciones óptimas para el acceso de los equipos de emergencia.

A su vez se ha previsto la ventilación de los locales técnicos de las estaciones. En aquellos cuartos técnicos destinados a alojar los equipos eléctricos y de comunicaciones (cabinas de MT/BT, subestaciones de rectificación, etc), la ventilación estará apoyada de sistemas de climatización para asegurar las condiciones óptimas de funcionamiento de los equipos.

Equipos mecánicos. Instalación de protección contra incendios

Las estaciones estarán dotadas con los siguientes sistemas de extinción de incendios:

- Sistemas de rociadores de tubería húmeda para las escaleras mecánicas.
- Sistema de rociadores de tubería seca en el andén de las estaciones y vías
- Red de hidrantes en las estaciones y en el túnel.

Equipos mecánicos. Sistema hídrico sanitario

El suministro de agua potable a las diferentes estaciones será proporcionado por la red municipal, conectado al aljibe de almacenamiento. El abastecimiento de agua se realizará por medio de grupos de bombeo desde el aljibe hasta los distintos puntos de consumo de la estación.

Ascensores y escaleras mecánicas

La conexión del andén con el vestíbulo y de éste con el exterior se realiza mediante ascensores y escaleras mecánicas, cuyo número viene determinado por la demanda existente en cada una de ellas.

Instalaciones eléctricas

La energía eléctrica proporcionada a las estaciones, para la alimentación de equipos y servicios no ferroviarios, es en media tensión a través de un doble anillo, a la tensión de 20 kV 60 Hz. La electricidad se transforma en cada una de las estaciones, a través de cabinas eléctricas de MT / BT, hasta la tensión nominal en baja tensión de 380 / 220 V, frecuencia 60 Hz, 3 fases, y neutro y dará servicio a: cuadros generales (TGBT), cuadros de distribución, cuadros secundarios, iluminación técnica, iluminación decorativa, tomas de usos varios, maquinaria, bombas, escaleras mecánicas, ascensores,...

Además de la duplicidad de suministros, se ha proyectado una red de energía estabilizada proveniente de una S.A.I. (Sistema de Alimentación Ininterrumpida).





000051

La iluminación de la estación se consigue mediante luminarias fluorescentes de diferentes tipologías en función de la posición de la misma (andén, cuartos técnicos, vestíbulos).

Sistema eléctrico de baja tensión en túnel

El túnel estará dotado con iluminación, tanto de emergencia como de funcionamiento normal. Dicha iluminación se realizará mediante luminarias IP 65 distribuidas de forma que se consiga 30 lux en funcionamiento de emergencia y 10 lux en funcionamiento normal. El cableado del circuito de emergencia será del tipo resistente al fuego.

Con el fin de poder alimentar equipos de trabajo a lo largo del túnel se ha previsto la instalación de tomas de corriente.

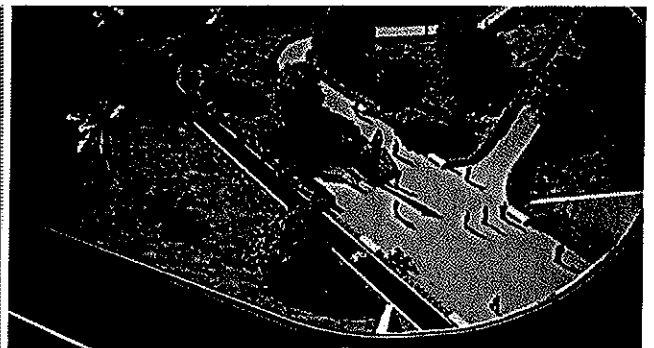
La alimentación eléctrica a los pozos de ventilación se realizará desde cada una de las estaciones con cable resistente al fuego, de forma que se pueda accionar los equipos de ventilación del túnel desde la estación anterior o la posterior.

A.8 INTEGRACIÓN FÍSICA E INSERCIÓN URBANA

A la hora de determinar la posición de las estaciones se ha respetado lo determinado en el Proyecto Referencial, como consecuencia de los criterios de accesibilidad establecidos a través de los tiempos de recorrido del trayecto total.

La ubicación de las estaciones y cuerpos emergentes se ha diseñado de manera que no se realizan modificaciones permanentes sobre la trama vial existente.

La ocupación definitiva de las estaciones estará formada por los accesos peatonales a la estación, rejillas y ductos de servicio, salidas de emergencia y accesos a áreas técnicas, y bicicletarios. El número, tipología y características de cada una se detalla en el punto A.8. de la Propuesta Técnica.



Accesos en la estación de Carmen de Legua

- Accesos peatonales

Los accesos peatonales se han ubicado en la proximidad de las intersecciones de vías principales, de manera que sean accesibles y funcionen también como cruce subterráneo, por lo que las estaciones poseen como mínimo un acceso a cada lado de la vía en la que se ubican.

La configuración tipo de los accesos para cada estación es la siguiente:

- Un acceso peatonal abierto, compuesto por una escalera fija y dos escaleras mecánicas.
- Otro acceso peatonal abierto al otro lado de la vía principal constituido por una escalera fija y una escalera mecánica.
- Cada estación dispone como mínimo un elevador (para atender a los usuarios con discapacidad).

La única estación que puede verse afectada en el caso de que ocurra un tsunami es la primera estación de la Línea 2 "Puerto Callao", en la que la ola sobre el nivel del acceso sería aproximadamente de 2,80 m. Dado que los dos puntos principales por los cuales podría entrar agua a esta estación son los accesos y las rejillas de ventilación, se ha modificado el diseño tipo de cara a minimizar los impactos y tiempos de interrupción del servicio. Se proyecta un acceso cubierto, con forma "aerodinámica" y cerrado en tres de sus cuatro lados con la apertura orientada hacia el Este (opuesto a la dirección desde la cual podría llegar el Tsunami), cuya puerta de acceso será hermética de forma que se cree un ulterior obstáculo a la infiltración de agua.

- Rejillas y ductos de servicio

Cada estación posee una rejilla de expulsión y una de inmisión de aire para su ventilación, con una ocupación total en la superficie por rejilla de 5.60 x 4.10 m, y una separación mínima entre ambas de 5.00 m. Su altura dependerá de su función y el entorno en el que se ubiquen, dentro de los siguiente parámetros: las de inmisión deben tener una altura de 2.00 a 2.50 m, las de expulsión deben tener una separación mínima del suelo de 0,50 m.

En la estación Puerto del Callao, por su afección por el Tsunami, las rejillas de ventilación se diseñan como chimeneas de ventilación elevadas (de 5.00 a 6.00 m) con bocas de expulsión e inmisión de aire direccionadas hacia el Este y con dotación de sistemas de cierre tipo "cortinas venecianas" automatizadas que, en caso de alarma de tsunami, puedan ser accionadas para cerrar la apertura.

Cada estación cuenta con un ducto para la introducción de equipos con una superficie en planta de 5.30 x 3.80 m. y una compuerta de acceso colocada a nivel de suelo.

- Salidas de emergencia

Todas las estaciones están equipadas con dos salidas de emergencia en cada uno de sus extremos que conectan el nivel del andén con el nivel de la calle. La solución técnica que se ha adoptado en la propuesta es el sistema de Metro de Madrid mediante sistemas hidráulicos a nivel de pavimento que tiene la ventaja de no ser invasivo en el tejido urbano, sin además, alterar las características funcionales de la salida.


El acceso al área técnica es una escalera fija con la misma configuración que las salidas de emergencia, ya que hace también la función de éstas para la zona técnica.

- Bicicletarios

Dado que la ciudad de Lima posee una red de ciclovías (aún en desarrollo), que coincide en algunos de los puntos de su recorrido con el trazado del Metro, se ha tomado en cuenta en todas las estaciones disponer de un espacio para la ubicación de un estacionamiento para bicicletas o "bicicletario" próximo a uno de los accesos a la estación, y con una disponibilidad mínima para 32 unidades. Estos estacionamientos serán de uso exclusivo de los usuarios del metro.

A.8.1 Ubicación estaciones Línea 2

Nº	ESTACIÓN	CALLE	CERCANÍA	PROVINCIA
1	Puerto del Callao	Av. Guardia Chalaca	Ovalo Garibaldi	Callao
2	Buenos Aires	Av. Sáenz Peña	Av. Buenos Aires	
3	Juan Pablo II	Av. Oscar Benavides	Av. Santa Rosa	
4	Insurgentes	Av. Oscar Benavides	Av. Los Insurgentes	
5	Estación Carmen de la Legua - L2	Av. Oscar Benavides	Av. Elmer Faucett	


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



000053

Nº	ESTACIÓN	CALLE	CERCANÍA	PROVINCIA
6	Oscar Benavides	Av. Oscar Benavides	Ca. Ricardo Palma	Lima
7	San Marcos	Av. Germán Amézaga	Av. Universitaria	
8	Elio	Av. Venezuela	Av. Santa Bernardita	
9	La Alborada	Av. Venezuela	Av. La Alborada	
10	Tingo María	Av. Venezuela	Av. Tingo María	
11	Parque Murillo	Av. Arica	Av. Bolivia	
12	Plaza Bolognesi	Av. Arica	Pz. Bolognesi	
13	Estación Central	Paseo de Colon	Paseo de la República	
14	Plaza Manco Capac	Av. 28 de Julio	Av. Manco Capac	
15	Cangallo	Av. 28 de Julio	Jr. Cangallo	
16	28 de Julio	Av. 28 de Julio	Av. Aviación	
17	Nicolás Ayllón	Av. Nicolás Ayllón	Av. Riva Agüero	
18	Circunvalación	Av. Nicolás Ayllón	Av. Circunvalación	
19	Nicolás Arriola	Av. Nicolás Ayllón	Clínica San Juan de Dios	
20	Evitamiento	Av. Nicolás Ayllón	Av. Evitamiento	
21	Ovalo Santa Anita	Av. Carretera Central	Av. La Molina	
22	Colectora Industrial	Av. Carretera Central	Av. 9 de Setiembre	
23	La Cultura	Av. Carretera Central	Hospital Emilio Valdizán	
24	Mercado Santa Anita	Av. Carretera Central	Av. La Cultura	
25	Vista Alegre	Av. Carretera Central	Av. Las Azucenas	
26	Prolong. Javier Prado	Av. Carretera Central	Prolong. Javier Prado	
27	Municipalidad de ATE	Av. Carretera Central	Municipalidad de ATE	

A.8.2 Ubicación estaciones Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta – Línea 4

Nº	ESTACIÓN	CALLE	CERCANÍA	PROVINCIA
1	Gambetta	Av. Elmer Faucett	Av. Gambetta	Callao
2	Canta Callao	Av. Elmer Faucett	Av. Canta Callao	
3	Bocanegra	Av. Elmer Faucett	Av. Bocanegra	
4	Aeropuerto	Av. Elmer Faucett	Av. Tomás Valle	
5	El Olivar	Av. Elmer Faucett	Av. El Olivar	
6	Quilca	Av. Elmer Faucett	Av. Argentina	
7	Morales Duarez	Av. Elmer Faucett	Av. Vicente Morales dD.Suárez	
8	Estación Carmen de la Legua - L4	Av. Elmer Faucett	Av. Oscar Benavides	



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

A.8.3 Soluciones de Ingeniería.

Integración física de las estaciones de intercambio

El diseño de la obra civil de las estaciones de conexión (intercambiadores) como son 28 de Julio, Carmen de la Legua y Estación Central, se ha realizado minimizando el impacto futuro en superficie y garantizado la operatividad en fase de explotación de la línea 1 del Metro de Lima, del Metropolitano y la propia línea 2 y línea 4 del Metro de Lima.

Estación Carmen de la Legua: Intercambio L2 – L4

En el caso del intercambiador de Carmen de la Legua entre la L2 y la L4, esa integración y operatividad es manifiesta, ya que ambas estaciones tanto la estación de la L2 como de la L4 entran en servicio simultáneamente en la Etapa 2. En cualquier caso, el diseño del intercambio permitiría compatibilizar una entrada en explotación con un cierto decalaje temporal. La unificación a nivel de vestíbulo de una única área “no paga” y los accesos desde superficie permiten una conectividad sencilla e inmediata optimizando los flujos de tránsito entre ambas líneas sin perder la independencia entre ellas

Estación 28 de Julio: Intercambio L2-L1

En el caso de la estación 28 de Julio, y dado que la entrada en servicio tanto de la estación de L2, como la nueva estación de L1 (construida exprofeso para este intercambio), se producirá en la misma etapa, se puede asegurar una operatividad inmediata sin interferencias importantes. Cabe destacar que el diseño de la obra civil de la nueva estación elevada 28 de Julio de la Línea 1, se ha realizado con el objetivo de garantizar la independencia de las nuevas estructuras previstas y el viaducto actual, siguiendo los diseños del Estudio de Factibilidad, con el ánimo de minimizar la afeción a la explotación comercial línea 1 durante la construcción de la nueva estación.

Estación Central: Intercambio L2-L3

La Estación Central presenta una problemática a futuro diferente. En Estación central hay previsto un intercambio, en el momento de su entrada en servicio, con el Metropolitano en el COSAC y un intercambio posterior a su entrada en operación con la futura estación de la Línea 3 del Metro de Lima.

La conexión prevista con el COSAC se realiza a través de un túnel de conexión de aproximadamente 200 m, siguiendo el concepto del Estudio de Factibilidad, lo que permite mantener la explotación comercial del COSAC durante la construcción de la nueva estación, minimizando a la vez la afeción en superficie al tratarse de un túnel ejecutado en mina.

La futura conexión a línea 3, ha sido diseñada para que la entrada en servicio de la línea 3 no afecte a la explotación a la línea 2. En este sentido se ha planteado una conexión a doble nivel: a nivel de vestíbulo para acceder al andén destino Municipalidad de ATE y a nivel de andén para acceder al andén destino Callao. Esta configuración simplifica el intercambio, habida cuenta de que la futura estación de L3 estará situada a mayor profundidad que la de L2. y consigue además una mayor amplitud de las zonas de intercambio, en que se prevé un flujo de peatones muy elevado.

Integración y adecuación de los sistemas ferroviarios de las estaciones de intercambio

En cuanto a la integración de los sistemas ferroviarios, hay que señalar que la línea 2 y línea 4 se han concebido de manera independiente, de manera que cada línea puede operarse de manera autónoma, sin necesitar una de la otra. Se trata de sistemas independientes. No obstante, como es obvio, la tecnología, los equipos y sistemas a instalar son los mismos, lo que garantiza una operatividad, mantenimiento y explotación más sencilla y una optimización de los costes asociados.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL





000055

La Línea 2 y el Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Línea 4, en lo que respecta a los equipamientos de sistemas e instalaciones ferroviarias serán completamente independientes entre sí. Por ejemplo, para cada una de las Líneas se aprovisionarán dos sistemas de señalización independientes y autónomos.

En el caso de la Estación Central, los sistemas de la L2, se han concebido, como no puede ser de otra manera, independiente de los existentes en el COSAC y los que se vayan a implementar en la futura L3. La conexión prevista con el COSAC se realiza, siguiendo el concepto del Estudio de Factibilidad. En esta conexión, la tecnología, los equipos y sistemas a instalar son los mismos que los previstos a lo largo de la L2, lo que garantiza un control de la operatividad, de la conexión desde L2.

De esta manera, en la interconexión, se garantiza la operación e integración de ambos medios de manera individual y con garantía en la Línea 2 en la Estación Central.

El caso de la estación 28 de Julio, presenta una problemática diferente. El diseño de los sistemas ferroviarios de la nueva estación elevada 28 de Julio de la Línea 1, se ha realizado adoptando, de acuerdo con la información referencial disponible, los mismos sistemas existentes en la L1, de tal manera que la integración con los sistemas de L1 es total. Esta nueva estación se integrará por completo dentro del sistema de control de L1. Como es lógico, la tecnología, los equipos y sistemas a instalar en la estación de L1 son los mismos que los existentes en la estación de L1. La implantación de estos sistemas se realizará de manera gradual, por fases con el objeto de minimizar la afcción a la explotación comercial de la línea 1. La estación de 28 de Julio de L2, se ha previsto totalmente independiente de la L1, situándose, en principio ya que pueden fijarse de otra manera, los límites de batería entre L1 y L2 en el inicio del pasadizo de conexión de L1 con el nuevo vestíbulo de L2.

Los sistemas en la conexión entre líneas, como la Estación 28 de Julio de la Línea 2 con la Línea 1, serán totalmente integrables y permitirán la integración física, con el menor impacto entre ambas. Además, existirá una particularidad en el sistema de ticketing que se describe en el apartado de instalaciones ferroviarias, al tener que ser compatibles el uso de billetes y boletos en ambas líneas.

El sistema AFC (Automatic Fare Collection) estará predispuesto para el intercambio de datos relacionados con la venta, la recolección de tarifas, y el uso de billetes de viaje con el sistema de la Línea 1.

A.8.4 Pozos de Ventilación y Salidas de Emergencia Línea 2

Los pozos de ventilación y de salida de emergencia son parte integrante del sistema del metro.

Están localizados a mitad de camino entre dos estaciones, según las distancias previstas en los requisitos de la NFPA130 (National Fire Protection Association) y se activan en situaciones de emergencia, permitiendo la gestión de los posibles humos y garantizando a los pasajeros una segura vía de escape.

A nivel de la calle los únicos elementos emergentes son la rejilla de impulsión / extracción de aire y el edificio de acceso al hueco de las escaleras.

El impacto sobre el entorno urbano es limitado ya que las rejillas pueden disponerse a nivel de suelo y la salida de emergencia se resuelve mediante una pequeña caseta que aloja el último tramo de las escaleras y el hueco de evacuación de camillas.

En el caso de que este volumen incida negativamente sobre el entorno se podrá optar por una solución de cierre hidráulico dejando la salida a nivel del pavimento, como se ha propuesto para las salidas de emergencia de estaciones que se ubican en viales, con las debidas precauciones para evitar el aparcamiento de vehículos.

En los casos en los que estos elementos aislados se ubican en zonas verdes se propone la reposición en la zona de las especies vegetales afectadas y ocultando estos elementos con setos o especies trepantes que "camuflen" su presencia



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



Ejemplo de salida de emergencia

En el caso en que estas se ubican dentro de un predio expropiado que se incorpora a los espacios urbanos adyacentes (viales principalmente) se propone la pavimentación de la zona con incorporación de especies vegetales y mobiliario urbano si así fuera preciso. Estas zonas deben ser objeto de un estudio más pormenorizado en función de su ubicación y sus dimensiones para evitar que se conviertan en "rincones" poco seguros.

En el punto A.8.4. se detallan estas consideraciones así como los pozos de ventilación y emergencia de la línea 2.

A.8.5 Pozos de Ventilación y Salidas de Emergencia Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta

Las consideraciones sobre la inserción urbana de los pozos para el ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la L-4 son las expuestas en el apartado anterior para la L-2. Del mismo modo en el punto A.8.5. se detallan todas los aspectos de diseño así como los pozos de ventilación y emergencia de la línea 4.

A.8.6 Patios Talleres (Santa Anita y Bocanegra).

Los patios talleres se localizan en parcelas independientes y aisladas del resto de la traza, no teniendo por tanto elementos exteriores que interfieran con el espacio público aparte de los accesos a los mismos.

En el diseño de los patios de Santa Anita y Bocanegra se ha considerado la integración urbana de las instalaciones, a la hora de dar acceso a ambas parcelas y para evitar el impacto de las mismas con el entramado existente. El diseño respeta la estructura del tejido urbano que circunda el emplazamiento seleccionado, evitando edificios de elevada altura.

En el caso del Patio de Santa Anita la implantación se realizará en dos fases, por lo que ha sido necesario considerar este hecho para proceder a la ubicación de las diversas áreas y para la reorganización de los viales.

En ambas fases, la urbanización interior se ha diseñado mediante viales, plazas de aparcamiento para los vehículos, acerados mediante solería de baldosas y bordillos de hormigón gris prefabricado de 15x30 cm, áreas verdes, con tierra vegetal, césped y diversos árboles y arbustos, cerramientos para las vías con sistema de conducción automática, andenes mediante entramado metálico tipo trámex y pilares metálicos.



A.9 PATIOS TALLERES Y POZOS DE VENTILACIÓN Y/O SALIDAS DE EMERGENCIA

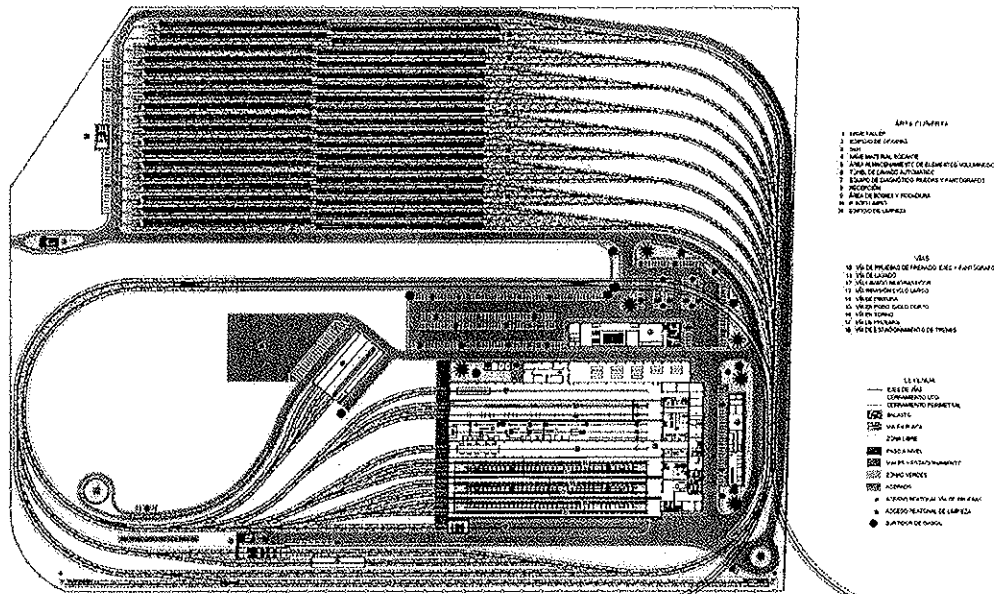
A.9.1 Memoria Descriptiva General

Dentro de los patios-talleres, las actividades que se llevarán a cabo serán el mantenimiento, la reparación y el estacionamiento del Material Rodante utilizado en la Línea 2 y el Ramal Av. Faucett-Av. Gambetta, garantizando el correcto funcionamiento del servicio de Metro.

El esquema funcional que se ha utilizado en ambos patios-taller es el mismo, permitiendo una solución del espacio en superficie similar y apoyada en la practicidad ferroviaria. Tanto en Santa Anita como en Bocanegra el patio se conecta con la línea 2 ó 4 haciendo emerger los trenes a superficie y estableciendo un trazo de vía que circunda las parcelas donde se sitúan dichos patios, permitiendo a los trenes desembocar en la zona de talleres o playa de vías en el caso de Santa Anita.

La ordenación del espacio a la que se da lugar establece una diferenciación entre las zonas libres, de accesos y edificada, respecto al resto de superficie destinada al tránsito de trenes. Dicha zona, se conecta directamente con el viario de acceso en superficie. El resultado final es una segregación de usos y una ordenación equilibrada de los mismos que permite conseguir una cualificación de los espacios abiertos, las edificaciones de carácter más industrial, la zona administrativa y el ámbito ferroviario.

El dimensionamiento de los Talleres de mantenimiento previsto abarca todas las operaciones y actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, así como revisiones generales considerándose que éstas, son realizadas con los medios instalados en el propio Taller.



Layout patio taller Santa Anita

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Patio Taller Santa Anita

El patio de Santa Anita operará para la Línea 2 del Metro de Lima. Se ubica en las afueras de Lima, en el entorno del Mercado de Santa Anita. Su diseño, respeta la estructura del tejido urbano que circunda el emplazamiento seleccionado, evitando edificios de elevada altura.

El diseño de estos talleres considera la ocupación de vía de taller que es la que corresponde con el cumplimiento de las necesidades de los controles para la condición del año 2047, con 77 trenes en la flota. El recinto de mantenimiento y zona de estacionamiento se ha dimensionado para una flota de trenes de 77 unidades en configuración de 6 coches o 67 unidades en configuración de 7 coches, previstas para la explotación de la Línea 2 del Metro de Lima en el periodo de previsto (2016 a 2048).

000058

La implantación del Patio de Santa Anita se realizará en dos fases, por lo que ha sido necesario considerar este hecho para proceder a la ubicación de las diversas áreas y para la reorganización de los viales.

Para la puesta en servicio de la Fase I, se ejecutará el área suroeste de la parcela seleccionada. Dado el desnivel existente entre la cota de la calle y la cota a la que se ubica el patio (aproximadamente 7 m de diferencia) para el acceso viario se ha dispuesto una rampa al 7% de inclinación de acceso que comunica con la calle Nicolás Ayllón.

En la Fase II se ejecutarán todas las vías de estacionamiento, así como el edificio de limpieza. Para evitar el cruce del viario principal del patio con la vía de acceso a las vías de estacionamiento, se realizará un nuevo acceso a través de la calle La Cultura (eliminandose el acceso original).

Patio Taller Bocanegra

El taller de mantenimiento de Bocanegra se destinará a las operaciones del Ramal Av. Faucett-Av. Gambetta. Su ubicación está próxima al aeropuerto de Lima "Jorge Chávez", en el barrio denominado "Bocanegra".

A este patio se accede a través de la Avenida Japón. Al existir 2,50 m de desnivel entre el nivel de calle y el patio, es necesario por un lado, bordear la explanación del patio con un muro que evite el derrame de las tierras en el área del patio y por otro lado, realizar una rampa de acceso.

Como en el caso anterior, la elevación de las edificaciones no superará alturas elevadas.

El diseño de estos talleres considera la ocupación de vía de las vías de taller que corresponden con el cumplimiento de las necesidades de los controles para la condición del año 2047, con 9 trenes en la flota. El recinto de mantenimiento y zona de estacionamiento se ha dimensionado para una flota de trenes de 9 unidades en configuración de 7 coches, si bien en principio se estiman trenes de 6 coches para la explotación de la Línea 4 del Metro de Lima en el periodo previsto.

A.9.2 Diseño funcional y dimensionamiento del patio taller

Para el diseño de los patios-taller se han tenido en consideración las actividades de mantenimiento que se realizarán; a este respecto, tal y como comentado anteriormente, en el taller se efectuarán las siguientes intervenciones de acuerdo con el Plan de Mantenimiento del material rodante:

- Mantenimiento Preventivo y Revisión Ciclo Largo
- Mantenimiento Correctivo
- Pequeñas reparaciones de accidentes (accidentes menores que no afecten a aspectos estructurales de cajas y/o bogies)

El trazado ferroviario que se diseña conduce a los trenes al edificio de talleres que acoge en sus distintas líneas de entrada los diferentes usos de mantenimiento y reparación que le es preciso al material rodante de la línea.

El patio de Santa Anita dispondrá de las correspondientes vías de acceso de trenes en circulación automática, área de traspaso de circulación automática a manual, 3 vías para el mantenimiento del material rodante auxiliar y 36 vías para el estacionamiento de trenes.

Dispondrá de las siguiente distribución de puestos de trabajo (vías) que permitan llevar a cabo el mantenimiento requerido (considerando trenes en configuración de 7 coches).

- 6 vías de mantenimiento de ciclo corto sobre pilarillos.
- 2 vías de mantenimiento de ciclo largo, una de ellas dotada con plataformas de levante de tren completo.
- 1 vía de torno de foso para el retorneo de ruedas sin necesidad de efectuar el desmontaje bogie-coche.
- 1 vía de lavado de bajo bastidor dotada con un foso de aproximadamente 26 metros de largo para la ejecución de dichas limpiezas.

000059

- 1 vía de pintado para pintado de paños de tren sin necesidad de desacoples de coches.
- 1 vía de lavado exterior de tren, dotada de instalación de lavado móvil automático
- 1 vía de pruebas dinámicas para las comprobaciones funcionales previas a salida a vía comercial.

La descripción funcional del Patio y Taller de Mantenimiento de Santa Anita se realizará estableciendo dos FASES temporales claramente definidas (FASE 1A (5+5) y FASE 2).

La FASE 1A inicial dispondrá de todos los edificios e instalaciones necesarias para el mantenimiento del material rodante e instalaciones fijas de la Línea 2 del Metro de Lima excepto las vías de estacionamiento de trenes, ya que estas se implementarán en la FASE 2 así como la continuación de la vía que da acceso a las mismas después del túnel de lavado.

FASE 1A

- Taller de mantenimiento:
 - El taller de mantenimiento del material rodante estará dimensionado para el mantenimiento integral de 5 unidades de material rodante correspondiente al inicio de la explotación en la citada Fase 1A. Las unidades de material rodante tendrán una configuración de 6 coches con una longitud total de 107,00 metros. Dentro de dichas operaciones de mantenimiento estarán incluidas también, el control de parámetros de rodadura, limpiezas técnicas del bajo bastidor y cubierta de trenes, operaciones de preparación de superficies y pintado, mantenimiento de instalaciones fijas, etc.
 - Zona de almacén de material rodante.
 - Zona de instalaciones fijas en el interior de la nave taller, destinado al almacenamiento, mantenimiento y reparación de elementos fijos de la línea como escaleras mecánicas, ascensores, subestaciones de tracción, vía, catenaria, etc.
 - Zona de cuartos técnicos, integrada en la nave de taller, para ubicar las instalaciones necesarias (enclavamientos, comunicaciones, etc.)
 - Zona traspaso circulación automática-manual
 - Oficinas y cuartos dedicados a contratistas, personal de explotación, etc
- Nave de material rodante auxiliar y área de almacenamiento de voluminosos
- Vía de lavado de material rodante
- Vía de Pruebas del material rodante
- Edificio Corporativo
- Puesto de Control Acceso
- Varios: Ubicación de la SER y cuartos técnicos de instalaciones, aparcamiento de vehículos del personal técnico-administrativo, del personal de conducción y visitas, viales para permitir la circulación y zonas de maniobra a ubicar en el interior del recinto para dar servicio a los camiones y vehículos en general en la entrega de los equipamientos diversos.

FASE 2

- Edificios e instalaciones ya en marcha en la FASE 1A
- Estacionamiento de la flota de unidades de tren de la línea 2 hasta un total de 72 trenes, mediante la implantación de 36 vías de estacionamiento.
- El acceso se situará en la Av. De la Cultura, perpendicular a la Carretera Central

El Patio y Taller de Bocanegra dispondrá de la siguiente distribución de puestos de trabajo (vías) que permitan llevar a cabo el mantenimiento requerido (considerando trenes en configuración de 7 coches).

- 2 vías de mantenimiento de ciclo corto sobre pilarillos

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



- 1 vía de mantenimiento de ciclo largo, dotada con plataformas de levante de tren completo.
- 1 vía de torno de foso para el retorneo de ruedas sin necesidad de efectuar el desmontaje bogie-coche.
- 1 vía de lavado de bajo bastidor dotada con un foso de aproximadamente 26 metros de largo para la ejecución de dichas limpiezas.
- 1 vía de pintado para pintado de paños de tren sin necesidad de desacoples de coches.
- 1 vía de lavado exterior de tren, dotada de instalación de lavado automático.
- 1 vía de pruebas dinámicas para las comprobaciones funcionales previas a salida a vía comercial.

Asimismo, el patio de Bocanegra dispondrá de las correspondientes vías de acceso de trenes en circulación automática, área de traspaso de circulación automática a manual, 3 vías para el mantenimiento del material rodante auxiliar y 2 vías para el estacionamiento de 8 de trenes.

Este taller dispondrá de las siguientes áreas, edificios e instalaciones:

- Taller de mantenimiento:
 - Se dimensiona para el mantenimiento integral de 9 unidades de material rodante en configuración de 7 coches con una longitud total de 126,00 m. entre las operaciones se incluye el control de parámetros de rodadura, limpiezas técnicas del bajo bastidor y cubierta de trenes, operaciones de preparación de superficies y pintado, mantenimiento de instalaciones fijas, etc.
 - Zona de almacén de material rodante.
 - Zona de instalaciones fijas en el interior de la nave taller, destinado al almacenamiento, mantenimiento y reparación de elementos fijos de la línea como escaleras mecánicas, ascensores, subestaciones de tracción, vía, catenaria, etc.
 - Zona de cuartos técnicos, integrada en la nave de taller, para ubicar las instalaciones necesarias (enclavamientos, comunicaciones, etc.)
 - Oficinas y cuartos dedicados a contratistas, personal de explotación, etc.
- Nave de material rodante auxiliar y área de almacenamiento de voluminosos
- Vía de lavado de material rodante
- Vía de Pruebas del material rodante
- Edificio Corporativo
- Puesto de Control Acceso
- Varios: Ubicación de la SER y cuartos técnicos de instalaciones, aparcamiento de vehículos del personal técnico-administrativo, del personal de conducción y visitas, viales para permitir la circulación y zonas de maniobra a ubicar en el interior del recinto para dar servicio a los camiones y vehículos en general en la entrega de los equipamientos diversos.

A.9.3 Arquitectura de los Patios Talleres y Pozo de Ventilación y/o Salidas de Emergencia

Patios taller

Se han diseñado los patios taller dimensionándolos acorde al programa de operación y mantenimiento previsto a lo largo de la Concesión para las Líneas 2 y 4, con el fin de dar el servicio adecuado en el tiempo y uso.

Patio Taller Santa Anita. Los principales puntos tenidos en cuenta en la distribución son:

- Situación de los talleres en la cabecera de las vías de la nave de mantenimiento, lo que facilita enormemente la comunicación con éstas vías. La totalidad de la nave se construye en la primera fase, lo que garantiza un correcto mantenimiento desde el comienzo de la operación.

- Los Talleres Auxiliares, con una superficie de 6.109 m² se han dispuesto junto con los talleres. Con esta superficie se asegura una correcta operatividad en las actividades de mantenimiento del material móvil y el acceso desde el edificio a las vías del taller se puede realizar directamente.
- Las vías de taller se han diseñado en forma y número para la facilidad en el mantenimiento. Se instalan 6 vías de foso de 130m de longitud dejando la operatividad del taller limpia
- Se ha diseñado un edificio de oficinas y administración según el programa de necesidades de la operación y mantenimiento, siendo la superficie total construida de 4.462 m².

Patio Taller Bocanegra. Los puntos de diseño son los siguientes:

- Los talleres auxiliares se han dimensionado respecto a la flota prevista quedando en 3.862 m²
- Al igual que en el caso del Patio de Santa Anita se ha dispuesto los talleres auxiliares en el interior de la nave de Taller.
- Se instalan 2 vías en foso para evitar problemas en el caso de alguna incidencia no planificada.
- El edificio de oficinas previsto en Bocanegra es idéntico al previsto Santa Anita.

Pozos de ventilación y emergencia

Se han estudiado 3 variantes de pozos de emergencia y evacuación en función de su situación, utilidad y presencia de nivel freático.

Tipo 1. Pozo lateral. Este tipo, sigue el esquema de factibilidad, el pozo se realiza fuera de la traza del túnel en el área prevista, se ejecuta de manera descendente con secciones de anillos alternos de hormigón armado con diámetro interior de 10,0 m y altura máxima de 2 m. Llegado al nivel inferior, se ejecuta losa de fondo provisional para formar plataforma de trabajo para túnel de conexión en convencional: Este túnel es una galería horizontal situada a cota de túnel de línea que lo intercepta para formar los conductos de ventilación y vías de evacuación. Anexo al pozo se ejecuta el recinto subterráneo que alberga las instalaciones de ventilación, cuartos técnicos, accesos y salida de emergencia.

Tipo 2. Pozo cenital convencional. Con un diámetro interior de 16,50 metros, tiene una posición centrada en el eje del túnel, y se ejecuta mediante secciones de anillos circulares de modo descendente para formar un recinto de trabajo desde el cual se ejecutan los túneles con método NATM. Como pozos de ataque una vez finalizados los túneles se ejecuta la estructura interior y la conexión subterránea en superficie que alberga la ventilación y salidas de emergencia.

Tipo 3. Pozo cenital con nivel freático. Es un pozo ejecutado previamente al paso de las TBM, para facilitar la conexión con el túnel de línea, Es un recinto de pantallas de sección rectangular con dimensiones interiores 17 x 16,40 m, y tiene una posición centrada en el eje del túnel. El terreno anterior y posterior al pozo se trata con un recinto de impermeabilización realizado con pantallas de mortero.

Es importante en estos puntos la inspección y mantenimiento de las máquinas a su paso por lo que se realizarán en todos los pozos con N.F.

Una vez cruzado, se retiran las dovelas del interior y termina la estructura realizando la evacuación mediante unas escaleras situadas en cada lateral de las pasarelas de evacuación del túnel y a través de un paso superior, que permite conectar con la subida a la sala de uso técnico, donde se sitúa el núcleo de escaleras de salida a calle. La ventilación se realiza por la parte central del pozo.

Todos los pozos previstos tienen una funcionalidad doble, ventilación y emergencia. La tipología constructiva se ha determinado basándose en los datos que se tienen actualmente, pero deberá ajustarse con la campaña geotécnica que se realizará durante la redacción de los

EDIs. La cota del nivel freático y la permeabilidad del suelo son los aspectos más importantes a estudiar para determinar la tipología constructiva final.

La tipología de pozos que se ha previsto a lo largo de las líneas es la siguiente:

Pozos L2	Tunel	Funcionalidad	Tipología
PV1	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 3
PV2	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 3
PV3	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 3
PV4	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 3
PV5	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 1
PV6	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 1
PV7	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 2
PV8	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 1
PV9	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 1
PV10	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 1
PV11	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 1
PV12	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 1
PV13	TBM	Ventilación, Emergencia y Bombeo	Tipo 1
PV14	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 1
PV15	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 1
PV16	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 1
PV17	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 1
PV18	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 1
PV19	3a vía	Ventilación y Emergencia	Tipo 1
P19 bis	NATM	Ventilación y Emergencia	Tipo 2
PV20	NATM	Ventilación y Emergencia	Tipo 2
PV21	NATM	Ventilación y Emergencia	Tipo 2
PV22	NATM	Ventilación y Emergencia	Tipo 2
PV23	NATM	Ventilación y Emergencia	Tipo 2
PV24	NATM	Ventilación y Emergencia	Tipo 2
PV25	NATM	Ventilación y Emergencia	Tipo 2
PV26	NATM	Ventilación y Emergencia	Tipo 2

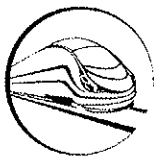
Tipologías de pozos. Línea 2

Pozos L4	Tunel	Funcionalidad	Tipología
PV0	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 3
PV1	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 3
PV2	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 3
PV3	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 3
PV4	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 3
PV5	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 3
PV6	TBM	Ventilación y Emergencia. Bombeo	Tipo 3
PV7	TBM	Ventilación y Emergencia	Tipo 1

Tipologías de pozos. Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



A.9.4 Estructura de los Patios Talleres y Pozo de Ventilación y/o Salidas de Emergencia

Patios taller

Los patios talleres se componen de varios edificios: nave de talleres y cocheras, nave de material rodante, edificio de oficinas y otros de menor porte.

Las naves de talleres y cocheras y de material rodante son estructuras porticadas prefabricadas, de entre 9 y 18 metros de luz, compuestas por vigas delta y pilares rectangulares, cimentados en zapatas aisladas o combinadas a través de cálices de apoyo y unidas entre ellas por vigas de atado.

El resto de edificios, están diseñados como estructuras de hormigón reforzado in situ, con una retícula de pilares de entre 6 y 9 m. Los forjados se resuelven mediante placas aligeradas 20+5 y 25+5 según las luces y posición en la que se ubican. Los pilares descansan sobre zapatas que se encuentran atadas en ambas direcciones mediante vigas de atado.

Pozos de ventilación y emergencia

Los pozos de ventilación y/o salidas de emergencia, se agrupan en pozos laterales sin presencia de nivel freático, pozos cenitales sin presencia de nivel freático y pozos cenitales en presencia de nivel freático.

Los pozos laterales consisten en una excavación vertical por fases, situada en planta en una posición externa a la traza de la línea de metro, hasta una cota que permita la conexión horizontal con ésta mediante una galería ejecutada a posteriori. Está compuesto por anillos de 11 m de diámetro, 0,40m de espesor y 2,0m de altura. El fondo del mismo es una losa maciza de 1,50m de espesor.

Los pozos cenitales sin presencia de nivel freático son en esencia iguales a los laterales, con la diferencia de que están situados en planta sobre el eje de la línea, por lo que no necesitan de galería de conexión. El diámetro de los anillos es en este caso de 16,50m y su espesor de 0,60m, y la losa de fondo es de 1,40m.

En ambos casos los anillos tienen zarpas que actúan como zapatas para garantizar la estabilidad en cada fase constructiva.

Las profundidades de los pozos van de los 19 a los 31m, en función de la cota de riel a lo largo del trazado.

Los pozos cenitales en presencia de nivel freático, constan de pantallas perimetrales, excavadas con cuchara desde terreno natural, y forjados que se van ejecutando mediante el procedimiento cut & cover hasta la clave del túnel. A partir de este punto hacia abajo, se utilizan marcos de rigidización para alcanzar la cota de fondo y ejecutar la contrabóveda. Las pantallas son de 1,0m de espesor y la losa de fondo de 1,50m de canto.

Para garantizar la impermeabilización, en el caso de presencia de nivel freático se disponen muros-forro en el interior de las pantallas hasta el primer forjado que quede por encima del nivel freático.

En todos los casos la salida al exterior se realiza a través de una cámara enterrada pero a cota superficial, de dimensiones variables, conectada con el pozo, que además de permitir la evacuación, ubica las distintas instalaciones necesarias para ventilación.

A.9.5 Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes

Para el cálculo de las estructuras se han diseñado unas bases de cálculo, descritas en el punto A.9.5. de la Propuesta Técnica así como los cálculos concretos de cada elemento se desarrollan en los apéndices, donde se aportan imágenes de los modelos y resultados.

Las cargas consideradas son las correspondientes a pesos propios, cargas muertas, cargas vivas de uso y mantenimiento de los edificios, cargas móviles, viento, nieve y sismo,



combinándose entre ellas según lo dispuesto en la norma E-060 y E-020 para los distintos estados límite últimos y de servicio.

En el diseño por Resistencia Última la estructura soportará en forma segura las cargas o solicitaciones, si en cada sección se cumple:

Resistencia de Diseño > Resistencia Requerida

En el diseño por servicio, se consideran los estados límites de deformaciones y fisuración.

Se considera que la estructura debe soportar al menos 120 minutos de resistencia al fuego.

Los edificios se han modelado de forma global utilizando el software de cálculo por ordenador CYPE Ingenieros, que permite introducir y comprobar con la normativa peruana los distintos elementos portantes, tanto vigas y losas como elementos de cimentación (zapatas en este caso concreto).

Relativo al cálculo de los pozos, se consideran las cargas correspondientes a pesos propios, cargas muertas de los distintos elementos y rellenos, cargas vivas, empujes de tierras y agua, sismo, tráfico ferroviario y paso de tuneladora si aplica. Al igual que en el caso de talleres se realiza el diseño atendiendo al criterio de resistencia de diseño mayor que resistencia requerida para los estados límites últimos, y atendiendo a los estados límite de fisuración y deformaciones para las situaciones de servicio.

En los casos sin nivel freático, se utilizan modelos de elementos finitos del pozo completo en fase de ejecución y de servicio, a los que se aplican las cargas correspondientes en cada caso y obteniéndose los esfuerzos de diseño.

Los modelos contemplan que al ejecutarse la excavación por anillos consecutivos, estos no pueden transmitirse esfuerzos de flexión ni tracciones.

En el caso de los pozos con nivel freático, se calculan separadamente las pantallas perimetrales para las distintas fases constructivas, y los distintos forjados y marcos rígidos.

Para el cálculo de las pantallas se han tenido en cuenta los efectos del corto y largo plazo. Se entiende como corto plazo (CP), las acciones derivadas del proceso constructivo. Estas acciones se obtiene de un modelo de Winkler en el que las leyes de empujes de obtienen en cada fase. A CP no se considera los efectos derivados de la acción sísmica, y si se considera la acción de las sobrecargas y cargas permanentes en el trasdós de las pantallas. Las leyes de esfuerzos que se derivan de estos empujes deben ser asumidas, íntegramente, por las pantallas (muros colados / diafragmas).

A largo plazo (LP) para el material granular presente en la traza, se considera un empuje de tierras en reposo. Este empuje se considera actuando sobre la sección teórica conjunta, incluyendo las pantallas y el muro forro, repartiéndose proporcionalmente a sus rigideces. El canto de la pantalla es 1m y el del forro 0.70m. El agua será soportada por el forro al 100%. En esta fase se considera la posible actuación del sobre-empuje sísmico.

Los forjados se calculan mediante modelos de elementos finitos a los que se aplican las distintas hipótesis de cargas mencionadas y sus combinaciones.

A.9.6 Esquema Ferroviario y Diseño de la Superestructura de Vía Férrea, alimentación eléctrica y señalización de los Patios Taller

Esquema ferroviario

El esquema funcional que se ha utilizado para los patios-taller de Santa Anita y Bocanegra es similar, permitiendo una solución del espacio en superficie similar y apoyada en la practicidad ferroviaria.

Tanto el patio-taller de Santa Anita como Bocanegra se encuentran en superficie, se conectan con la línea 2 ó 4 hacia el túnel haciendo emerger los trenes a superficie y estableciendo un trazo de vía que circunda las parcelas donde se sitúan dichos patios, permitiendo a los trenes desembocar en la zona de talleres o playa de vías en el caso de Santa Anita.

Diseño de la Superestructura de Vía Férrea

En el diseño de la superestructura se distinguen tres zonas de actuación:

- por un lado la rampa de acceso a patios,
- la playa de vías donde se sitúan todos los aparatos de maniobra
- y por otro lado los talleres

En la rampa de acceso a los patios se instalará el sistema de vía que se ha considerado en el resto del trazado de las líneas.

La playa de vías se caracteriza por la existencia de gran número de aparatos de maniobra y radios muy pequeños que originan velocidades de circulación muy bajas. Se fija la necesidad de diseñar una superestructura de vía en balasto.

Se adopta un espesor de capa de forma de 60 cm y un espesor mínimo de balasto bajo la cara inferior de la traviesa de 30 cm.

El carril será el mismo que en el resto de la línea, es decir 60 E1 y la traviesa a colocar será monobloque de ancho UIC.

En esta tipología de vías se encuadran todas las vías de estacionamiento, la vía de pruebas, la vía de inspección y todo el resto de vías hasta su acceso a las naves taller (Nave de material rodante y nave taller).

Y por último, en los talleres, se han considerado los siguientes tipos de vía:

- Carril enrasado con solera en zona exterior.
- Carril enrasado con solera y cajeo
- Vía en foso
- Vía sobre estructura metálica

Los desvíos empleados son del tipo DSIC (+10)-60-0.125-CR.

Alimentación eléctrica de los patios taller

- Suministro de Energía:

El suministro de energía eléctrica para la alimentación de equipos y servicios no ferroviarios se realizará en media tensión (20 kV 60 Hz). La electricidad se transforma en el centro de transformación ubicado en el edificio SER del taller, hasta la tensión nominal en baja tensión de 380 / 220 V, frecuencia 60 Hz, 3 fases, y neutro.

- Descripción del Sistema:

La transformación de media a baja tensión, se realiza en el propio taller, a través de cabinas eléctricas de MT / BT.

La red en baja tensión a la tensión de 380 / 220 V del taller, proviene de los transformadores ubicados en el edificio SER del taller, y dará servicio a: cuadros generales (TGBT), cuadros de distribución, cuadros secundarios, iluminación técnica, iluminación exterior, tomas de usos varios, maquinaria, bombas, ascensores,...

Además de la duplicidad de suministros, se ha proyectado una red de energía estabilizada proveniente de una S.A.I. (Sistema de Alimentación Ininterrumpida) con una autonomía de 2 horas para dar servicio a una parte del alumbrado, además de receptores tales como centralitas, tomas informáticas, racks,...

Estará prevista una red de puesta a tierra, al igual que protecciones contra sobretensiones.

Se instalará protección de pararrayos en toda la urbanización del taller.

Dimensionamiento de la potencia eléctrica:

- UPS Patio Taller: la carga eléctrica se obtiene de la suma de las cargas eléctricas del sistema (señalización, telecomunicaciones, scada) y se compararon con la línea C de

metro de Roma. El valor encontrado en la cuenta, trae una estación que tiene el equipo de la señalización. También se consideró un margen de seguridad del 10%;

- UPS central de mando y control: la carga eléctrica se obtiene de la suma de las cargas eléctricas de la central de mando y control, y se compararon con la línea C de metro de Roma. También se consideró un margen de seguridad del 10%;
- Transformers: las tallas se muestran en los dibujos y especificaciones técnicas. Las cargas fueron calculadas por la suma de las cargas civiles y las cargas del sistema de ASTS, a saber 126 kW por los UPS y 14 kW para la sección normal (cargador de baterías y auxiliares) por un total de 140 kW;
- Cabe señalar que a la suma de la potencia, estación por estación, se aplica un factor de seguridad del 10% y un $\cos\Phi = 0,9$ para determinar las potencias aparentes y tamaños de los transformadores;

Por último, se aplicó un criterio de uniformidad en la elección de los transformadores

Señalización de los patios talleres.

Los movimientos nominales de trenes en las vías principales de las dos líneas serán realizados en conducción automática UTO y bajo la supervisión y control de los puestos ATS ubicados en el PCO-N (y PCO-E en caso de fallo del PCO-N).

Adicionalmente, el sistema CBTC gestionará los movimientos de trenes también en conducción automática UTO en las cocheras de los Patios, las máquinas de lavado, en la posición de transferencia (zona UTO/zona manual) y en las vías de prueba en ambos Patios.

En los Talleres de ambas líneas existirá una posición de transferencia que delimitará la zona manual y la zona UTO que servirá como punto de entrada/salida UTO para los trenes que lleguen desde los Talleres de revisión.

Los movimientos desde la posición de transferencia hacia los Talleres de revisión y viceversa se realizarán únicamente en modo manual con conducción a la vista.

La supervisión y comando de estos movimientos se realizará desde el puesto de operador de taller del PCO que dirigirá los trenes hasta su destino final.

Dado que en éste área no estará disponible el sistema CBTC, el conductor tendrá la responsabilidad de respetar las indicaciones de voz proporcionadas por el operador PCO.

A.9.7 Instalaciones en Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia

Instalaciones en Patios Talleres

TIPO DE INSTALACION	COMPONENTES
INSTALACION ELECTRICA	<p>Suministro de energía, con cabinas de protección en MT y transformaciones MT/BT de alimentación de instalación no ferroviaria</p> <p>Instalaciones de iluminación y f.m de las aéreas de trabajo: talleres, almacén, departamentos de elaboración, oficinas, otros locales (comedor, vestuarios, servicios, etc.) aéreas exteriores, locales exteriores a la construcción principal (portería, lavado vehículos, etc.)</p> <p>Instalaciones eléctricas de alimentación de los usuarios particularmente relevantes como: climatización, compresores para la producción de aire, etc.</p> <p>Instalaciones eléctricas de alimentación de la maquinaria necesaria a las operaciones en los trenes (torno en foso, máquina para el lavado de los vehículos, levantador de vehículos) de potencia particularmente relevante.</p> <p>Instalaciones de toma de tierra.</p> <p>Instalaciones de protección contra descargas atmosféricas</p>
INSTALACION DE REVELACION DE	<p>Los edificios contarán con detectores puntuales de humo y termovelocimétricos, estaciones manuales de alarma, sirenas, módulos de supervisión, módulos de</p>



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

INCENDIOS	control y estación de teléfono de bomberos.
INSTALACION ANTIRROBO	La instalación antirrobo controlará el acceso a todos los edificios del complejo mediante lectoras El sistema antirrobo y de control de accesos estará conectado a la red multiservicio e integrado en el sistema central de control.
INSTALACION DE CLIMATIZACION Y VENTILACION	Climatización en oficinas, despacho y administración mediante equipos todo aire tipo roof top Ventilación en vestuarios y WCS Ventilación de taller y almacenes mediante equipos de extracción y red de conductos de extracción Climatización del centro control mediante equipo duplicado Climatización de la sala del auditorium
INSTALACION DE EXTINCION DE INCENDIOS	Red de hidrantes de columna en zonas externas (aparcamientos). Red de hidrantes en los edificios técnicos: Talleres y oficinas. Instalación de sistema de extinción automática por rociadores de agua en el almacén del taller y en la nave de material rodante. Instalación fija de extinción automática con rociadores de gas (agente extintor FM 2000). Extintores portátiles
INSTALACION DE DISTRIBUCION DE AGUA	Red de agua potable o red hídrico – sanitaria para la distribución de agua a los aseos y vestuarios de los diferentes edificios, así como a la cocina. Red de agua industrial es la encargada de la distribución de agua para el lavado de trenes, tanto en posición fija en talleres, como para el sistema de lavado de trenes en posición móvil situado en el exterior. Instalación de depuración de aguas procedentes del lavado de trenes. Red de riego de zonas verdes
INSTALACION DE AIRE COMPRIMIDO	Red para la producción de aire comprimido en el edificio de talleres.

Instalaciones en pozos

TIPO DE INSTALACION	COMPONENTES
INSTALACION ELECTRICA	Suministro de energía en baja tensión, con dos acometidas (una de desde cada estación con cable resistente al fuego) Instalaciones de iluminación y f.m Alimentación eléctrica para los equipos específicos (ventiladores)
INSTALACION DE EXTINCION DE INCENDIOS	Red de hidrantes Extintores portátiles
INSTALACION ANTIRROBO	La instalación antirrobo controlará el acceso al pozo de ventilación El sistema antirrobo y de control de accesos estará conectado a la red multiservicio e integrado en el sistema central de control.

B. DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES

EQUIPOS

Selección de tecnología y procedencia.

En resumen podemos decir que la procedencia de las tuneladoras, las grúas pórtico y los equipos de muros pantalla se transportarán en barco hasta el puerto de Callao, procedentes de los mercados europeos, americanos o asiáticos.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



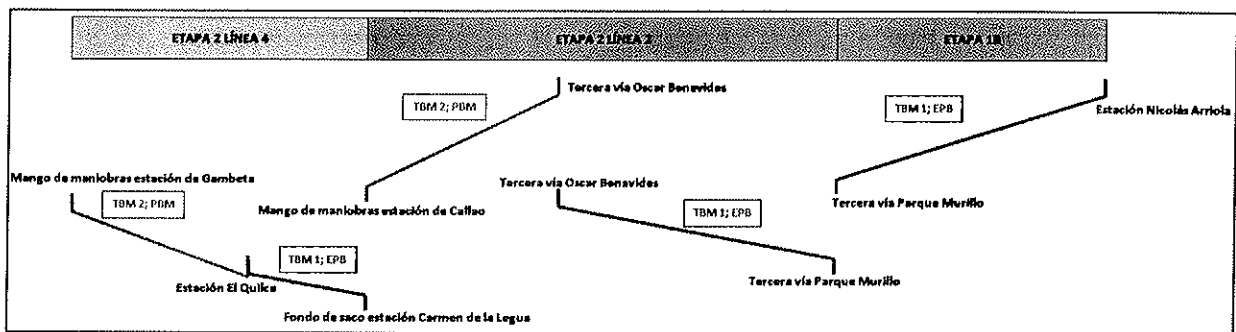
Una vez en el puerto, se trasladarán en camiones a cada una de las zonas donde se desarrollarán los trabajos.

El resto de maquinaria de construcción será suministrada por proveedores locales, por lo que se transportará por medios terrestres.

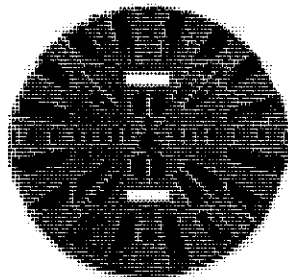
Túnel con TBM

Según las especificaciones del Contrato de Concesión, se prevé realizar la mayor parte del túnel mediante excavación mecanizada con TBM, ya que la excavación mediante tuneladora presenta una serie de ventajas respecto a los métodos convencionales en tanto en cuanto permite la construcción del túnel con unos rendimientos adecuados y manteniendo la estabilidad general del entorno. Para elegir el tipo de TBM más adecuado se ha realizado un detallado análisis de los condicionantes geológicos-geotécnicos.

Se propone la utilización de tuneladoras tipo EPB (Earth Pressure Balance) y EPB modificada (PBM) con "slurry box" con un diámetro exterior de 10.190 mm.



Ejemplo de Tuneladora EPB



Cabeza de corte y Back Up

Túnel: Metodo Austriaco (NATM)

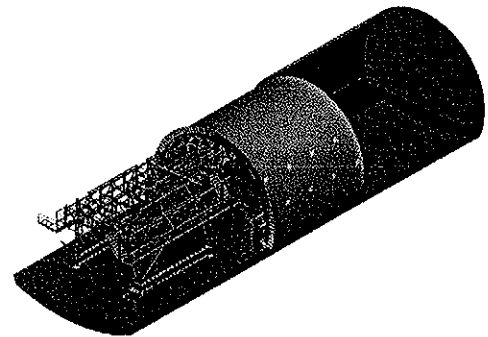
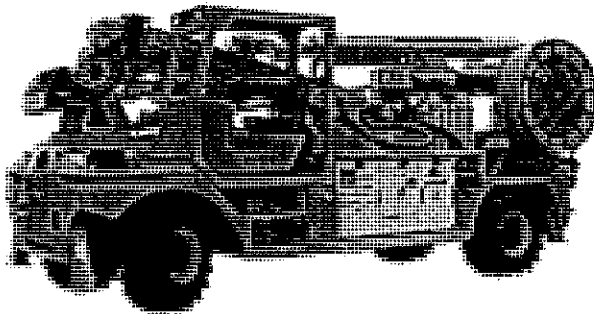
La ejecución de varios tramos de túnel por medio tradicional responde a varias necesidades. En el tramo entre Nicolás Arriola y Santa Anita se debe cumplir con unos plazos de ejecución muy ajustados. Por otro lado, entre los PP.KK. 18+250 y 18+630 y 19+550 y 19+650 se debe atravesar un substrato rocoso, así mismo, en el último tramo de la línea 2 existen afloramientos rocosos próximos al trazado, por lo que no se puede descartar la afección a materiales rocosos durante la ejecución del túnel. Todo esto hace que la excavación por métodos convencionales resulte más adecuada en estos tramos.

Por último, en el cruce entre las líneas 2 y 4 en Carmen de la Legua, la distancia entre los tubos es mínima por lo que se plantea la excavación con métodos tradicionales del túnel de la línea 4 bajo la línea 2, ya que así las tensiones generadas serán menores.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

La ejecución de parte del túnel de línea se realizará empleando métodos convencionales de excavación de suelos, es decir, excavando el terreno mediante retroexcavadora. En general, se realizará utilizando un cazo excavador, y ocasionalmente será necesario el empleo de martillo hidráulico. Puntualmente, en zonas con el material muy compacto se requerirá abrir un hueco inicial con explosivos o cemento expansivo, que se irá ensanchando con el martillo hidráulico.

Se emplearán sostenimientos basados en la utilización de hormigón proyectado y cerchas. Para el gunitado de las superficies de los túneles se utilizará un robot de gunitado PUTZMEISTER PM500 PC o similar.



Se dispondrá de equipos de perforación como sondas o carros perforadores con las características adecuadas al terreno y especificaciones de obra.

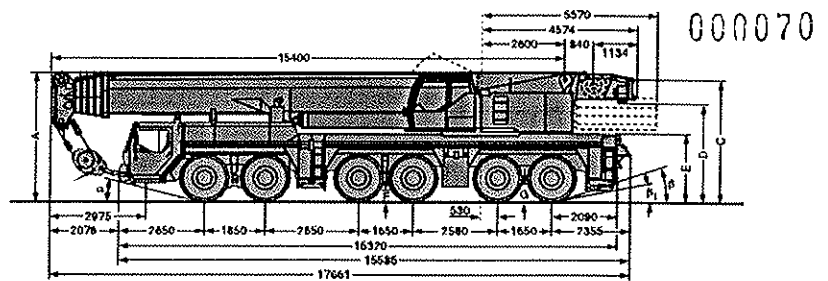
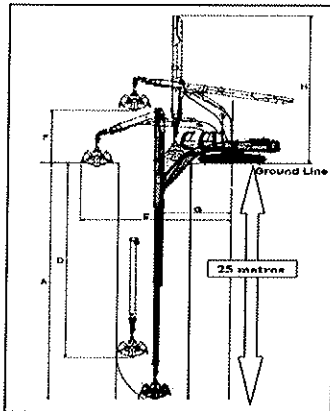
El desescombro se hará mediante una pala cargadora convencional, que recogerá el escombro en el frente, vertiéndolo posteriormente sobre un camión, preferiblemente triarticulado de 3 ejes.

Para la ejecución del revestimiento del túnel en mina se utilizará un carro portaencofrado cuya función es la realizar los movimientos de los paneles (apertura y cierre, elevación y descenso, y centrado y traslado) y de servir como acceso a las bocas de hormigonado, soporte de los vibradores, tapes superiores y solape. Permite el paso de camiones debajo de él.

Pozos, estaciones y terceras vías

Para la excavación de pozos, estaciones y terceras vías se establece el uso de muro pantalla. Un muro pantalla o pantalla de hormigón in situ es un tipo de pantalla, o estructura de contención flexible, empleado habitualmente en ingeniería civil. Son elementos de contención de tierras que se emplean para realizar excavaciones verticales en aquellos casos en los que el terreno, los edificios u otras estructuras cimentadas en las inmediaciones de la excavación, no serían estables sin sujeción, o bien, se trata de eliminar posibles filtraciones de agua a través de los taludes de la excavación y eliminar o reducir a límites admisibles las posibles filtraciones a través del fondo de la misma, o de asegurar la estabilidad de éste frente a fenómenos de sifonamiento.

La ejecución de muros pantalla con cuchara bivalva en vez de con hidrofresa se debe a que las hidrofresa está especialmente indicada en terrenos de dureza elevada. Por tanto, para la geología de Lima es más apropiado el uso de cucharas. Por otra parte, aunque cuentan con menor capacidad de corte que las hidrofresas, su uso es adecuado en espacios reducidos tales como pozos o zanjas de cimentación, o en profundidades no alcanzables por otro tipo de excavadoras.



Además se deberá contar con camiones grúa para la colocación de vigas prefabricadas, ya con la incorporación de una grúa en el camión se consigue una mayor independencia y flexibilidad a la hora de disponer las vigas por tramos. La disposición de vigas prefabricadas de tipo AASHTO IV en la zona estrecha de las estaciones se llevará a cabo utilizando camiones grúa de 250 Tn, mientras que las de vigas prefabricadas de tipo AASHTO VI' de la zona ancha de las estaciones se colocarán utilizando camiones grúa de 400 Tn.

Superestructura de vía

La selección de la maquinaria para cada tramo de vía se establecerá según la tipología de la misma, vía en placa o vía en balasto. Dicha maquinaria es la estándar para cada tipología. La maquinaria más importante para la ejecución de la vía en balasto es: perfiladora, bateadora y estabilizador dinámico.

SEGURIDAD, OPORTUNIDAD Y OPTIMIZACIÓN

Para la selección de los métodos constructivos y equipos y maquinaria a utilizar se ha tenido en cuenta la seguridad, oportunidad y optimización de su uso.

GESTIONES Y RUTA CRÍTICA

Transporte

El transporte de equipos desde proveedores locales hasta pie de obra se realizará por medios terrestres, utilizando la red viaria. Por este motivo, habrá que tenerse en cuenta, las características de congestión de dicha red en el entorno de la obra, sobre todo a nivel urbano.

Para minimizar los problemas de gestión de tráfico y optimizar los medios de transporte, se hará un plan de mantenimiento general que incluye todos los equipos de trabajo, para cubrir las necesidades previstas de elementos de desgaste y piezas de repuesto. Si se requiere un recambio adicional o no abastecido, y no puede ser comprado o producido por proveedores locales, se dispondrá un transporte aéreo urgente para evitar cualquier retraso de las obras de construcción.

El acceso para los transportes será organizado para minimizar tanto los problemas de tráfico como el impacto en los alrededores del área de descarga. Se establecerá un horario de entrega para evitar la entrada de camiones pesados en la red de tráfico en las horas punta.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

000071

Importación

Las tuneladoras, grúas pórtico y los equipos de muros pantalla se importarán y transportarán en barco hasta el puerto de Callao y, desde allí, se montarán en camiones que las trasladarán a las obras.

Requerimientos de montaje y desmontaje

Los trabajos de montaje de las tuneladoras durarán aproximadamente 8 semanas, desde que el primer componente se instala en el eje de puesta en marcha hasta que la tuneladora está lista para perforar.

Ruta crítica

Los principios del método del camino crítico se resumen en tres etapas: Análisis de las tareas y sus tiempos de ejecución, establecimiento de un gráfico de ordenamiento y búsqueda del camino crítico

Forman parte del camino crítico de la obra los siguientes equipos: equipo de pantallas que ejecuta la estación de Nicolás Arriola y TBM 1.

MATERIALES

Selección de materiales y procedencia

La elección de estos materiales es fruto de un exhaustivo estudio para seleccionar los más adecuados al tipo de actividad para el que son requeridos. El diseño de ingeniería realizado tiene en cuenta qué materiales interesa más emplear, desde un punto de vista tecnológico, económico, social y medioambiental. Además se ha estudiado su seguridad, oportunidad y optimización.

ESTACIONES
MATERIAL
ACERO A42
HORMIGÓN PARA ARMAR FC = 30 MPA
HORMIGONADO EN PANTALLA
ACERO A39-05
ACERO LAMINADO
ENCOFRADO
PUERTAS AUTOMÁTICAS
FÁBRICA DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN
SOLADO DE GRANITO
ESCALERA MECÁNICA
PANELES DE ALUMINIO
PINTURA EN RESINA ACRÍLICA
CHAPADO DE TRAVERTINO
VIGA PREFABRICADA DE HORMIGÓN PRETENSADO
CONDUCTO RECTANGULAR DE CHAPA GALVANIZADA
SILENCIADOR
FALSO TECHO METÁLICO
PANELES DE SILICATO CALCICO
RESINAS EPOXI
BASE DE HORMIGÓN HM-15

TÚNELES
MATERIAL
DOVELAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN
ACERO A42
CERCHA DE TIPO RETICULADA
HORMIGÓN PROYECTADO
HORMIGONADO EN PANTALLA
ENCOFRADO EN BÓVEDAS
HORMIGÓN FC = 20 MPA BOMBEADO
HORMIGÓN PARA ARMAR FC = 30 MPA
VIGA PREFABRICADA DE HORMIGÓN PRETENSADO

SUPERESTRUCTURA
MATERIAL
ESTRUCTURA PARA PASILLO LATERAL
HORMIGÓN EN MASA TIPO FC = 15 MPA
DESVÍO COMPLETO TG1:12
PLACA RAILTECH-SUFETRA-TRANOSA O SIMILAR
BRETELLE TG1:12
CARRIL 60 KGM
HORMIGÓN EN MASA FC = 25

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



POZOS
MATERIAL
ACERO A42 EN ARMADURAS
ACERO A42 NTE INEM 102 COLOCADO EN ARMADURAS DE PANTALLAS O PILOTES
CONDUCTOR DE COBRE DE 240 MM2 0,6 /1 KV RZ1-K (AS+). UNIPOLAR
VENTILADOR AXIAL 100% REVERSIBLE, CONSTRUCCIÓN RESISTENTE A 250°C DURANTE 1H, CAUDAL MÁXIMO DE 100 M3/S Y PRESIÓN 500PA, RENDIMIENTO MÍNIMO 80%, MOTOR DE 80 KW/400V60 HZ
COBRE DE 185 MM2 0,8 /1 KV RZ1-K (AS+). UNIPOLAR
COBRE DE 150MM2 0,8 /1 KV RZ1-K (AS+). UNIPOLAR
HORMIGÓN PARA ARMAR FC = 30 MPA
HORMIGONADO EN PANTALLA DE 1,00 M DE ANCHO, COLOCACION Y SUMINISTRO DE HORMIGÓN ARMADO FC = 30 MPA
PANTALLA EXCAVADA CON CUCHARA DE 0,60 M DE ANCHO EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO, A CUALQUIER PROFUNDIDAD, INCLUSO MURETES GUIA Y SU POSTERIOR DEMOLICION, EXCAVACION, COLOCACION DE MORTERO DE CEMENTO PORTLAND CON ESCORIA TIPO II 40 R, INCLUYENDO Lodos BENTONITICOS, INCLUSO EL TUBO DE PVC NECESARIO PARA EL SELLADO DE JUNTAS Y EL TRANSPORTE A ACOPIO O MATERIAL EXCAVADO
SILENCIADOR DE DIMENSIONES ANCHO=5000MM, ALTO= 4000MM Y LONGITUD=3000 MM
VENTILADOR AXIAL 100% REVERSIBLE, CONSTRUCCIÓN RESISTENTE A 250°C DURANTE 1H, CAUDAL MÁXIMO DE 150 M3/S Y PRESIÓN 500PA, RENDIMIENTO MÍNIMO 80%, MOTOR DE 120 KW/400V60 HZ
ANCLAJE PARA BARRA CORRUGADA, DE DIAMETRO 20 MM
ENCOFRADO PLANO EN PARAMENTOS VERTICALES
IMPRESIÓN ASFALTICA 0,5 KG/M2 CURIDAD
EXCAVACIÓN DE PANTALLA CON CUCHARA DE 0,60 M DE ANCHO EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO, A CUALQUIER PROFUNDIDAD, INCLUYENDO EL TRANSPORTE A ACOPIO O LUGAR DEL EMPLEO DEL MATERIAL
COMPUERTA MOTORIZADA PARA VENTILADOR AXIAL, DIMENSIONES 2200 MM X 2200MM, FABRICADA EN ACERO GALVANIZADO, RESISTENCIA 250°C DURANTE 1 H.
CERCHA DE TIPO RETICULADA
REJILLA CON PLETINAS DE ACERO GALVANIZADO TIPO "TRAMEX" EN CUBRICIÓN DE HUECOS INTERIORES
CIMBRA
FÁBRICA DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN GRIS ESTÁNDAR DE 40X20X30 CM

TALLERES
MATERIAL
ELEMENTOS PREFABRICADOS
ACERO A42
HORMIGÓN PARA ARMAR FC = 30 MPA
ENCOFRADO PLANO EN PARAMENTOS VERTICALES
DESvíO COMPLETO TG=0,20 DS-A-UIC54-100-0,20-C-C-1/D
CARRIL DE 54 KG/M
TRAVIESA MONOBLOQUE PRETENSADA
CONDUCTOR DE COBRE
TERRAPLÉN CON MATERIALES PROCEDENTES DE LA MISMA EXCAVACION
BALASTO TIPO A
TIERRA VEGETAL
DOBLE DIAGONAL SIMÉTRICA (BRETELLE) TANGENTE 0,125 FORMADA POR CUATRO CAMBIOS EN CARRIL UIC 54 ND
RESINAS EPOXI
PINTURA BITUMINOSA
ACERO A36-05
TUBO DE HORMIGÓN VIBROPRESADO DE 400 MM DE DIAMETRO, PARA DRENAJE
PLACA ADHERIZADA RAILTECH-SUFETRA-TRANOSA O SIMILAR
CÉSPED SEMILLADO
ZAHORRA ARTIFICIAL
HORMIGÓN EN MASA FC = 25 MPA TMÁX= 40 MM

Gestiones y ruta crítica


Los materiales de construcción serán suministrados por proveedores locales, por lo que se transportará por medios terrestres.

Las piezas de recambio serán entregadas de la misma forma que el equipo principal. Para minimizar los problemas de gestión de tráfico y optimizar los medios de transporte, se hará un plan de mantenimiento general que incluye todos los equipos de trabajo, para cubrir las necesidades previstas de elementos de desgaste y piezas de repuesto.

Se dispondrán zonas de acopios provisionales en los distintos tajos, de manera que pueda haber un suministro continuado de los distintos materiales de al menos 2 semanas. Estos materiales se acopian en un área de almacenamiento que garantice que se protegen de la intemperie.

En cuanto a materiales se refiere, forma parte del camino crítico de la obra el suministro de dovelas para la ejecución de los tramos de túnel con TBM.

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


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

C.1 INSTALACIONES FERROVIARIAS

000073

C.1.1 Superestructura de vía

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.

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

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

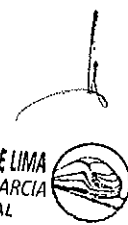
Las dimensiones generales de la vía son las siguientes:

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

Los elementos que componen la vía proyectada son los siguientes:

- o Riel: U.I.C. de 60 kg/ml en barra larga soldada
- o Sujeciones: Son de tipo directo, modelos DFF/T y DFF-ADH de Railtech – Sufetra o similar.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



- Placa: Hormigón fck =25 Mpa con un mínimo de 0,26 m de espesor bajo el riel. La placa se apoya sobre un relleno de hormigón fck =15 Mpa.
- 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.

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.

C.1.2 Señalización

El sistema de señalización propuesto para el proyecto es un CBTC el Metro totalmente automatizado (UITP-GoA nivel 4). El sistema es diseñado y construido de modo que pueda ser manejado automáticamente y remotamente desde el Puesto de Control y Operaciones (PCO), tanto en la operación normal como en algunas situaciones inesperadas debido a incidentes o anomalías, lo que se suele denominar estados degradados. Los operadores centrales pueden también, si fuera necesario, manejar manualmente el sistema desde el PCO. El sistema propuesto contempla otras funciones como la Supervisión de Tren Automática (ATS), la Operación de Tren Automática (ATO) y la Protección de Tren Automática (ATP). Garantiza el movimiento de trenes según un programa temporal, respetando las limitaciones impuestas por el trazado y la distancia límite entre trenes. La parada en la estación está automatizada para que se pare con exactitud en el punto previsto, garantizando la alineación entre puertas de vehículo y puertas de plataforma. Otras funciones son:

- Apertura y cierre de puertas simultáneamente en estaciones;
- Vuelta automatizada en estaciones terminales e intermedias predefinidas.
- Envío automatizado de trenes de la línea al depósito (basado en el programa de servicio o por el control de operador)
- Retirada automatizada de los trenes de la línea hacia el depósito (basada en el programa, en horas valle, cierre de servicio o a solicitud del operador)

C.1.3 Puertas de Anden

Los sistema de las puertas de andèn se compone de: puertas automáticas (28 en la configuración final), puertas por las de salida de emergencia, puertas fijas, puertas de fin andèn (dos para andèn) , un sistema de alimentación eléctrica de los sistema (uno para estación), un sistema de supervisión (uno para estación), un panel de control local de los sistema (dos para andèn) y dos diagnóstico server centralizado (uno por línea).

La disponibilidad de los sistema puertas de andèn será de al menos 99,70% y será diseñado para soportar un efecto de pistón de ± 700 Pa y con una carga de 1500 N aplicada a un metro, de la parte inferior de las puertas.

Entre otras, las funciones de las puertas de andèn son: evitar la caída de usuarios o pasajeros a la vía, impedir el acceso a la infraestructura ferroviaria, eliminar o reducir la velocidad del aire en la estación, debido al efecto de pistón, eliminar polvo en los andenes, reducir el ruido, mejorar la ventilación, evitar el vertido de desechos en la infraestructura ferroviaria, aumentar

la velocidad de los trenes en la estación, mejorar el control de humo en caso de incendio, y sobre todo, minimizar la posibilidad de accidentes y mejorar la regularidad del servicio.

Antes de la instalación el emplazamiento se inspecciona para constatar que todas las interfaces físicas se encuentran de acuerdo con los documentos de diseño e interfaz acordados. Los puntos de referencia para permitir la instalación de los sistema de las puerta de andèn son: la distancia desde el plano de la estación de plano-altimétrica y planchado. Los pasos de instalación de los sistema de las puertas de andèn son: trazado, taladrado, instalación mecánica (la instalación de las puertas y paneles fijos), instalación eléctrica (instalación de cuadros eléctricos y cajas de mecanismo de cierre). Para evitar la propagación de errores (debido a la suma de tolerancia), la instalación debe hacerse siempre comenzando desde el centro de la plataforma, es decir, el eje en la estación.

C.1.4 Mando y Control Centralizado

Centro de control de operaciones (PCO)

La gestión y explotación de las líneas 2 y del ramal de la línea 4 se llevarán a cabo en recintos y salas especiales dedicadas, que conforman puestos centrales de supervisión debidamente equipados. Se ha previsto, según los requerimientos para cada línea. Un centro normal y un control de emergencia para cada Línea. El PCO normal para la línea 2 se encuentra en Santa Anita. El PCO normal para la línea 4 se ubicará en Bocanegra. El PCO de emergencia estará situado en una estación de la línea. Para ambas líneas la estación elegida es Carmen de la Legua, que es un lugar común y se considera muy idóneo para albergar estas instalaciones, tanto para el corto y medio plazo como por la versatilidad que ofrece de futuro.

En el modo de funcionamiento normal, el PCO sustancialmente sólo realizará funciones de vigilancia y control. El tratamiento y gestión de operaciones están permitidos si el operador tuviera la necesidad de interactuar con el sistema, en situaciones anómalas, degradadas o por otros motivos.

Sistema de supervisión y control - SCADA

El sistema SCADA propuesto o Sistema de Supervisión y Control (SCADA) se diseña y suministra para el control y el mando de los sistemas de las estaciones y de los depósitos o talleres del proyecto de metro de Lima.

El sistema SCADA permite la adquisición, la elaboración y la presentación de los datos provenientes de la energía de tracción y de todos los equipos instalados para Metro de Lima y equipos y subsistemas tecnológicos de la estación y su control Electro & Mecánico (E & M).

El sistema SCADA incluye:

- Sistema de energía eléctrica de tracción (Power Supply)
- Sistemas de túnel (ventilación, alumbrado, drenajes, etc.) y los sistemas de la estación de E & M
- Sistemas de los Recintos de Talleres

Las funcionalidades del sistema mejoran la funcionalidad propia de los subsistemas que controla, pues le añaden el telecontrol y telemando con una óptica global, relacionándolo con los otros sistemas con los que se interconectan. Sus criterios de diseño le dan alto rendimiento y fiabilidad, y garantizan un funcionamiento sin problemas con una elevada disponibilidad.

Los principales componentes de la SCADA son:

- Servidor informático redundante del SCADA, que será de tipo industrial y se instalará en el Centro de Control de Operaciones (PCO)
- Estaciones de trabajo, o puestos de operadores, basadas en PC dentro de la PCO

- Red de comunicaciones de tipo Industrial (RTU)

Interfaces para conectar las RTU a la amplia red dual redundante de fibra óptica de alta velocidad de comunicación del sistema SCADA con los subsistemas de campo .

En la PCO se recopilará toda la información de campo de los subsistemas supervisados, permitiendo el análisis de datos, sus evoluciones y la emisión de informes específicos.

C.1.5 Control de Pasajeros

El Sistema Automático de Acceso de pasajeros está diseñado para gobernar y controlar el acceso de los pasajeros al sistema de transporte del metro de Lima.

El sistema propuesto AFC se basa en una " solución de arquitectura abierta " para la AFC y participar en un mercado de tarjetas inteligentes abiertas, incluyendo otros sistemas de transporte sujetos a los acuerdos de derechos de negocios entre las partes y que comparten un sistema de Administración Central del Sistema (CCHS).

En general, el sistema de AFC está estructurado por una arquitectura jerárquica y consiste en los siguientes elementos:

- Sistema de Administración Central del Sistema o Compensación Central House System (CCHS)
- Sistema central de Peaje automático o Peajes Automatic System Center (AFC- CS).
- Red troncal de Administración y control
- Equipos de Estaciones (unidades de control de cada estación, pasos o portones de acceso, lectores de billetes, la estación de gestión ATIMs y SMOMs y los lectores de entradas).
- Entradas : Se diseñan contemplando su funcionamiento mediante tarjetas inteligentes sin contacto

La arquitectura general del sistema propuesto se basa en una estructura de cuatro niveles, a saber:

El nivel 1 consiste en los dispositivos para la venta y la validación de las entradas (y de otros productos de pago con las tarjetas emitidas por el sistema).

El nivel 2 consiste en la infraestructura utilizada para la transmisión de datos entre los dispositivos de capa 1 y el sistema central. Esta capa está hecha por la unidad de control de la estación y las redes de transmisión utilizados para la comunicación.

El nivel 3 consiste en el centro de gestión central, la AFC - Sistema central (AFC-CS). Las funciones de configuración y gestión de datos de todo el sistema se concentran en esta capa.

El nivel 4 consiste en la computadora principal en el sistema de pago con tarjeta inteligente sin contacto. Otros sistemas que deseen utilizar tarjetas inteligentes sin contacto tendrán que conectarse a CCHS recibir transacciones de parámetros y carga de compensación y liquidación.

Las funciones principales del sistema son:

- Control de Flujos de pasajeros
- Sistema arancelario y de los datos de configuración de su gestión
- Entradas de emisión / gestión
- La gestión de la base de datos de Clientes
- La recopilación de datos de los dispositivos de la estación / línea
- Descarga de datos a los dispositivos de estación
- Los dispositivos del sistema supervisión para su operación adecuada y su mantenimiento

- Análisis de datos y generación de informes

C.1.6 Electrificación

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

Este anillo es, independiente, abierto y generados desde SEAT.

Los Servicios auxiliares desde la CE tienen la función de alimentar en 380 Vac/220 Vac y 110/240 Vcc a los distintos servicios auxiliares de las CE (señalización, telecomunicaciones, SCADA, sistemas lógicos, mandos y controles, etc.)

Las acometidas y su distribución se realizan mediante una barra principal (normal) a la cual se interconectan las dos alimentaciones desde los transformadores auxiliares de las CE. Una barra de emergencia a la cual se interconecte las UPS (2 horas) para las alimentaciones de los servicios de sistemas esenciales/seguridad de las CE (señalización, telecomunicaciones, SCADA, etc.). Una barra 110Vcc/24 Vcc a la cual se interconectan las alimentaciones de 110 Vcc / 24 Vcc de los cargadores de baterías 110Vcc/24 Vcc (2 horas) para las alimentaciones de las lógicas, mando y controles, relés, protecciones y sistemas básicos y de emergencia.

El sistema de alimentación eléctrica recibe la energía eléctrica, suministrada por los concesionarios de electricidad, que llegará mediante una línea de transmisión en alta tensión y la transformará para la distribución de energía eléctrica a las subestaciones rectificadoras y a las cabinas eléctricas de las estaciones y de los patios.

El sistema de alimentación eléctrica esta dimensionado por:

- o Subestaciones eléctricas de alta tensión (SEAT): 4 SEAT para la línea 2 y 2 SEAT para la línea 4.
- o Subestaciones eléctricas rectificadoras (SER): 15 SER para la Línea 2 y 4 por la línea 4
- o Patio Taller Subestaciones eléctricas rectificadoras (SER): 1 SER para la Línea 2 (Santa Anita) y 1 por la línea 4 (Boca negra)
- o Cabinas de transformación eléctrica de media tensión a baja tensión (CE): 28 CE para la Línea 2 y 9 por la línea 4

El sistema de alimentación en MT se realizará a través dos anillos normalmente abiertos, un anillo por los SER y un anillo por los CE. Los dos anillos son independientes.

De acuerdo a los criterios de confiabilidad que se exigirá al sistema, debe definirse la redundancia de los equipos, tales como: la falla de una subestación cualquiera del trazado no debe repercutir en la operación del sistema y las subestaciones es n unidades dobles, en que la falla de uno de sus grupos no debe repercutir en la operación del sistema. Las SEAT consisten en grupos de transformación (TR) en paralelo. El sistema se definirá como un modo de garantizar la erogación de la energía de tracción (SER), de las cabinas de las estaciones pasajeros y Patios (CE). Las SEAT se construirán con tecnología a aislamiento con gas (GIS).

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

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

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


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



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

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

A lo largo de la línea está presente el circuito de emergencia que se compone de una serie de pulsadores de emergencia; La finalidad de dichos pulsadores es cortar la tensión de la línea de contacto en caso de emergencia.

C.1.7 Catenaria

Está previsto el uso de una catenaria rígida CR que está compuesta principalmente de un perfil de aluminio en el que se insertará el hilo de contacto. Este sistema es mucho más fiable que la catenaria convencional, pues los potenciales enganches de pantógrafo, que son usuales en catenarias convencionales se minimizan enormemente. Su uso se está generalizando en modernos ferrocarriles metropolitanos y en las renovaciones de líneas aéreas de contacto.

Los cambios de sección se harán mediante tramos aéreos y mediante seccionadores que permiten los aislamientos sin pérdida de contacto mecánico del pantógrafo con la catenaria.

Está previsto catenaria rígida para las vías principales y auxiliares en túnel y estaciones y talleres, catenaria rígida desplazable sobre fosos de talleres. En los patios de talleres se equiparán seccionadores específicos

C.1.8 Sistemas de Telecomunicaciones

- Sistema de video vigilancia:

El sistema propuesto de CCTV se basa en un monitoreo permanente y en tiempo real de las principales áreas y zonas del Metro de Lima y del interior de los trenes. El sistema se basa en tecnología IP y registro digital de las imágenes en elevada resolución.

Las funcionalidades principales del sistema son:

- Monitoreo de imágenes y envío de éstas al centro técnico de cada estación y a los puestos centrales (PCO)
- Registro del video de las estaciones conservando las imágenes durante un tiempo de 60 días, con una resolución de 6fps@4CIF y la posibilidad de exportar dichas imágenes o de extraer las mismas en un soporte informático portátil.
- Registro del video a bordo de los trenes conservando las imágenes durante tres días.
- Algoritmo de análisis automático del video, pudiendo actuar sobre las cámaras que presenten mayor interés de cara a la seguridad, pudiendo actuar al detectar movimientos, en intrusiones o al abandonar recintos o zonas.
- La fiabilidad del sistema garantiza el registro de datos en discos RAID, redundados en el servidor principal del sistema.
- Arquitectura escalable, lo que permitirá ampliaciones con base en la experiencia real en la explotación.
- Integración con el sistema de telefonía de emergencia
- Predisposición para integrarse con otros sistemas mediante protocolos SDK

- Sistema de Difusión Sonora o Megafonía:

El sistema permitirá emitir anuncios a las estaciones durante la operación o fuera de ésta, bien anuncios emitidos por un operador del PCO o anuncios pregrabados.

Asimismo existe la posibilidad de que el operador del PCO emita avisos y anuncios en el interior de los trenes.

El sistema está basado en tecnologías de última generación sobre IP, con una arquitectura distribuida, lo que permite un fácil mantenimiento y escalabilidad. Ello, además, permitirá emitir anuncios o avisos desde la propia estación.

Los equipos de difusión sonora serán robustos y antivandálicos y se distribuirán estratégicamente en la estación y en sus andenes, para conseguir una correcta y elevada calidad sonora.

- Telefonía Automática de servicio:

El sistema de telefonía automática de servicio consistirá en llamadas selectivas o de grupo, que permitirá el permanente contacto de forma muy fiable y moderno. El sistema se basará en tecnología IP, de forma abierta y escalable. El sistema de telefonía automática se complementará e interconectará con el sistema de radio TETRA, con lo que se podrá estar en contacto con el personal itinerante y con los propios trenes. El sistema TETRA permite llamadas a destinatarios concretos, llamadas de grupo, llamadas de emergencia, etc. La conexión de la telefonía automática con la red PSTN permitirá llamadas desde el exterior de la propia red ferroviaria, desde ésta y hacia ésta.

- Telefonía de Emergencia y ECP:

El sistema de telefonía de emergencia consiste en la serie de equipos e instalaciones que permiten al personal de línea comunicarse directamente con los operadores del PCO o de las estaciones (ODES) todo ello a través de la telefonía instalada en toda la línea y en las estaciones.

El sistema se basa en tecnología IP. El sistema tiene una arquitectura tal que mantiene su funcionalidad a pesar de fallo de la Red de transmisión de datos multiservicio.

El sistema SOS, instalado en las estaciones, patios de talleres permitirá comunicar directamente a los usuarios con el operador del PCO. Su tecnología IP permite a los operadores del PCO comunicarse con los pasajeros y con los miembros de la explotación que actúen en las estaciones (ODES). Su tecnología permite gestionar no solo las llamadas individuales y las llamadas simultáneas.

- Subsistema de comunicación primaria:

La transmisión de datos de red es el corazón de los sistemas de telecomunicaciones de servicios múltiples, garantiza la disponibilidad de ancho de banda mediante el uso de Gigabit Ethernet que es una de las redes más modernas y utilizadas en el sector ferroviario metropolitano. Cubre toda la red de metro (estaciones, depósitos, centros de control, pozos). En ella se transportan, de hecho todos los servicios tales como voz, video, datos, aplicaciones que utilizan la red IP. La fiabilidad de la red es uno de los puntos fuertes del sistema, pues repercute directamente con el fin de garantizar el máximo rendimiento requerido por otros sistemas. La red está diseñada para garantizar la redundancia, seguridad y escalabilidad en vista de futuras ampliaciones. La red está diseñada con dos perfiles principales: Administración y de Operaciones. Los diagnósticos del sistema TLC son enviados automáticamente a los centros de control que se aprovechan de la multi-servicio de transmisión de datos de la red.

- Sistema de Comunicación de Datos:

El sistema de comunicación de datos (DCS) es una red IP dedicada al transporte (entre los centros de control y la periferia) de los datos generados por los sistemas de señalización ferroviaria como: ZC, FTM, ATS, IXL. Proporciona conexión entre los sistemas de señalización en los trenes y los centros de control a través de la tecnología inalámbrica. El

DCS es completamente redundante para asegurar una conexión bidireccional segura, fiable y estable entre los dispositivos. Además, a través del sistema DCS pueden transportarse otros datos (servicios) tales como los relativos al sistema de video vigilancia en los trenes, los diagnósticos del vehículo, así como los de la misma DCS son transportado a los centros de control que se aprovechan de la red DCS.

- Subsistema de Relojería:

La sincronización de la hora en cualquier sistema ferroviario es muy importante. En el caso del Metro de Lima se ha diseñado el sistema para garantizar la sincronización precisa entre todos los sistemas de telecomunicaciones, así como para mostrar información de tiempo para los pasajeros y el personal de operación del metro. El sistema se basa en la tecnología IP y utiliza protocolos NTP para garantizar una información coherente y fiable.

- Sistema Integrado de Control de Comunicaciones:

El sistema de control integrado se compone de dispositivos de hardware y aplicaciones de software que permiten la gestión de los subsistemas como ECP, PSIS (PID + PA), circuito cerrado de televisión. El sistema utiliza las dos redes principales para establecer una conexión con las estaciones (red multiservicio de transmisión de datos) y vehículos (DCS). Su explotación es crítica para el servicio y el correcto funcionamiento de todos los subsistemas que se conecten vía comunicaciones informáticas entre sí, con sistemas de alto nivel, con el SCADA y con los equipos informáticos adicionales del PCO.

- Subsistema de radiocomunicaciones (radio tierra tren):

El sistema de radio Tetra es un sistema de comunicación digital muy utilizado en el ferrocarril, y especialmente metropolitano y de cercanías recientemente. Opera en las bandas de los 400 MHz y su función principal es la comunicación de voz y datos entre los trenes y el PCO, así como otros usuarios a través de radioteléfonos portátiles (por ejemplo, el personal de mantenimiento) y los operadores de los centros de control. El sistema está diseñado de acuerdo a los altos estándares de fiabilidad y escalabilidad para permitir la expansión futura. El sistema es totalmente redundante y se entrega dentro de las áreas subterráneas de la estación, a lo largo de la ruta del metro (interna / externa), en los túneles y en los vehículos de mesa a través de radios móviles. Permite un elevado tipo de llamadas: llamadas específicas a un número o un tren, llamadas de grupo, llamadas de emergencia, etc. Dispone de un sistema de espera de llamadas que permite priorizar las mismas, lo que es extremadamente útil en situaciones adversas asociadas a incidentes o accidentes en donde existe nerviosismo y muchos operadores quieren hablar. El sistema puede conectarse con otros sistemas basados en la tecnología Tetra y se puede conectar a otras redes, tales como la radio (policía, bomberos, ambulancias, protección civil, etc).

- Sistemas de Información al Público:

El sistema de información al público y de emisión de avisos se soporta sobre varios sistemas y funcionalidades (información sobre los trenes, información del servicio, etc.)

El sistema es administrado por los centros donde se controlan los ordenadores centrales y es parametrizable. El sistema utiliza las dos redes principales para establecer una conexión con las estaciones de la red de servicios múltiples (transmisión de datos) y vehículos (DCS). El sistema está diseñado para funcionar 7x24 los 365 días / año. El SPI utiliza la interfaz con el sistema de gestión del tráfico de forma automática, y será capaz de enviar mensajes en modo semi-automático (mensajes por omisión elegidas por los operadores) o manual (escrito directamente por los operadores) del PCO, que es donde normalmente se instala como Centro de información a los viajeros, dado que a menudo los mensajes a emitir se complementan y coordinan con megafonía y otro tipo de anuncios.

C.2 INSTALACIONES NO FERROVIARIAS

C.2.1 Instalación de Ventilación de estación

Se ha diseñado el sistema de ventilación de las estaciones siguiendo dos escenarios de funcionamiento. Ejercicio normal, destinado al mantenimiento de las condiciones de confort e higiene adecuadas para los pasajeros y el personal del metro; y ejercicio en situación de emergencia, esencial para la coordinación de todas las acciones disponibles para la extracción de humos producidos y asegurar las condiciones seguras para la evacuación de los usuarios.

Para estos servicios se ha previsto una central de ventilación que aloja una pareja de ventiladores axiales reversibles, es decir ambos tienen la capacidad de impulsar aire exterior a la estación y extraer aire de la estación

Ventilación en situación normal de funcionamiento

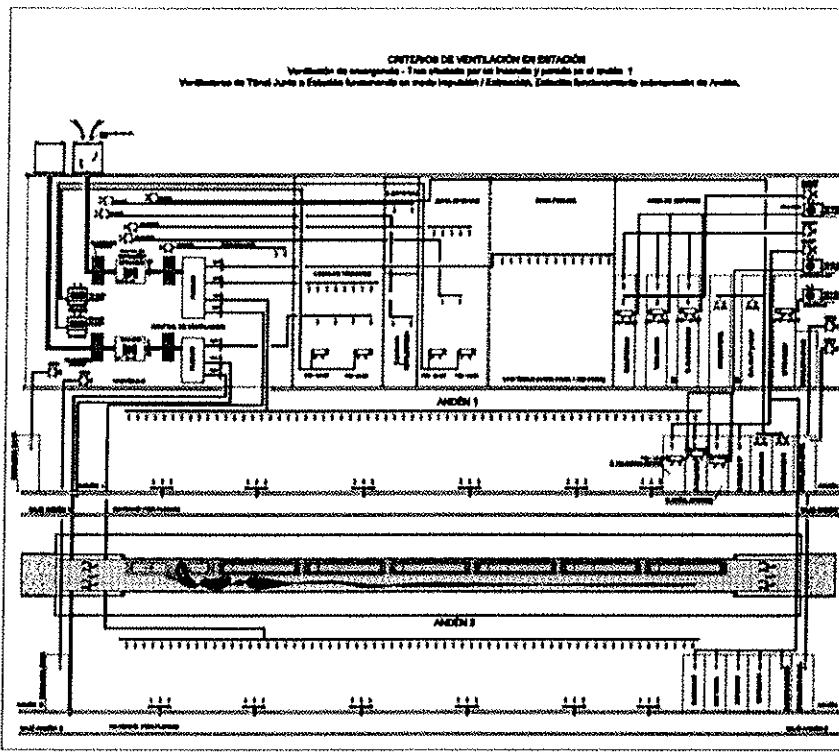
En servicio normal se realizará la impulsión de aire desde los difusores situados en el falso techo y se extraerá el aire bajo andén, de modo que uno de los ventiladores funcionará exclusivamente en impulsión y el otro en extracción.

El diseño de esta instalación ha sido diseñado de forma que se mantenga un gradiente de temperatura de 5°C como máximo respecto al ambiente exterior. Para el correcto funcionamiento del sistema se ha dotado de sondas de temperaturas colocadas en el exterior y el interior de la estación, que envían valores de temperatura de forma continua variando oportunamente los caudales de aire introducidos y extraídos, optimizando así los costes eléctricos de las instalaciones.

Ventilación en situación de emergencia por incendio

En caso de incendio el sistema de ventilación evita la propagación del humo a niveles superiores, permitiendo así la evacuación adecuada de la estación manteniendo en todo momento la seguridad de los usuarios.

En condiciones de incendio se pueden dar los siguientes escenarios:




Tren afectado por un incendio y parado en el andén

En este supuesto las puertas del andén asegurarán la impermeabilidad de los humos, siendo estos extraídos por medio del sistema de ventilación del túnel. La instalación de ventilación de la estación asegurará la sobrepresión del andén para evitar la entrada de humos impulsando desde la parte alta del andén y parando la extracción.

Incendio localizado en andén.

El incendio sería detectado por los detectores instalados en la estación y el humo sería eliminado por los sistemas de ventilación de la estación.

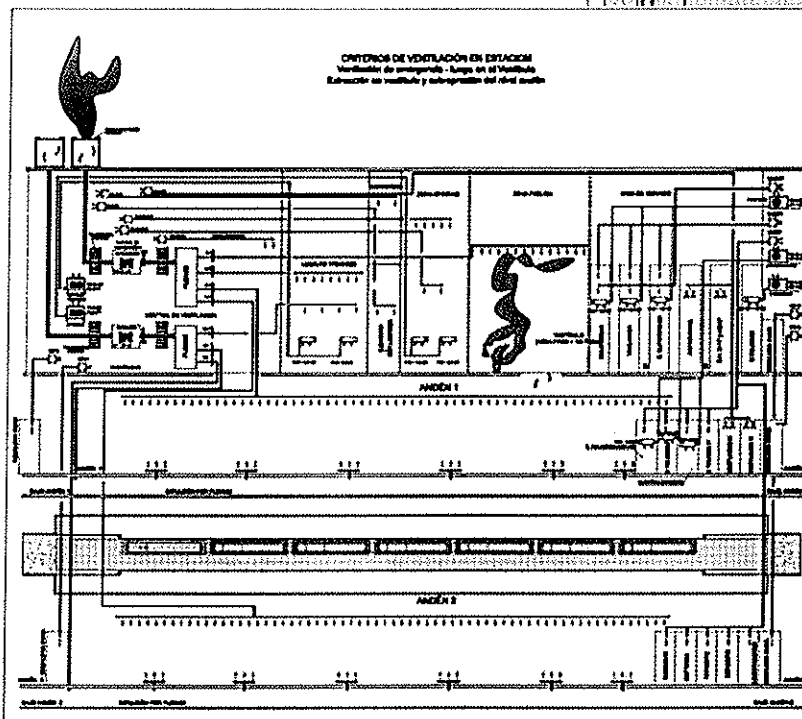
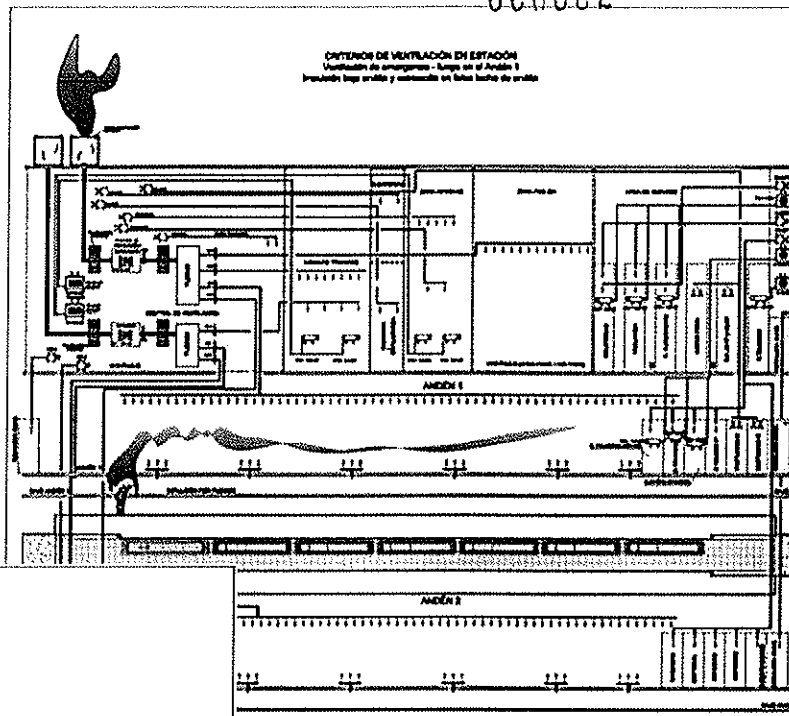

 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

000082

En estas condiciones, se revertirá el funcionamiento de los ventiladores, de manera que se producirá la extracción de los humos desde el falso techo de los andenes y se impulsará bajo andén. Los caudales de ventilación requeridos deben asegurar una renovación del aire de aproximadamente 20 vol/h, consiguiendo mantener la zona libre de humos y permitiendo así la evacuación de las personas situadas en el andén.

Incendio localizado en vestíbulo.

El incendio sería detectado por los detectores instalados en la estación y el



humo sería eliminado por los sistemas de ventilación de la estación.

La extracción de los humos se realizaría a través de los conductos de ventilación del nivel de vestíbulo. No obstante, para asegurar la adecuada evacuación de la estación y evitar que pudiera verse afectado el nivel de andén, se impulsará aire desde el plenum bajo andén, creando de este modo una sobrepresión en esta planta de la estación.

C.2.2 Instalación contra Incendios


Las estaciones estarán dotadas con los siguientes sistemas de extinción de incendios:

- Sistema de rociadores de tubería mojada para las escaleras mecánicas
- Sistema de rociadores de tubería seca en el andén de las estaciones y vías.
- Sistema de rociadores de tubería mojada para el interior de puertas de andén
- Red de hidrantes en las estaciones
- Extintores de incendios

C.2.3 Sistema Hídrico Sanitario

Sistema de desagüe y drenaje

Para la instalación de saneamiento se han previsto dos sistemas, con redes independientes, para la recogida de aguas residuales procedentes de los sanitarios y un sistema de drenaje de las aguas claras de infiltración, hasta su llegada al pozo de recogida y su bombeo hasta la red de alcantarillado municipal.


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

Sistema de agua fría sanitaria

El suministro de agua potable a las diferentes estaciones será proporcionado por la red municipal mediante una acometida de DN 50 mm conectado al aljibe de almacenamiento, el cual tendrá una capacidad de almacenamiento de 1000 litros, con el fin de alimentar los distintos puntos de consumo de la estación:

- Aseos públicos y privados
- Locales técnicos
- Locales mecánicos
- Áreas públicas y otros servicios

Sistema de agua caliente sanitaria

La producción de agua caliente sanitaria se realizará mediante acumuladores de agua caliente y calentada por bombas de calor para los bloques de vestuarios de hombres y mujeres. En el caso de los aseos, el agua será calentada mediante termos eléctricos. En ambos casos la capacidad de estos acumuladores será de 80 litros.

C.2.4 Ascensores y Escaleras Mecánicas

El proyecto de las escaleras mecánicas está dimensionado para acoger aproximadamente el 80% del flujo total de pasajeros en las estaciones. Los ascensores serán proyectados con la cabina de pasajeros apta para transportar las personas que no pueden utilizar las escaleras mecánicas y las escaleras fijas (por ejemplo. personas mayores, discapacitados, personas que lleven paquetes pesados y similares).

Las dimensiones físicas de las estructuras (escaleras mecánicas y ascensores), serán coordinadas con las interferencias estructurales y arquitectónicas del proyecto y en base a los flujos de pasajeros en cada estación.

C.2.5 Instalaciones Eléctricas de estación

Suministro de Energía

La energía eléctrica proporcionada a las estaciones, para la alimentación de equipos y servicios no ferroviarios, es en media tensión, a la tensión de 20 kV 60 Hz, realizándose mediante un doble anillo que asegura el suministro en caso de fallo. La electricidad se transforma en cada una de las estaciones hasta la tensión nominal en baja tensión de 380 / 220 V, frecuencia 60 Hz, 3 fases, y neutro.

Tableros

En cada una de las estaciones se han proyectado un tablero general de baja tensión (TGBT), con doble alimentación procedente de los dos transformadores existentes.

Desde el cuadro general TGBT se alimentará a un tablero general de emergencia (TGBT-S) a través de una SAI-UPS, la cual suministrará una red de energía estabilizada.

Desde estos dos tableros generales se alimentarán al resto de cuadros secundarios de la estación, distribuidos en función de los usos y receptores: tablero de andén y túnel, cuadro bombas contra incendio, tablero de drenaje, tablero vestíbulo, tablero áreas técnicas, tablero escaleras mecánicas, tablero ascensores, tablero torniquetes y boletería, tablero ventilación.

C.2.6 Suministro e Instalación de Instalaciones No Ferroviarias

Las instalaciones eléctricas y mecánicas son una parte fundamental del sistema de metro proyectado pues su correcta instalación y funcionamiento garantizarán el máximo nivel de seguridad y confortabilidad.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

000084

El adecuado suministro de material a la obra asegurará el cumplimiento del cronograma de ejecución de los trabajos. A continuación se describen los equipos necesarios para el montaje de instalaciones no ferroviarias:

- **Ventilación y climatización:**
 - Minidumper
 - Grupo electrógeno
 - Compresor
 - Equipo de soldadura
 - Pequeño material
 - Radial
 - Taladro manual
 - Máquina rozadora
 - Escaleras

- **Conducto de climatización:**
 - Rotaflex
 - Remachadoras
 - Plegado

- **Protección contra incendios:**
 - Minidumper
 - Grupo electrógeno
 - Compresor
 - Equipo de soldadura
 - Pequeño material
 - Radial
 - Taladro manual
 - Máquina rozadora
 - Escaleras
 - Grupo de soldadura
 - Grupo de oxicorte
 - Equipo de comunicaciones
 - Equipo de topografía

- **Electricidad:**
 - Minidumper
 - Grupo electrógeno
 - Compresor
 - Equipo de soldadura
 - Pequeño material
 - Radial
 - Taladro manual
 - Máquina rozadora
 - Escaleras

- **Bandejas eléctricas o telecomunicaciones:**
 - Sierra de corte manual
 - Taladro manual
 - Desbarbadora
 - Plegadora

- **Red de Telecomunicaciones:**
 - Minidumper
 - Grupo electrógeno
 - Compresor
 - Equipo de soldadura
 - Pequeño material
 - Radial
 - Taladro manual
 - Máquina rozadora
 - Escaleras

- **Saneamiento:**

000085

- Minidumper
- Grupo electrógeno
- Compresor
- Equipo de soldadura
- Pequeño material
- Radial
- Taladro manual
- Máquina rozadora
- Escaleras
- o **Fontanería:**
 - **Minidumper**
 - Grupo electrógeno
 - Compresor
 - Equipo de soldadura
 - Pequeño material
 - Radial
 - Taladro manual
 - Máquina rozadora
 - Escaleras

Cada uno de los equipos de montaje seguirá unas instrucciones que garantizarán la máxima calidad de instalación, lo que se traducirá en un funcionamiento óptimo de las instalaciones. Se describen a continuación las Instrucciones Generales de Montaje que seguirá el Consorcio. Estas instrucciones son fruto de la dilatada experiencia del Consorcio en la puesta en servicio de este tipo de instalaciones.

A continuación, puede verse un cronograma de suministro de las instalaciones no ferroviarias, confeccionado de acuerdo al programa de trabajos descrito en el **apartado G; ANÁLISIS DETALLADO DEL CRONOGRAMA DE ENTREGA DE LAS OBRAS DEL PROYECTO.**

ESTACIONES		DESCRIPCION	SUMINISTRO
SA.	SANEAMIENTO		
SA.AF.	AGUA FRIA	Grupos de presión, tubería	4 - 8 semanas
SA.DE.	DESAGUE	Tubería, registros	4 - 6 semanas
EE.	EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO		
EE.VE.	VENTILACION	Ventiladores Conductos	14-18 semanas 6 - 10 semanas
EE.CI.	CONTRAINCENDIO	Grupos de presión, Tuberías	8-10 semanas 6 - 10 semanas
EE.EL.	ELECTRICIDAD	Media Tensión Luminarias Cableado Cuadros/Paneles eléctricos	16 - 20 semanas 12 - 16 semanas 6 - 14 semanas 8 - 10 semanas
EE.EA.	ESCALERAS Y ASCENSORES		
ES.	EQUIPAMIENTO DE SISTEMA		
ES.PC.	PUERTAS CORREDIZAS EN ADEN	Puertas	24 semanas
ES.SC.	SISTEMA DE CONTROL DE PASAJEROS	Tornos Ticketing	18 semanas 20 semanas



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



TUNELES Y OTROS MANUFACTOS + DESCRIPCION	SUMINISTRO
SUPERESTRUCTURA FERROVIARIA	

SOBRE 02. Resumen Ejecutivo

	POZOS DE VENTILACION		
	EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO		
EE.VE	VENTILACION	Ventiladores	14-18 semanas
EE.CI	CONTRAINCENDIO	Tuberías	6-10 semanas
EE.CA	CONTROL DE ACCESOS	Equipos CA	12 – 18 semanas
EE.EL	ELECTRICIDAD	Luminarias Cableado	12 – 16 semanas 6 – 12 semanas
	INTALACIONES ELECTROMECHANICAS TUNEL		
N.EL	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	Luminarias Cableado	12 – 24 semanas 6 – 20 semanas
N.CI	CONTRAINCENDIO	Tuberías	6-20 semanas

000086

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

D. DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE PROPUESTO

000087

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

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

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

- a) Para la Primera Etapa A: Un total de **cinco (5) trenes**, cuya conformación será como mínimo de seis (06) coches cada uno, con capacidad para transportar mil doscientos (1,200) pasajeros por tren, con una Capacidad Estándar de seis (06) pasajeros por metro cuadrado, a más tardar a los veinticuatro (24) meses contados a partir de la Fecha de Cierre. Durante esta Etapa se programarán trenes con una frecuencia mínima de seis (06) minutos y el horario de servicio será definido por el CONCEDENTE previa opinión del Regulador.
- b) Para la Primera Etapa B: Un total de **veinte (20) trenes**, cuya conformación será como mínimo de seis (06) coches cada uno, con capacidad para transportar mil doscientos (1,200) pasajeros por tren, con una Capacidad Estándar de seis (06) pasajeros por metro cuadrado, a más tardar a los cuarenta (40) meses contados a partir de la Fecha de Cierre.
- c) Para la Primera y Segunda Etapa: Un total de **treinta y cinco (35) trenes** para la Línea 2 y un total de **siete (07) trenes** para el Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta, cuya conformación será como mínimo de seis (06) coches cada uno, con capacidad para transportar mil doscientos (1,200) pasajeros por tren, con una Capacidad Estándar de seis (06) pasajeros por metro cuadrado, a más tardar a los cincuenta y ocho (58) meses contados a partir de la Fecha de Cierre.

Las pruebas y puesta en marcha del sistema se realizarán en diferentes fases, de acuerdo a lo indicado en el apartado L. **Memoria descriptiva de los protocolos para la ejecución de pruebas.** Para más detalle consultar el punto D.1 de la Propuesta Técnica.


D.1.1 CONFIGURACIONES DEL TREN


La configuración del tren propuesto es derivado de la plataforma HRV *service proven* (Metro Roma C, Milano L1,L2,L3, Metro Madrid) de trenes automatizados sin conductor a bordo (Nivel UITP- GoA 4) de AnsaldoBreda. A continuación se describe la configuración del vehículo. La determinación del número de coches se verificó mediante la simulación de las prestaciones en el trazado de la Línea 2 y 4. Estas simulaciones se muestran en la sección D.1.1 de la propuesta técnica y muestran que la plataforma del vehículo propuesto es capaz de cumplir con las prestaciones requeridas en el Anexo 6 en el caso de servicio continuo con 8 pasajeros / m². A continuación se describen las características principales del Material Rodante.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 

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

000088

Características del tren - Configuración de seis coches	
	
Longitud del tren	106,9 m
Número de pasajeros sentados	148
Número de pasajeros (6 pas./m ²)	1264
Número de pasajeros (8 pas./m ²)	1638
Configuración del tren	M1-R-M2-M2-R-M1 M1(2) = coche motor; R= coche remolque
Configuración de los bogies	BoBo -22 –BoBo – BoBo – 22 – BoBo
Número de bogies motores por vehículo	8
Número de convertidores de tracción por tren	4
Número de motores de tracción por convertidor	4
Número de pantógrafos	2 (1 por cada coche motor M1)
Potencia convertidores auxiliares	270 kW

Características del tren - Configuración de siete coches	
	
Longitud del tren	124,5 m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

Número de pasajeros sentados	175	
Número de pasajeros (6 pas./m ²)	1477	
Número de pasajeros (8 pas./m ²)	1913	000089
Configuración del tren	M1-R-M2-M3-M2-R-M1 M1(2,3) = coche motor; R= coche remolque	
Configuración de los bogies	BoBo -22 –BoBo – BoBo – BoBo – 22 – BoBo	
Número de bogies motores por vehículo	10	
Número de convertidores de tracción por tren	5	
Número de motores de tracción por convertidor	4	
Número de pantógrafos	3 (1 por cada coche motor M1 y M3)	
Potencia convertidores auxiliares	270 kW	

Para más detalles consulte la propuesta técnica, sección D.1 y relacionadas subsecciones.

D.1.2 VIDA ÚTIL DE LOS TRENES

La vida esperada de los trenes y en concreto de los subsistemas es la distancia o el intervalo de tiempo entre dos sustituciones sucesivas por:

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


Durante tal periodo de tiempo el conjunto/subconjunto tiene su máxima fiabilidad en la medida en que sus componentes no hayan sufrido corrosión, desgaste, límites de ciclos, envejecimiento, etc. La sustitución o revisión debe estar prevista para los sistemas/subsistemas en los que se quiere evitar que surjan fallas por fin de vida por razones vinculadas a la seguridad o bien por aspectos económicos.

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

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


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

1° nivel	2° nivel	3° nivel	Vida Esperada	
		Parabrisas	35 años 000090	
		Piezas consumibles Limpiaparabrisas	1 año	
	Pasillos de intercomunicación		8 años	
		Fuelle	12 años	
		Barra plataforma puente articulado	3 años	
	Tracción, repulsión, enganche	Acoplamiento automático	1,2*10 ⁶ km/12 años	
		Acoplamiento semipermanente entre cajas	1,2*10 ⁶ km/12 años	
Puertas	Acceso coche pasajeros	Motor de apertura	12 años	
		Relé de seguridad	6 años	
		Correa dentada	6 años	
		Piezas deteriorables mecanismo puerta	12 años	
Módulos sujetos a rotación	Bogie motor		0,6*10 ⁶ km	
	Bogie portante		0,6*10 ⁶ km	
	Ruedas eje motor		1,2*10 ⁶ km	
	Ruedas eje portante		1,2*10 ⁶ km	
	Cojinetes, cuerpos cajón chumacera		1,2*10 ⁶ km	
	Conexiones bastidor bogie/eje	Suspensión		0,6*10 ⁶ km/ 6 años
		Amortiguador primario		0,6*10 ⁶ km/ 6 años
	Conexiones bogie/caja	Barra de tracción		0,6*10 ⁶ km
		Suspensión secundaria		0,6*10 ⁶ km/ 6 años
		Amortiguador		0,6*10 ⁶ km/ 6 años
		Elementos elásticos	0,6*10 ⁶ km/ 6 años	
	Lubricador de pestaña	Tubos flexibles	6 años	
Alimentación	Pantógrafo		0,6*10 ⁶ km	
		Frotadores	100.000 km (bajo condiciones)	
		Interruptor principal de línea		1,2*10 ⁶ km
	Baterías		12 años	
Tracción	Motor de tracción		1,2*10 ⁶ km	


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

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

N.B.: En caso de vida esperada con doble indicación (distancia/tiempo), se entenderá válida la primera alcanzada. En la anterior tabla no han sido intencionalmente considerados los materiales de consumo tipo: agua, arena, lubricantes, sales desecantes, etc.

Se garantiza una vida útil de 35 años para el material rodante, siempre que se cumple con el plan de mantenimiento, los ciclos de revisión previstas y el perfil de misión.

Para más detalles, consulte la sección D.1.2 de la propuesta técnica del material rodante.

D.1.3 GALIBO

Los gálibos del vehículo se han diseñado de acuerdo con la normativa aplicable más restrictiva UNI 7360 equivalente a la UIC 505 y están descritos en el epígrafe de la Propuesta Técnica D.1.3. La UNI 7360:2010 está indicada entre las normas aplicables en el anexo 6 y es equivalente a la UIC 505-4 como una interfaz de comprobación de las obras civiles (hecho, en ambos casos es necesario garantizar una distancia mínima entre el gálibo dinámico e las estructuras).

Las razones para la aplicación de la UNI 7360:2010 con respecto a la UIC 505 son las siguientes:

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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

000032

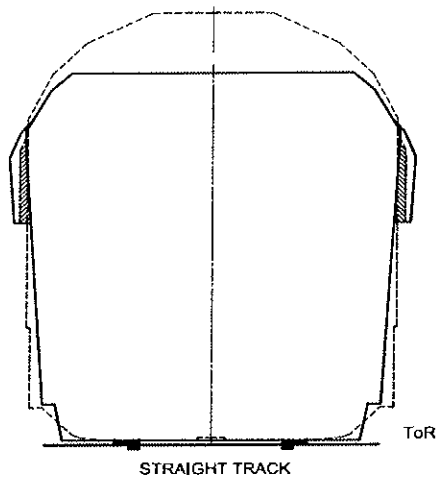


Figura 1 - Comparación entre gálibos según la UIC 505-4 y la UNI 7360:2010

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

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

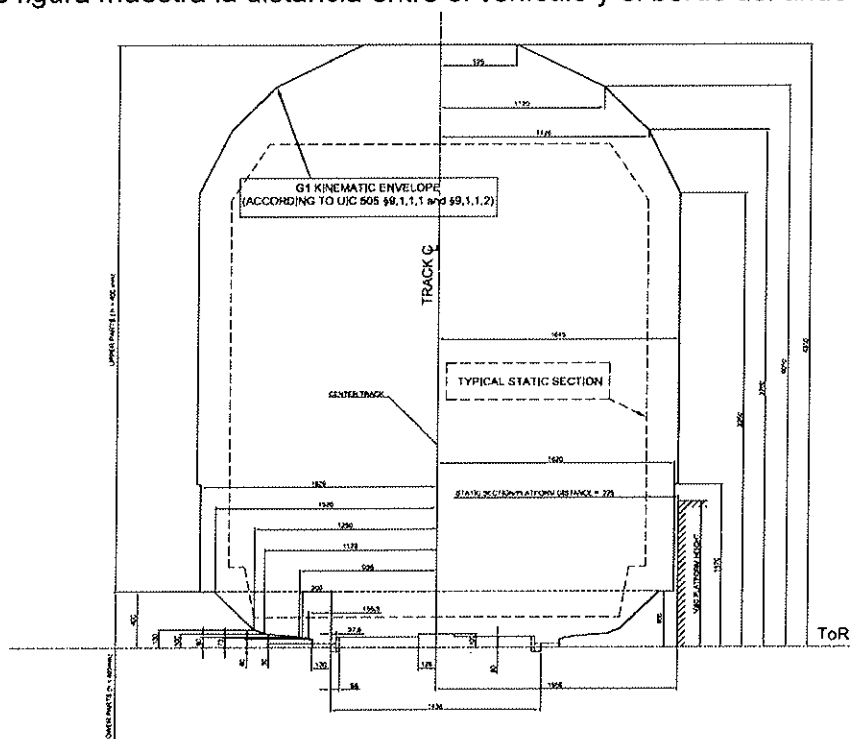


Figura 2 – distancia vehículo andén según la UIC 505-4

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

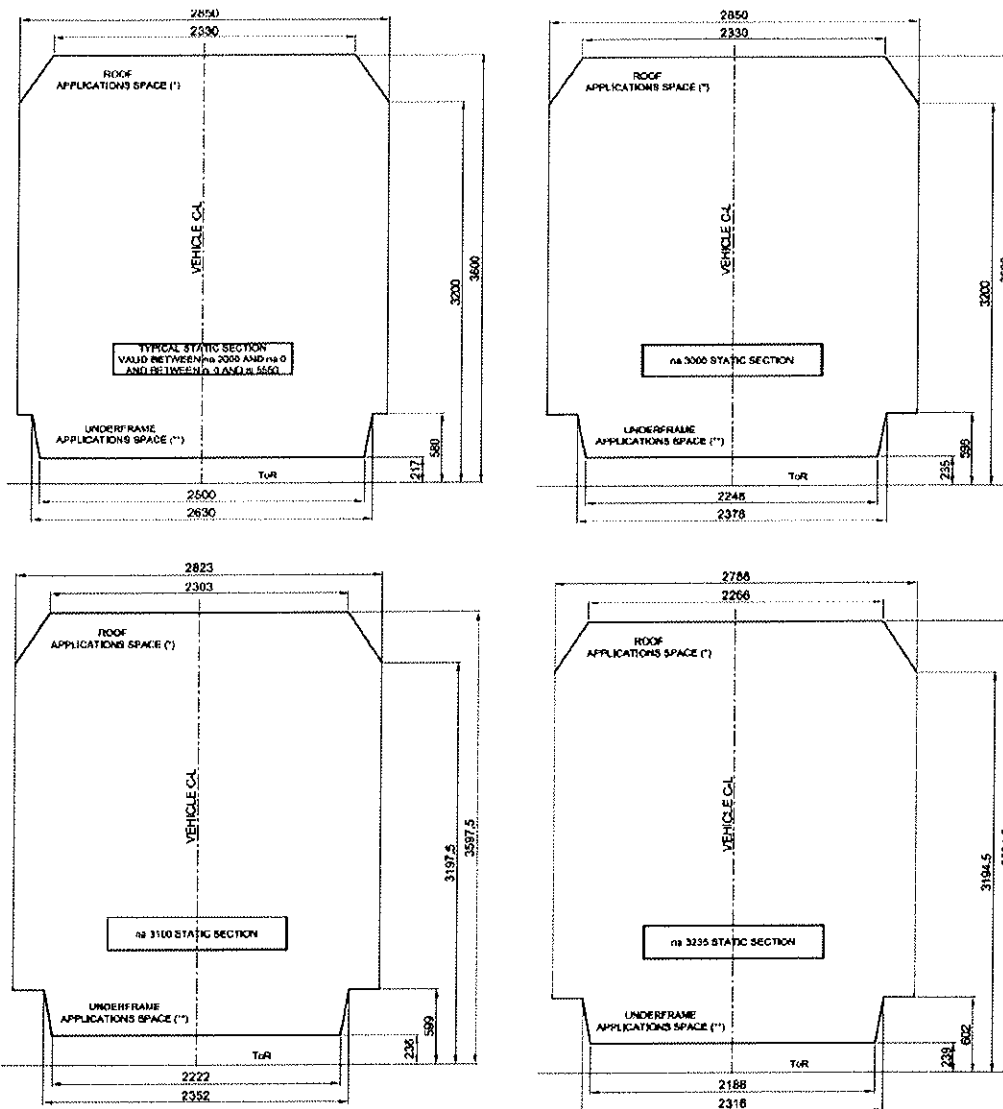



- la norma UNI 7360:2010 cumple con el punto 7.4 del Anexo 6 Especificaciones técnica básica: "... con un espaciado libre entre caja y andén de más de 5cm y menos de 10cm..." porque permite poner los andenes a solo 70 mm de distancia del tren. Consulte la sección D.1.3.2.2.5.1 y apéndices.

- La UIC 505 no es de total aplicable para vehículos de este tipo. Para respetar, por lo tanto, el requisito del anexo 6 y garantizar la seguridad de pasajeros, incluyendo a las personas con movilidad reducida, y para reducir el distanciamiento entre el vehículo y el andén entre 50 mm y 100 mm, se utilizó la norma UNI 7360:2010 (incluido entre las normas aplicable al Apéndice 3 del Anexo 6) para el diseño de las gálibos del vehículo, consistentemente con otras normas internacionales (por ejemplo, la norma ADA en Estados Unidos y la norma francés ARRETE 13 Julliet 2009). La UIC 505 aplicada estrictamente implica problemas de seguridad por las siguientes razones:
 - una mayor probabilidad de caída de las personas en el trazado debido a una muy amplia brecha
 - la posibilidad de atrapamiento de personas entre vehículo y puertas de andén debido a la distancia excesiva del vehículo desde el andén

Gálibo estático

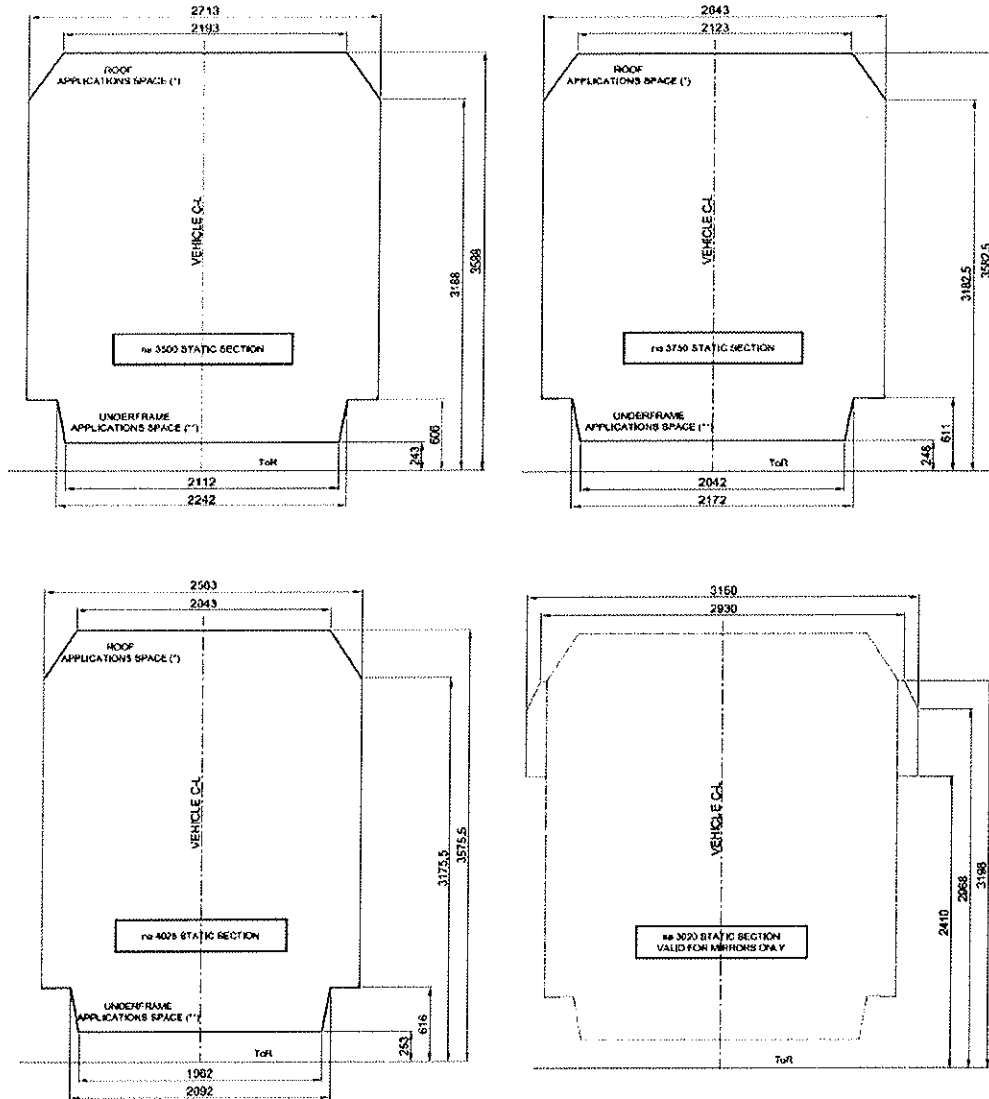
Las secciones estáticas máximas utilizadas para el vehículo propuesto se definen en los diagramas incluido en la secciones D.1.3 de la propuesta técnica y se especifican en las siguientes figuras.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL




000034



Roof applications space	Espacio para aplicaciones en techo
Vehicle	Vehículo
Typical static section	Sección estática típica
Valid between... and...	Válido entre... y...
Static section	Sección estática
Valid for mirrors only	Válido solo para espejos
Underframe applications space	Espacio para aplicaciones bajo bastidor

Gálibo dinámico

Se ha calculado el gálibo dinámico del tren tanto para tramos rectos como para curvas con distintos radios. En concreto, el estudio y los diagramas incluido en la sección D.1.3 de la propuesta técnica especifica un gálibo dinámico para tramos rectos, para radios de curva de 250 m (hoja 2/5) y detalla tres ejemplos de vehículos de carretera (en tramos rectos [hoja 3/5], en curvas de 250 m con peraltes de 150 mm [hoja 4/5] y en curvas de 250 m con peraltes de 150 mm en túnel [hoja 5/5] con el fin de definir y verificar la distancia mínima entre líneas de centro de rodadura. Asimismo, el gálibo dinámico incluye también el efecto de un radio de curva vertical de 1.500 m. Los cálculos y los diagramas de el gálibo dinámica del tren tendrán en cuenta los siguientes efectos:

- carga máxima de pasajeros;

- movimientos verticales ascendentes máximos (con desplazamientos máximos de la suspensión), incluido el grado de desnivel máximo, la desviación vertical máxima y las tolerancias del vehículo;
- movimientos verticales descendentes máximos (con desplazamientos máximos de la suspensión), incluido el desgaste vertical máximo de las ruedas, el desgaste vertical máximo del raíl, el grado de desnivel, la desviación vertical y las tolerancias del vehículo;
- movimientos laterales máximos en servicio (con desplazamientos máximos de la suspensión), incluido el desgaste lateral máximo de las ruedas, la desviación del eje vertical y las tolerancias del vehículo;
- movimiento máximo de los rodillos (con suspensiones en los topes mecánicos contrapuestos);
- desgaste vertical y lateral de los raíles.

Específicamente, todos los puntos incluidos en el cálculo y los dibujos del gálibo dinámico se recogen en el punto D.1.3 de la propuesta técnica.

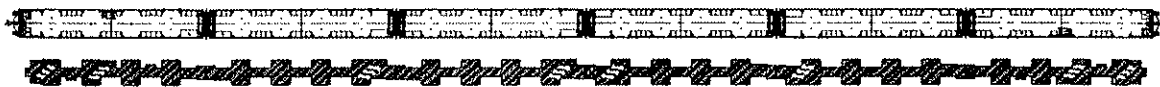
Las estructuras de la vía férrea y los obstáculos fijos deberán instalarse de manera que se deje un espacio libre de 30 mm desde la envolvente dinámica de la carrocería teniendo en cuenta la tolerancia de construcción e instalación de tales elementos.

Para el estudio de las interfaces del tren con las estructuras de vía principal, el andén y los radios de curvatura consulte la propuesta técnica del Material rodante, sección D.1.3.

D.1.4 CAPACIDAD DE TRANSPORTE DEL TREN

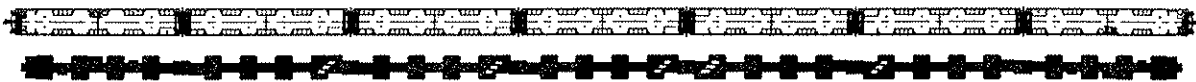
En esta sección se muestra el cálculo de la capacidad de transporte del tren. El cálculo se realiza considerando los asientos, las áreas funcionales, el número de compartimentos de equipaje y el número de áreas PMR.

Tren de seis coches – configuración básica



Coche	cantidad de coches	SENTADOS	Área PMR	Área para permanecer de pie(m ²)	Total asientos	Carga MAXIMA		SOBRE CARGA MAXIMA		SOBRECARGA EXCEPCIONALES	
						(6 pas/m ²)		(8 pas/m ²)		(10 pas/m ²)	
						DE PIE	TOTAL PASAJEROS	DE PIE	TOTAL PASAJEROS	DE PIE	TOTAL PASAJEROS
M1	2	20	1	31,07	40	186	412	249	538	311	662
R	2	27	-	31,05	54	186	426	248	550	311	676
M2	2	27	-	31,05	54	186	426	248	550	311	676
TOTAL PASAJEROS POR TREN - M1+R+M2+M2+R+M1					148	1116	1264	1490	1638	1684	2014
COMFORT RATE						11,70% (> 10% = target value)		9,00%		7,30%	

Tren de siete coches – configuración final



Coche	cantidad de coches	SENTADOS	Área PMR	Área para permanecer de pie(m ²)	Total asientos	Carga MAXIMA		SOBRE CARGA MAXIMA		SOBRECARGA EXCEPCIONALES	
						(6 pas/m ²)		(8 pas/m ²)		(10 pas/m ²)	
						DE PIE	TOTAL PASAJEROS	DE PIE	TOTAL PASAJEROS	DE PIE	TOTAL PASAJEROS
M1	2	20	1	31,07	40	186	412	249	538	311	662
R	2	27	-	31,05	54	186	426	248	550	311	676
M2	2	27	-	31,05	54	186	426	248	550	311	676
M3	1	27	-	31,05	24	186	213	248	275	311	676
TOTAL PASAJEROS POR TREN - M1+R+M2+M3+M2+R+M1					175	1302	1477	1738	1913	2177	2352
COMFORT RATE						11,80% (> 10% = target value)		9,10%		7,40%	


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

En ambas configuraciones, el número de asientos cumple el requisito mínimo de 10% en condición de carga de 6 pasajeros / m² como se requiere en el anexo 6, Especificaciones técnicas.

000036

D.1.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS TRENES

Parámetro	Valor
Velocidad máxima de diseño	90 km/h
Velocidad máxima de servicio (de crucero)	80 km/h
Trocha	1435 mm
Longitud del vehículo (en las caras del acoplador) (*)	107 m (tren de 6 coches) 125 m (tren de 7 coches)
Dimensiones de los coches:	M1: 18330 mm; M2 y R: 17570 mm
Longitud	M3: 17570 mm (7 coches)
Ancho máximo del vehículo	2.850 mm (el ancho del coche no contiene aditamentos con relación al andén)
Altura máxima del vehículo (al pantografo)	3.600 mm
Distancia mínima de aislamiento	Segun la norma EN 50124 o equivalente
Altura de piso por encima del nivel superior del carril (altura del andén = 1050 mm)	1100 mm
Longitudes entre enganches de cada coche	17570 mm
Centro de bogies: parte delantera – trasera del coche [entre pernos]	11100 mm
Diámetro de rueda	820 mm
Diámetro de rueda (máxima desgastada)	760 mm
Altura del techo con respecto al nivel superior del carril	3600 mm
Altura del piso con respecto al nivel superior del carril	1100 mm
Altura del acoplador desde la línea de centro y respecto a la cabeza del riel	910 mm
Número de puertas laterales de pasajeros	6 coches: 48 (4 por lado/coche) 7 coches : 56 (4 por lado/coche)
Número de puertas frontales	2 (1 en cada parte frontal del vehículo)
Altura libre de paso de puertas laterales	1.900 mm
Ancho libre de paso de puertas laterales	1.400 mm
Tensión nominal de línea de alimentación	1.500 Vdc
Intervalo de suministro de la Tensión de línea	1.050 VCC – 1.800 VCC
Tensión de suministro para la prestación de tracción	1.500 VCC


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

Parámetro	Valor
Tensión de suministro para prestación de frenado	1700 VCC
Consumo específico del tren en Wh/ton-Km	Conulte la sección D.1.6 del resumen y la sección D.1.1 de la propuesta técnica
Pasajeros sentados	148 (6 coches); 175 (7 coches)
Capacidad total del vehículo a CC1 (CC1=sentados + 6 pas./m ²)	1264 (6 coches) 1477 (7 coches)
Capacidad total del vehículo a CC2 (CC2=sentados + 8 pas./m ²) (*)	1638 (6 coches) 1913 (7 coches)
Confort de los pasajeros a CC1	11,7% (6 coches); 11,8% (7 coches)
Peso en condiciones de tara (CC0)	204,3 ton (6 coches); 239,6 ton (7 coches)
Peso a CC1	292,9 ton (6 coches) 343,1 ton (7 coches)
Peso del vehículo a CC2	319 ton (6 coches) 373,6 ton (7 coches)
Carga máxima por eje	15 ton

000037

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS CONFIGURACIONES DE LOS TRENES

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES, DIMENSIONES Y PRESTACIONES

Tipo de vehículo	De tipo bidireccional y conducción totalmente automática (GoA4).
Composición del tren	No está previsto que en circunstancias de funcionamiento normal se acoplen dos vehículos para componer un único tren. El acoplamiento solo es posible para tareas de rescate en situaciones de emergencia.
Estructura de absorción de energía diferenciada	El sistema de amortiguadores no regenerativos integrado en la horquilla del acoplador automático absorberá una energía de impacto para evitar daños en la estructura de la caja.
Material de construcción de la caja	Aluminio en base a perfiles extruidos
Método de fabricación	Estructura soldada. Partes no estructurales pegadas o remachadas.
Pendiente máxima para el freno de estacionamiento en CC2	5 %
Aceleración máxima en vía a nivel (carga CC2)	1,2 m/s ²
Desaceleración máxima de frenado de servicio en vía a nivel (carga CC2)	1,0 m/s ²
Desaceleración máxima de	1,0 m/s ²


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS CONFIGURACIONES DE LOS TRENES

freddo rigenerativo en vía a nivel (carga CC2)														
Desaceleración máxima en emergencia en vía a nivel ("security brake" según la norma EN 13452)	de 1,3 m/s ² hasta 1,5 m/s ²	000098												
Desaceleración máxima en SCEB or auxilio (Slide Controlled Emergency brake) – Emergencia 3 según la norma EN 13452.	1,4 m/s ² (La transición con el frenado de servicio será automático y se activa por el ATC)													
Desaceleración garantida de seguridad en vía a nivel tangencial	0,7 m/s ² de conformidad con la norma EN 13452													
Límite de jerk	1,0 m/s ³													
Disposición de los equipos	Todos los equipos están instalados bajo el piso, con la excepción de las unidades de HVAC and the pantographs. El cuadro de control auxiliar para conducción de emergencia se encuentra en un compartimento en el extremo frontal y está protegido mediante una cubierta.													
Altura interior mínima	de conformidad con la norma EN 16286-1													
Número y tipo de puertas laterales	Correderas, herméticas; cuatro (4) en cada lado del coche													
Puertas de emergencia	Cubiertas por las puertas laterales de los pasajeros y las dos puertas frontales													
Nivel de ruido (El nivel de ruido admisible será medido con los equipos de ventilación y climatización apagados)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Velocidad (km/h)</th> <th>0</th> <th>45</th> <th>80</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Interior</td> <td>60 dB (A)</td> <td>65 dB(A)</td> <td>70 dB (A)</td> </tr> <tr> <td>Exterior</td> <td>60 dB (A)</td> <td>78 dB (A)</td> <td>85 dB (A)</td> </tr> </tbody> </table>		Velocidad (km/h)	0	45	80	Interior	60 dB (A)	65 dB(A)	70 dB (A)	Exterior	60 dB (A)	78 dB (A)	85 dB (A)
Velocidad (km/h)	0	45	80											
Interior	60 dB (A)	65 dB(A)	70 dB (A)											
Exterior	60 dB (A)	78 dB (A)	85 dB (A)											

2. CAJA

Características de construcción	Estructura realizada mediante el uso de la enorme tecnología de extrusión de aluminio combinada con piezas compuestas por canalizaciones estructurales y paneles soldados.
Protección anticlimber	Cada extremo del tren está equipado con una protección anticlimber realizada en correspondencia de los marcos, con la doble función de absorber parte de la energía del impacto y al mismo tiempo evitar la superposición de los coches.
Extremo frontal	La cubierta externa del extremo frontal está fabricada en Fiberglass Reinforced Plastic. La estructura está equipada con parachoques, postes de esquina y antitrepadores. Puerta frontal de evacuación de pasajeros.
Estructura del piso	Estructura de aleación ligera; soportes resistentes para piso de madera.
Amortiguadores	Instalados en el acoplador y capaces de absorber impactos para garantizar la seguridad pasiva en caso de impacto, de acuerdo a la norma EN 15227 para la categoría C-II.


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

3. SISTEMA DE ACOPLAMIENTO - ACOPLADORES

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS CONFIGURACIONES DE LOS TRENES

Tipo	Acoplador automático con cabezal eléctrico y conexiones neumáticas integradas en el cabezal del acoplador que permite el acoplamiento mecánico, neumático y eléctrico de los trenes en cualquier punto de la línea con la carga máxima, a una velocidad menor de 5 km/h.
------	--

080099

4. ASIENTOS Y CONFORT DE LOS PASAJEROS

Asientos	Material de aleación ligera. consulta la sección D.1.4 y D.1.5 de la propuesta técnica para la disposición
Areas por PMR	2 por vehículo

5. SISTEMA DE PUERTAS LATERALES

Tipo	Correderas, herméticas
Material de la hoja de puerta	Panel de sándwich con estructura panel de aluminio
Control	Relés + microprocesador
Accionador	110 VCC alimentado eléctricamente
Control de las puertas	En principio controladas por ATC. Los botones pulsadores de apertura y cierre se encuentran en el panel de conducción de emergencia. Habilitar para la apertura de puertas y la apertura de las puertas de emergencia estarán sujetos a la aprobación de la ATC.
Tiempos de apertura y cierre	3,5 s (Consistentes con el tiempo de parada en las estaciones)
Manijas de apertura de emergencia	Una (1) en cada puerta, colocadas en el panel central.

6. SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO - CLIMATIZACIÓN

Tipo	Una unidad de HVAC instalada en el imperial por coche para la climatización del mismo. Cada unidad está formada por dos secciones independientes y está dimensionada cumpliendo la norma EN 14750 y las condiciones de la ASHRAE 1997 (Para más detalles, consulte la sección D.1.5 de la propuesta técnica).
Control	De tipo microprocesador

7. SISTEMA DE ALUMBRADO

Iluminación interior de los compartimentos de pasajeros	Dos (2) tubos de iluminación longitudinales por coche.
Suministro eléctrico	Tensión de alimentación: 110 Vdc. Se instalarán en dos líneas separadas y alimentaizone independiente: un servicio para las luces y uno para las luces de emergencia. La línea de las luces de emergencia será alimentada por las baterías en condiciones de falta de tensión de alimentación primaria durante una hora.
Nivel de iluminación interior	De conformidad con la norma EN 13272.
Lámparas de techo	Dos (2) tubos de iluminación longitudinal con lámparas LED
Blindaje	Fabricado a base de policarbonato estabilizado frente a UV con superficie prismática
Iluminación externa del extremo frontal	2 faros con luz blanca y 2 faros con luz roja, con tecnología LED, conmutables automáticamente con la predisposición del sentido de marcha

8. SISTEMA DE TRACCIÓN


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS CONFIGURACIONES DE LOS TRENES

Descripción del sistema	Un convertidor por cada coche motorizado, cada uno de los cuales alimenta cuatro motores de tracción.	
Disposición del sistema	Los convertidores se encuentran bajo bastidor	000100
Tipo de convertidor de tracción	IGBT, refrigerado por corriente de aire	
Frenado dinámico	Mezcla continua mediante frenado mecánico; elementos de disipación formados por resistencias; incorpora un frenado regenerativo.	
Reóstato de frenado	Reóstato de frenado: Un (1) por convertidor de tracción	
Motor de tracción	Autoventilado, asíncrono y comprobado. Clase de aislamiento: 200. IP 55	

9. SISTEMA ELÉCTRICO

Pantógrafos	Dos (2) en la configuración básica de tren de 6 coches en cada coche motorizada M1. Tres (3) en la configuración opcional de tren de 7 coches (1 en la séptima coche M3)
Interruptor extra rápido	Un (1) interruptor extra rápido se instalará en cada coche motorizada M1 (y también en M3 para la configuración de siete coches)

9.1 EQUIPOS AUXILIARES

Convertidores auxiliares	4 por tren (2 por cada coche R) diseñados para altas prestaciones y poder operar sin restricción en caso de falla de uno de ellos.
Baterías	2 por tren, capaces de alimentar por sí solas durante 1 hora al 100% de los Circuitos Principales del tren.
Características del suministro de media tensión	Número de fase: trifásico + neutro, 4 hilos Tensión: 380 VRMS ±7% Frecuencia 60 Hz ±1%
Características del suministro de baja tensión	Tensión nominal: 110 VCC Tensión de salida continua máxima: 137,5 VCC Tensión de salida continua mínima: 77 VCC

10. BOGIES

Número de motores por bogie motor	Dos (2) instalados transversalmente
Bastidor	Rígido formado por estructuras de caja soldada
Sistema de frenado	Bogie motor: Un (1) disco interno por cada eje con accionador neumático Bogie portante: Dos (2) discos internos por eje con accionador neumático
Areneros	Controlados neumáticamente.
Lubricación de las pestañas de las ruedas	Previsto
Detector de obstáculos en línea	Previsto
Cepas limpiadoras	Opcional. En el EDI se definirá la necesidad real

11. SISTEMA DE FRENADO Y NEUMÁTICO

Tipo de sistema	Del tipo a discos ad accionamiento electroneumático Diseñado
-----------------	--



 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS CONFIGURACIONES DE LOS TRENES

	y dimensionado de acuerdo a la norma europea EN13452.
Freno de estacionamiento	Capaz de detener el vehículo en un desnivel del 5% en condiciones de sobrecarga máxima (CC2)
Freno de parada	Capaz de detener el vehículo en el desnivel máximo en línea en condiciones de sobrecarga máxima (CC2)
Areneros	Operados neumáticamente y exclusivamente en los bogies motorizados
Antideslizamiento (WSP)	Previsto

12. SISTEMA DE CONDUCCION DEL TREN

General	En los extremos del tren, los coches M1 están equipados con un panel para la conducción de modo manual con ubicación oculta y segura, para la conducción en el Patio de maniobras, el taller de mantenimiento y para condiciones degradadas y de emergencia.
Panel para la conducción de modo manual – características principales	<p>Cada panel para la conducción de emergencia se divide en las siguientes secciones:</p> <p>A- Comandos, panel de indicadores y TOD diagnóstico (Pantalla del operador del tren): este panel contiene todos los comandos las indicaciones visuales y el monitor de diagnóstico necesarios para el conductor para conducir el tren de acuerdo con los requisitos Anexo 6</p> <p>No se instalarán controles para las luces porque el vehículo es dirverless, un control manual se puede proporcionar como una opción sólo para el control de las luces de servicio.</p> <p>B – Manipolador para los comandos de tracción / frenado. En la palanca del manipulador se prevé un control de "hombre muerto" para evitar el movimiento del tren sin accionamiento manual positivo del conductor (en case de guía manual). Si se libera ese control, la propulsión se desactivará y el frenado de emergencia se aplicará inmediatamente.</p> <p>El panel B también está equipado con un selector de modo con el fin de seleccionar los diferentes modos de conducción (AUTO-ATO+ATP, ATP)</p> <p>C – El panel ATC: equipado con una unidad de visualización (gestionado por el ATC) con, al menos, la siguiente información: velocidad del vehículo, modalidad de conducción del vehículo, información de fallas de ATC, indicación de exceso de velocidad</p> <p>D - El panel para difundir anuncios en el interior del tren y para las comunicaciones con el PCO: equipado con equipos de TLC usadas para obtener todas las funciones necesarias y permitir la comunicación entre el conductor y los demás conductores, pasajeros y PCO.</p>
Cabina de conducción	La cabina de conducción y el asiento del conductor no se han previsto para la configuración básica del tren, ya que los trenes son automatizados sin conductor a bordo y la conducción manual está prevista sólo en condiciones de emergencia, según Anexo 6 ESPECIFICACIONES Técnicas. Por tanto, los paneles de conducción de emergencia están integrados en el compartimento de pasajeros y están ubicados en posición oculta y segura el extremo de cada uno de los coches M1.

13. SISTEMA DE DIAGNOSTICO


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS CONFIGURACIONES DE LOS TRENES

Monitores de diagnostico (diagnostic TODs)	Cada tren esta equipado con el sistema de diagnóstico ubicado a bordo (en los coches M1), el cual será de rápida y fácil accesibilidad de los operadores del mantenimiento o personal de emergencia. Todas las señalizaciones de diagnóstico serán disponibles en un monitor de interface especial, oportunamente protegida en el panel conducción de modo manual, a bordo de los vehículos, para permitir las verificaciones y la búsqueda de fallas directa por el personal de mantenimiento o emergencia. Los fallas serán también enviados al Posto Central.
Registrador de Eventos	Cada tren esta equipado con el registrador de eventos ("Caja Negra") y cumpla con las normas internacionales vigentes.

14. SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN A BORDO DE LOS TRENES

Cada tren está equipado con un sistema de señalización completo ATP/ATO que comprende 2 bloques principales así como unos equipos periféricos:

- a) El bloque de computación está compuesto por :
- Una plataforma de procesamiento ATP/ATO
 - Un módulo de interfaz hacia el material rodante
 - Una tarjeta responsable de la comunicación con el sistema de radio móvil, comunicación a bordo Ethernet, entrada del sensor de velocidad y mantenimiento ATP/ATO
 - Una tarjeta de taquímetro, responsable de la entrada de velocidad y aceleración
 - Una tarjeta extensora (SE) para conmutar y extender la red redundante a bordo
- b) El bloque de interfaz E/S está compuesto por
- Los módulos responsables de gestionar las E/S vitales y no vitales
 - Tarjetas de seguridad y relés no vitales para las interfaces con el material rodante
 - Equipos periféricos (radio móvil, TOD, sensores, lector de balizas)
 - Módulos de suministro de energía

- Las funciones del vehículo ATP/ATO son:
- Activación/desactivación de las funciones de mando y supervisión
 - Tests de partida
 - Modos de conducción
 - Localización a bordo (velocidad vital del vehículo y determinación de su posición)
 - Gestión del modo control
 - Protección contra colisiones
 - Protección contra sobrevelocidad
 - Supervisión de parada en estación y control de puertas
 - Controlar el desplazamiento del tren
 - Emergencia
 - Interfaz con el conductor

15. SISTEMAS DE SEGURIDAD

Las principales comunicaciones entre el puesto de mando y el borde tren son las siguientes:

- Comunicaciones de emergencia con los pasajeros mediante los telefono interfonico instalados en los coches (Emergency Call Point)
- megafonía por el puesto de mando a los pasajeros en el tren mediante el sistema de difusion sonora (Public Adress)
- información visual del puesto de mando a los pasajeros en el tren mediante el sistema paneles de indicacion (Public Information Display)
- Comunicación audio entre puesto de mando y asistente a la circulacion en el

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS CONFIGURACIONES DE LOS TRENES

	tren por mediode una consola operador en el tren.	000103
Sistemas de información a bordo	Información visual para pasajeros, mostrada en las Pantallas de Información para Pasajeros, e información audible para pasajeros, dada por el sistema de altavoces, se coordinan y complementan entre sí para guiar a los pasajeros. Los mensajes audio y vídeo son de dos tipos: LIVE: procedentes de los operadores de clinker mediante la consola ICCS automáticos: generados a bordo en función de acontecimientos procedentes dall'atc de a bordo.	
Seguridad para los pasajeros y la vigilancia – sistema de CCTV a bordo	El CCTV a bordo permitirá el monitoreo de las áreas de pasajeros del tren desde el PCO y la grabación local de imágenes de vídeo. El sistema de a bordo se compone de cámaras IP instaladas en todos los coches del tren y conectadas a la red de a bordo. Las cámaras se instalarán en todos los coches del tren con el fin de proporcionar una cobertura completa de las áreas de pasajeros. Las imágenes de vídeo se transmitirán al PCO mediante el uso de la red de banda ancha inalámbrica.	

15.1 SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS, HUMO Y GASES TOXICOS

Materiales de construcción del tren	El Material Rodante estará fabricado con materiales que cumplan con las normas aplicables a los vehículos de tipo metropolitano según las Especificaciones técnicas: UNI CEI 11170 o NFF 16-101 (equivalentes a la normas EN 45545) para salvaguardar la seguridad del personal de operación y de los pasajeros durante el desalojo de los coches.
Sistema de detección de fuego y humos	El tren estará equipado con una sistema para la detección de humo y el fuego. Los detectores de humo se instalarán en el compartimiento de pasajeros, mientras que los detectores de temperatura se proporcionarán en el cuadro para alta y media tensión. En la presencia del sistema de emergencia es capaz de detectar la posición de la presencia de humo o de exceso de temperatura y transmite esta información a la PCO, la ATC y el sistema de diagnóstico a bordo.
Extintores	Previsto

Para obtener más información, consulte las relacionadas subsecciones de la propuesta técnica.

D.1.6 PRESTACIONES DE LOS TRENES

Prestaciones de los trenes	
Velocidad máxima de diseño	90 km/h
Velocidad comercial	Consultar el punto H.2
Aceleración máxima de servicio en vía a nivel (8 pax/m ²)	1,2 m/s ²
Desaceleración en vía a nivel (8 pax/m ²) en frenado eléctrico regenerativo	1,0 m/s ²
Desaceleración máxima en emergencia en vía a nivel	de 1,3 m/s ² hasta 1,5 m/s ²


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

D.1.6.1 Curvas de propulsión y frenado en condiciones normales

Las siguientes figuras muestran el esfuerzo de tracción del tren, en configuración de 6 coches con 16 motores, como función de la velocidad del tren en la condicione de sobrecarga máxima CC2 para obtener una máxima aceleración de 1,2 m/s² y un deceleración máxima en servicio y

en frenado regenerativo de 1,0 m/s². Consulte el punto D.1.1 de la propuesta técnica para más detalles.

000104

METRO LIMA

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

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

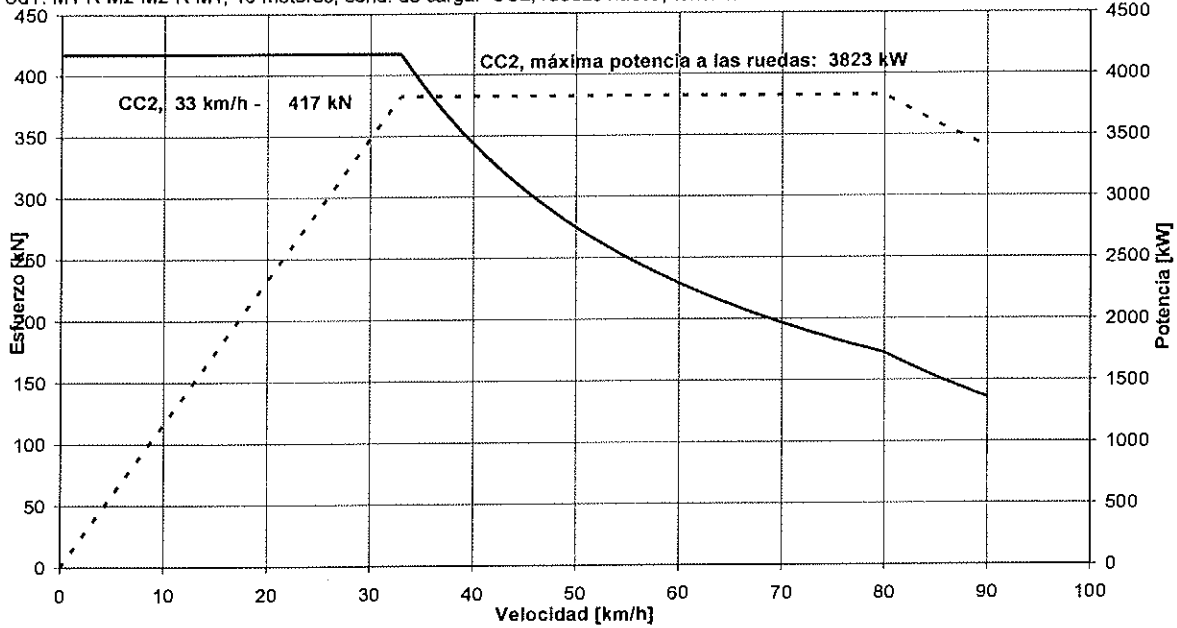


Diagrama 1

METRO LIMA

Diagrama Esfuerzo de frenado total (FTOT), electromecánico (EDB) y mecánico (EPB) / Velocidad

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

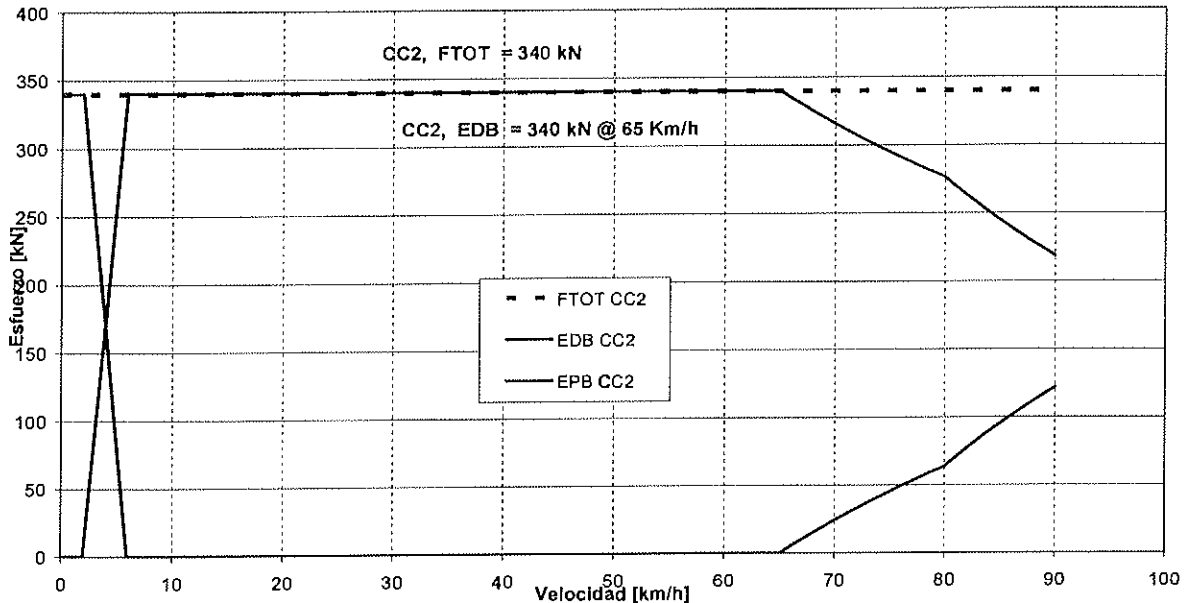


Diagrama 2


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

D.1.6.2 Frenado, curvas en modo ATP - Concepto de objetivo móvil

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

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

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

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

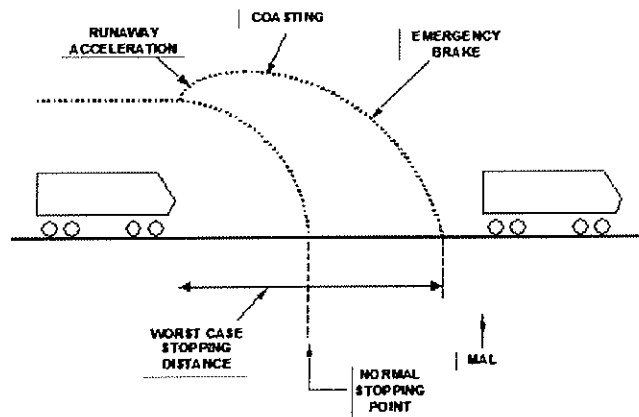


Figura: Diagrama operacional - Principio de objetivo móvil

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

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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL




000106

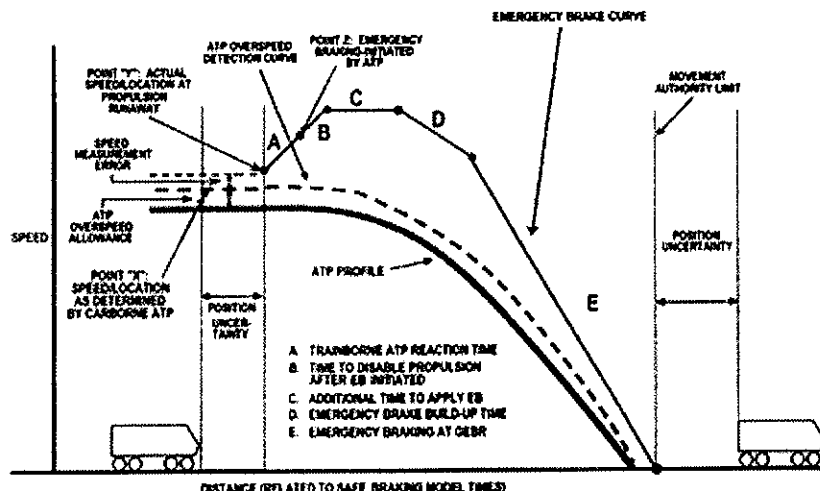


Figura: Diagrama Operacional – Modelo típico de Distancia de Frenado Seguro

D.1.6.3 Consumo Energetico

Se han calculado los consumos energéticos del tren con las siguientes variables de partida:

- Velocidad máxima de servicio 80 Km/h
- Receptividad del sistema de suministro de la línea de Tracción 100%
- Ruta 1 Línea 2: desde Puerto Callao a Municipalidad de ATE
- Ruta 2 Línea 2: desde Municipalidad a ATE to Puerto Callao
- Ruta 3 Línea 4: desde Gambetta a Carmen de la Legua
- Ruta 4 Línea 4: desde Carmen de la legua a Gambetta
- Longitud de la Línea 2 26 Km
- Longitud de la Línea 4 6.9 Km

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

Para mas detalles sobre las simulaciones, consulte la sección D.1.1 de la propuesta técnica.

D.1.7 SISTEMA DE DIAGNÓSTICO Y TRANSMISIÓN DE FALLOS DE LOS TRENES AL PCO

000107

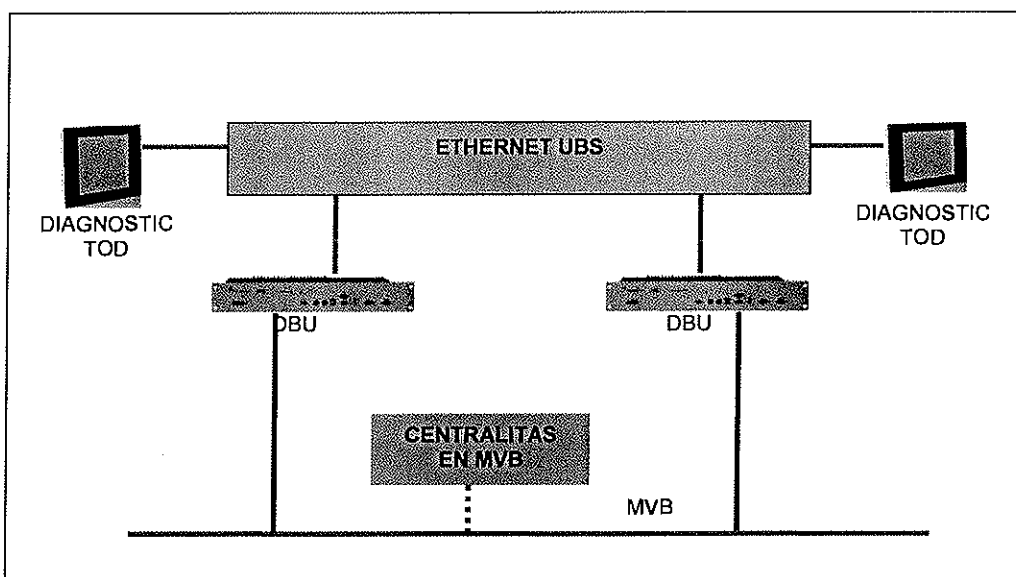
Según la "arquitectura de sistema" definida, todos los eventos y valores generados por los controladores de bordo serán manejados de la siguiente manera:

- Los eventos/valores relacionados con el equipo del vehículo (por ejemplo, puertas, motores, frenos, convertidores auxiliares, ventilación y aire acondicionado, circuito lógico del vehículo, registrador de eventos, detector de incendios, etc.) serán recolectados por el concentrador de a bordo (denominado DBU) y enviados a un servidor especial (denominado FLDC) en PCO;
- Los eventos/valores relacionados con el equipo de señalización de a bordo (por ejemplo, ATO, ATP, antenas BTM, lector de etiquetas, etc.) serán recolectados por el Controlador de a bordo (ATC) para que pueda ser disponible en el servidor de supervisión automática de los trenes (ATS) en el PCO;
- Los eventos/valores relacionados con el equipo de telecomunicaciones de a bordo (por ejemplo, PID, ECP, CCTV, Radio Tetra, etc.) serán recolectados directamente por un servidor de telecomunicación especial (denominado ICCS) en el PCO;

Toda esta información recolectada por los servidores centrales (ATS, FLDC, ICCS) se transfieren después por evento (después del cambio de estado de forma espontánea) a un sistema "recolector de datos central" general denominado Almacén de Datos (DWH). DWH administrará a partir de ese momento una base de datos de sistema de eventos y valores, que incluye los datos pertinentes para las tareas de mantenimiento, diagnóstico operativo y datos históricos para la generación de RAM y de un informe de rendimiento (por ejemplo, alarmas del operador, diagnóstico de funcionamiento, estado necesario para el cálculo de disponibilidad de servicio, comandos impartidos, medidas y contadores significativos).

El sistema de monitoreo y diagnóstico del tren se basa en la arquitectura estándar "MDS-ETH" de AnsaldoBreda ya en uso en otros proyectos.

La arquitectura se caracteriza por una elevada integración entre el Sistema de Diagnóstico (MDS) y el Sistema de Control del tren (TCS). En el siguiente esquema se encuentra representada la configuración del sistema. Las centralitas DBU constituyen los servidores centrales del sistema de diagnóstico y están constituidas por unidades de elaboración en formato rack 19" que se comunican con todas las centralitas de control de los varios subsistemas a través del bus MVB y el bus Ethernet.




 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

Las centralitas DBU se comunican entre sí mediante el bus Ethernet y con las dos pantallas en pupitre Diagnostic TOD (Train Operator Display) que constituyen la interfaz hombre-máquina del sistema. Las TOD son pantallas táctiles provistas de interfaz Ethernet y regulación

automática/manual de la luminosidad. Mediante el Diagnostic TOD el maquinista/responsable del mantenimiento tiene todas las informaciones necesarias sobre el estado del vehículo y de sus varios subsistemas.

El sistema de diagnóstico tiene dos modalidades de funcionamiento: la modalidad normal y la modalidad mantenimiento. La modalidad normal es la utilizada normalmente durante el ejercicio del vehículo por parte del maquinista. La modalidad mantenimiento se activa mediante la introducción de una contraseña en la TOD y permite acceder, al personal encargado, a muchas funciones adicionales incluido para indicar el detalle del sistema que ha fallado y las informaciones por le unidades que deben ser repuestas (las Line Replaceble Units). Para más detalles consulte la propuesta técnica.

000108

D.1.8 SALIDAS DE EMERGENCIA DEL TREN

D.1.8.1 Análisis de riesgos - modo degradado y de emergencia

Los riesgos asociados a las condiciones de explotación en modo degradado y/o de emergencia a nivel de sistema pueden ser determinados como los riesgos asociados a la evacuación de los pasajeros. En concreto han sido determinados los siguientes principios de gestión de las emergencias ya consolidados para sistemas GoA4 sin conductor:

Primer Principio: las detenciones y/o las paradas del vehículo a lo largo de la línea, en la medida de lo posible, deben ser evitadas. El objetivo en caso de avería es llevar el vehículo hasta la estación más cercana a su sentido de marcha, donde se podrá efectuar la evacuación de los pasajeros;

Segundo Principio: cuando no sea aplicable el primer principio, y sólo en ausencia de condiciones incontroladas (incendio/humo a bordo), el vehículo inmovilizado debe ser apartado de la línea sin recurrir al procedimiento de evacuación de los pasajeros;

Tercer Principio: en el caso en que no sean aplicables los dos principios anteriores, se debe efectuar un procedimiento de evacuación en modo asistido por el personal competente;

Cuarto Principio: en el caso en que no sean aplicables los tres primeros principios y sea necesario un rápido abandono del vehículo (presencia de incendio y de humo a bordo u otros eventos críticos), la evacuación de los pasajeros se puede efectuar sin asistencia local (principio de "autosocorro"). De todos modos resulta necesaria la intervención de terceros (brigadas de socorro).

Estos principios están garantizados por los siguientes dispositivos previstos en diferentes niveles:

- Dispositivos a Bordo del tren
- Dispositivos a lo largo de la línea–Detección de la posición del tren a lo largo de la línea
- Protocolo de seguridad para la evacuación de tren parado en línea

D.1.8.2 Propuesta de puertas frontales

El vehículo está equipado con dos (2) puertas frontales y cuatro (4) puertas por lado de cada coche para permitir la evacuación de los pasajeros en el pasillo y en la pista si es necesario y requerido por el operador. No hay obstáculos a lo largo del vehículo es posible pasar de un coche a otro sin ningún obstáculo ni puerta.

Las puertas frontales se pueden abrir mediante la tecla específica sólo por la tripulación, el personal operador o personal autorizado se produjo en caso de emergencia. La evacuación " controlada " de los pasajeros en la pista se puede lograr mediante una rampa que se puede integrar en la propia puerta. Siguiente imágenes muestran los detalles de la propuesta de diseño frontal puertas. El diseño final será congelada de acuerdo con los requisitos del operador.


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

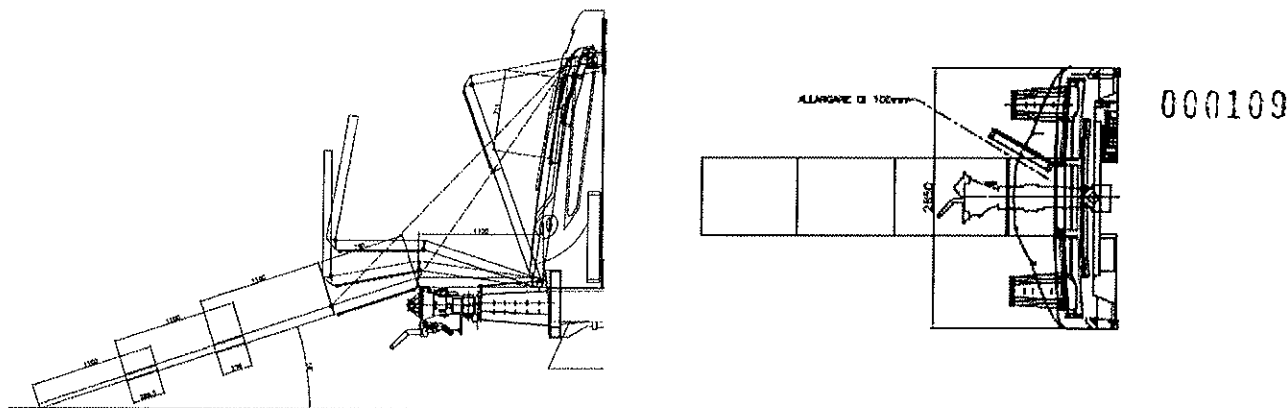


Figura – Diseño preliminar de la porta frontal

En caso de emergencia, si se detiene el tren, las puertas laterales se pueden abrir por los pasajeros al actuar las manijas de las puertas de desbloqueo de emergencia (DERH) situados en los montantes de las puertas. El propósito de las DERH es para permitir la apertura manual de la puerta en una situación de emergencia sólo si el vehículo no está en movimiento. El vehículo también puede ser evacuado a través de las ventanas laterales por medio de martillos herramientas de emergencia que se utilizan para romper las ventanas.

D.1.9 COMPOSICIÓN ESTRUCTURAL DE LAS CAJAS

Las estructuras de la caja serán proyectadas para satisfacer todos los requisitos indicados en el Pliego de Condiciones Técnicas de Metro Lima, anexo 6 – Especificaciones técnicas.

Las cajas estarán constituidas por perfiles extruidos en aleación de aluminio, elegida en el grupo 6000 (Al Si Mg). La estructura de la caja será proyectada para asegurar una vida de por lo menos 35 años, inspirándose en principios de proyecto consolidados y validados por años de servicio en proyectos parecidos, que aseguran altísimos niveles de fiabilidad. A nivel de rigidez y resistencia responderá a los requisitos estructurales de la EN12663 y de la EN15227. Las cajas serán un monocasco integral constituido por elementos unidos entre sí mediante soldadura. Los largueros, los costados y las cubiertas estarán constituidos por extruidos, como también la parte central de la losa del piso y el techo. Las cajas estarán diseñadas según una modalidad de ensamblado que, incluso con montajes acabados y en condiciones de carga máxima, garantizará la presencia de flecha longitudinal y transversal positiva de la caja.

Las cajas intermedias presentarán una configuración sustancialmente simétrica entre la parte delantera y la trasera, mientras que las cajas testero en la zona delantera tendrán una estructura de cabina destinada a acoger la posición de conducción. Las tres tipologías de caja compartirán todo lo posible las soluciones constructivas y los elementos constitutivos.

La estructura de la caja estará dimensionada para lo relativo a las cargas estáticas y de fatiga (sobrecarga máxima y sobrecarga excepcional) de acuerdo con la EN12663, clase P-III, considerando 8 pax/m² y 10 pax/m².

Los elementos de tracción y repulsión (acoplador frontal, barras semipermanentes y acoplador intermedio) estarán proyectados para despegarse de las cajas o de todos modos colapsar en modo controlado con el fin de garantizar una correcta intervención de los elementos de antiencaballamiento (anticlimbers). Dos diferentes tipos de absorbedores de energía estarán montados en diferentes zonas del tren: absorbedores de energía frontales, que estarán montados en la zona de la cabina y absorbedores de energía intermedios, que estarán montados en las zonas de interconexión entre las cajas. Ambos sistemas tendrán una rigidez de impacto que hará posible la correcta absorción de la energía de choque.


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL

D.1.10 CRONOGRAMA DE SUMINISTRO DEL MATERIAL RODANTE

A la Fecha de Cierre se emitirá un orden único para los trenes de la Primera y Segunda Etapa según un plano de provisión de material rodante que tiene en cuenta una continuidad de producción y de conformidad con los plazos del artículo. 6.24 del Contrato de Concesión:

- a) Para la Primera Etapa A, un total de 5 trenes, disponibles para las Pruebas de Puesta en Marcha al mes 24 desde la Fecha de Cierre;
- b) Para la Primera Etapa B , un total de 15 trenes (por tanto la Primera Etapa tendrá un total de 20 trenes) , disponibles para las Pruebas de Puesta en Marcha al mes 40 desde la Fecha de Cierre;
- c) Para la Segunda Etapa, un total de 22 trenes, disponibles para las Pruebas de Puesta en Marcha al mes 58 desde la Fecha de Cierre (por tanto la Primera y Segunda Etapas tendrán un total de 42 trenes);

El programa para el suministro de material rodante está coordinado con el resto de tareas y está descrito en el epígrafe de la Propuesta Técnica D.1.10.

E. METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA PARA EL DESARROLLO DEL CONTRATO

METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES

• **TÚNELES CON TBM**

Con el fin de cumplir con el plazo de ejecución previsto para la actuación, para realizar las etapas 1 B y 2 del proyecto; el túnel se realizará mediante 2 tuneladoras (EPB y EPB MODIFICADA).

En la línea 2, la primera tuneladora (EPB) se montará en la estación de Nicolás Arriola y luego pasa a la tercera vía adjunta a la estación de Oscar Benavides y por ultimo en la estación El Quilca, la cual pertenece a la Línea 4. En la línea 2, la segunda tuneladora (EPB MODIFICADA) se montará en la tercera vía próxima a la estación de Oscar Benavides y luego en el inicio del mango de maniobras de la estación de Gambetta (Línea 4).

El paso de las tuneladoras por las estaciones se realizará en vacío, una vez estén ejecutadas las mismas.

La siguiente tabla describe los tramos ejecutados con cada tuneladora:

LÍNEA	PK INICIO	PK FINAL	TBM No	ETAPA
Línea 2	0 + 120	5+461,797	TBM 2 (EPB MODIFICADA)	2
Línea 2	6+087,401	10+342,054	TBM 1 (EPB)	2
Línea 2	10+964,284	17+421,152	TBM 1 (EPB)	1B
Línea 4	0+125,355	7+621,000	TBM 2 (EPB MODIFICADA)	2

La siguiente tabla, identifica los pozos que se ejecutaran en este proyecto:

LÍNEA	NOMBRE	PK	ETAPA	TUNEL
Línea 2	Pozo de Extracción TBM	0+000	2	TBM
Línea 2	Pozo de Ataque Óscar Benavides	5+456	2	TBM
Línea 2	Pozo de Extracción Parque Murillo	10+500	2-1B	TBM
Línea 2	Pozo de Ataque Nicolás Arriola	17+500	1B	TBM
Línea 4	Pozo Ataque Gambetta	0+125	2	TBM
Línea 4	Pozo de Ataque y Extracción Estación El Quilca	5+250	2	TBM
Línea 4	Pozo Extracción Fondo de Saco Carmen de la Legua	7+616	2	TBM


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL

Para realizar el sostenimiento y revestimiento, serán utilizados anillos de dovelas de tipo universal constituidos por 6 + 1 dovelas prefabricadas de 32 cm de espesor y 1.700 mm de longitud media.

000111

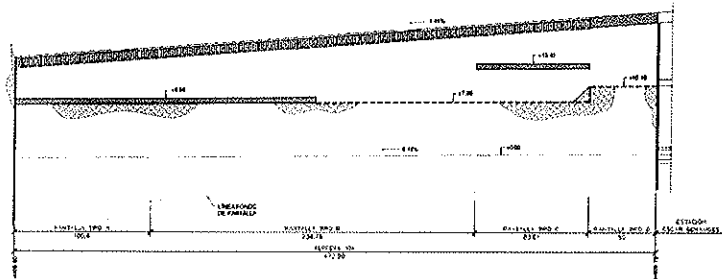
• **TÚNELES CON MÉTODOS CONVENCIONALES**

MÉTODO CUT&COVER

Las siguientes secciones de túneles se realizarán mediante el método de Cut-Cover:

LINEA	PK INICIO	PK FINAL	ETAPA	DESCRIPCION
Línea 2	5+456.80	5+931.00	2	Túnel con tercera vía
Línea 2	10+493.25	10+969.28	2	Túnel con tercera vía

El método de excavación cut&cover consiste en una excavación top-down entre pantallas y posterior cerrado mediante vigas de cubrición y capa de compresión.



En el fondo del vaciado se mantendrá el desagüe necesario, para impedir la acumulación de agua, que pueda perjudicar a los terrenos, locales o cimentaciones de fincas colindantes. Se tomarán las medidas necesarias para realizar el bombeo de agua procedente de filtraciones o cualquier causa que provoquen las excavaciones realizadas. Se dispondrá de un sistema de bombeo formado por pozos profundos.

MÉTODO NATM

Las siguientes secciones se realizan mediante túnel en mina (NATM) es decir, realizando la excavación mediante medios mecánicos convencionales y aplicando un revestimiento definitivo:

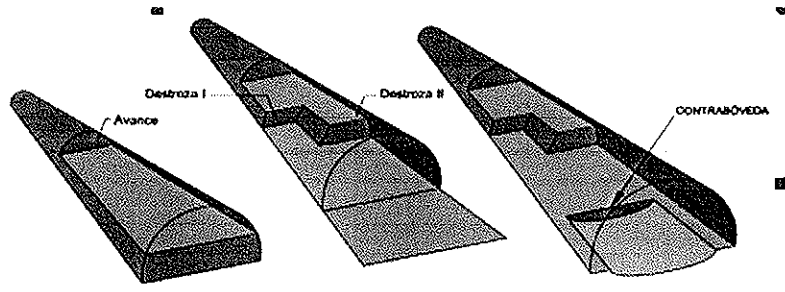
LINEA	PK INICIO	PK FINAL	ETAPA	DESCRIPCION
Línea 2	17+575,382	19+000,000	1B	Túnel en Caverna
Línea 2	23+900,000	27+045,934	1B	Túnel en Caverna
Línea 2	19+000,000	23+900,000	1A	Túnel en Caverna

La ejecución de túnel en mina se compone de las siguientes fases:

Avance: es la mitad superior de la sección del túnel (zona de bóveda). La sección de excavación de esta fase tiene una altura desde clave de 5,5 m, suficiente para la correcta movilidad de la maquinaria necesaria. Se ejecutará esta fase, en pases sucesivos, hasta calar todo el túnel.

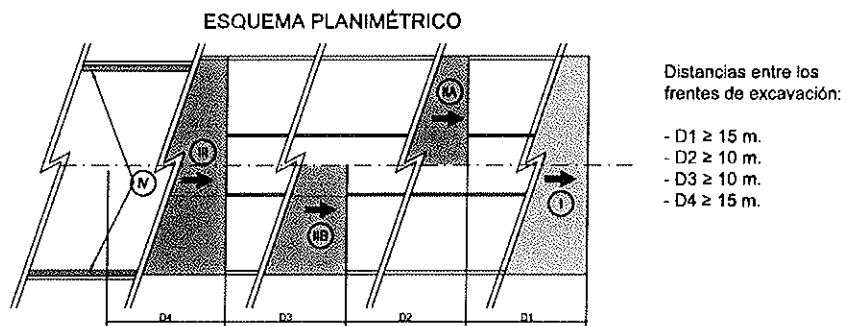

 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

Destroza: es la mitad inferior de la sección del túnel. Esta fase se comenzará con el decalaje indicado en los planos dependiendo de la tipología definida en los planos.



000112

Avance y destroza con contrabóveda



Contrabóveda: excavada bajo la destroza. Constituye la tercera fase. La contrabóveda se irá ejecutando por detrás de la destroza, de forma que se garantice la geometría final de la sección del túnel.

Sostenimiento y revestimiento: la colocación del sostenimiento previsto (hormigón proyectado y cerchas) se realizará con ayuda de plataformas elevadoras. El ciclo finaliza con el replanteo del siguiente pase de excavación. Mediante este proceso cíclico, se excavará tanto el avance como la destroza.

El revestimiento se realizará de abajo a arriba, es decir, empezando por la contrabóveda. El revestimiento definitivo se completará con hormigón armado convencional.

POZOS

La metodología constructiva de los pozos depende de la tipología de los mismos. Se distinguen los siguientes tipos de pozos:

- Pozos de ventilación lateral: excavación entre anillos.
- Pozos de ventilación cenital: Excavación entre anillos.
- Pozos de ventilación y emergencia. Cenital con nivel freático: ejecutado previamente al paso de la TBMs para la inspección de la cabeza de corte. Excavación entre pantallas.

Los siguientes pozos se ejecutarán mediante excavación con extracción vertical y hormigonado de anillos de forma secuencial. Estos pozos se describen a continuación:

- **ETAPA 1A:** PV20, PV21, PV22 y PV23.
- **ETAPA 1B:** PV19 (lateral), PV19bis, PV24, PV25, PV26 (cenitales), PV11, PV12, PV13, PV14, PV15, PV16, PV17 y PV18.
- **ETAPA 2 (Línea 2):** PV6, PV7, PV8, PV9 y PV10.

La ejecución de los siguientes pozos se realizará mediante pantallas de hormigón armado de 1,0 m de canto excavadas con cuchara:

- **ETAPA 1B:** PV19
- **ETAPA 2 (Línea 2):** PV1, PV1 bis, PV2, PV3, PV4 y PV5.
- **ETAPA 2 (Línea 4):** PV1, PV2, PV3, PV4, PV5, PV6 y PV7.

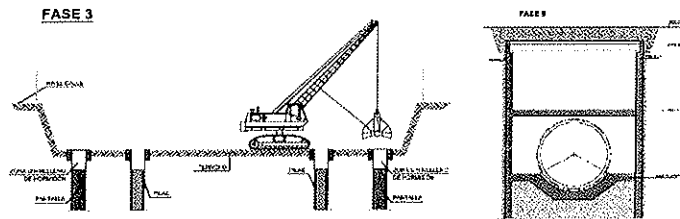
000113

ESTACIONES

El proyecto cuenta con un total de 35 estaciones, que se construirán con el método de top-down; 13 de estas estaciones se encuentran bajo el nivel freático. La estación Prolongación Javier Prado se ejecutará en Caverna con pozo vertical lateral de acceso. En los tramos se distinguen distintas tipologías: losa; vigas y Losa-viga.

Las fases de construcción que se describen a continuación son para estaciones mediante cut & cover en zona de losa-vigas tipo:

1. Acotación y preparación de la zona, cortes y/o desvíos de servicios necesarios y desbroce del terreno.
2. Excavación hasta cota inferior de dintel y posterior descabezado y/o preparación de coronación de pantalla y pilas.
3. Replanteo y ejecución de muretes guía, bataches de pantallas perimetrales y cimentación de pilas.
4. Preparación de la superficie, armado y hormigonado del dintel de la zona ancha de la estación.
5. Excavación bajo el dintel hasta cota de vestíbulo mediante rampa temporal de acceso en zona estrecha.
6. Preparación de la superficie y retirada de rampa de excavación, armado y hormigonado del vestíbulo.
7. Colocación de vigas prefabricadas en dintel de zona estrecha y ejecución de la capa de compresión.
8. Relleno sobre dintel de zona estrecha hasta terreno natural y restauración de los servicios afectados. Preparación de superficie, armado y ejecución de losa de andén.
9. Paso de la tuneladora.
10. Ejecución de muros y pilares metálicos del sobreandén y sobre ellos el forjado del mismo mediante placas alveolares y losa in situ.



En todas las estaciones se utilizará un sistema de cámara bufa ventilada que recoja pequeñas filtraciones; la cual se realiza mediante canaleta con mortero a pie de las pantallas realizada "in situ" e impermeabilizada con revestimiento elástico a base de copolímeros, como se muestra en la siguiente imagen:

El proyecto cuenta con un total de 35 estaciones, que se construirán con el método de top-down; 13 de estas estaciones se encuentran bajo el nivel freático. La estación Prolongación Javier Prado se ejecutará en Caverna con pozo vertical lateral de acceso. En los tramos se distinguen distintas tipologías: losa; vigas y Losa-viga.

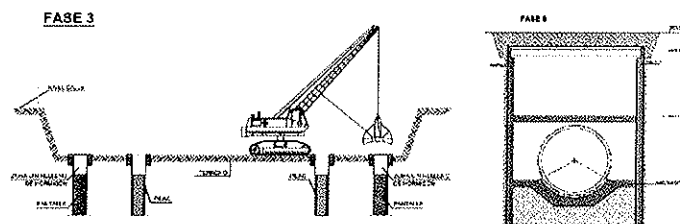


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

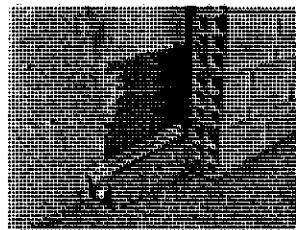
Las fases de construcción que se describen a continuación son para estaciones mediante cut & cover en zona de losa-vigas tipo:

000114

1. Acotación y preparación de la zona, cortes y/o desvíos de servicios necesarios y desbroce del terreno.
2. Excavación hasta cota inferior de dintel y posterior descabezado y/o preparación de coronación de pantalla y pilas.
3. Replanteo y ejecución de muretes guía, bataches de pantallas perimetrales y cimentación de pilas.
4. Preparación de la superficie, armado y hormigonado del dintel de la zona ancha de la estación.
5. Excavación bajo el dintel hasta cota de vestíbulo mediante rampa temporal de acceso en zona estrecha.
6. Preparación de la superficie y retirada de rampa de excavación, armado y hormigonado del vestíbulo.
7. Colocación de vigas prefabricadas en dintel de zona estrecha y ejecución de la capa de compresión.
8. Relleno sobre dintel de zona estrecha hasta terreno natural y restauración de los servicios afectados. Preparación de superficie, armado y ejecución de losa de andén.
9. Paso de la tuneladora.
10. Ejecución de muros y pilares metálicos del sobreandén y sobre ellos el forjado del mismo mediante placas alveolares y losa in situ.



En todas las estaciones se utilizará un sistema de cámara bufa ventilada que recoja pequeñas filtraciones; la cual se realiza mediante canaleta con mortero a pie de las pantallas realizada "in situ" e impermeabilizada con revestimiento elástico a base de copolímeros, como se muestra en la siguiente imagen:



PATIOS Y TALLERES

Las siguientes secciones se realizaran mediante el método de Cut-Cover:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



TRAMO	PK INICIO	PK FINAL	LINEA	DESCRIPCION
Talleres Santa Anita	23+340,00	23+455,00	2	Túnel transición
Talleres Santa Anita	23+610,00	23+750,00	2	Túnel transición
Talleres Bocanegra	2+330,00	2+450,00	4	Túnel transición
Talleres Bocanegra	2+607,37	2+720,00	4	Túnel transición
Ramales de entrada y salida a talleres				

0115

En el ramal derecho de Santa Anita se ha previsto un tramo de ramal en mina debido a la interferencia con una edificación en construcción.

a) Patio de Santa Anita. Línea 2

La construcción del patio y talleres de Santa Anita se llevará de acuerdo a la entrada en funcionamiento de la fase 1A y 2 de la línea 2 del metro.

Así para la puesta en marcha de la fase 1A será necesario haber construido los siguientes elementos:

- Ramales de acceso a los talleres desde la línea
- Taller principal de almacenamiento
- Nave de material rodante auxiliar
- Zona traspaso circulación automática-manual
- Vía de lavado de material rodante
- Vía de pruebas de material rodante
- Edificio corporativo
- Puesto de control de accesos
- Ubicación de la SER y cuartos técnicos de instalaciones
- Aparcamiento de vehículos y viales de circulación
- Zona de maniobras para vehículos en la entrega de los equipos diversos
- Parte de la playa de vías necesaria para la fase 1A

En la Fase 2 se llevará a cabo la culminación de la playa de vías reorganizando el acceso al conjunto y el esquema de recorridos internos, además de la edificación destinada a limpieza. Los recorridos internos se completarán con la creación del vial de ronda de la playa de vías y su conexión con el óvalo de la zona de Talleres y SER. A continuación se incluye el esquema del estado definitivo del patio tras la culminación de la Fase 2:

b) Patio de Bocanegra. Línea 4

En el Patio y Talleres de Bocanegra se dispondrán las siguientes áreas, edificios e instalaciones:

- Ramales de acceso a los talleres desde la línea.
- Taller principal de almacenamiento
- Nave de material rodante auxiliar
- Zona traspaso circulación automática-manual
- Vía de lavado de material rodante
- Vía de pruebas de material rodante
- Edificio corporativo
- Puesto de control de accesos


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 

- Ubicación de la SER y cuartos técnicos de instalaciones
- Aparcamiento de vehículos y viales de circulación
- Zona de maniobras para vehículos en la entrega de los equipos diversos

000116

2 vías de esta Las siguientes secciones se realizaran mediante el método de Cut-Cover:

TRAMO	PK INICIO	PK FINAL	LINEA	DESCRIPCION
Talleres Santa Anita	23+340,00	23+455,00	2	Túnel transición
Talleres Santa Anita	23+610,00	23+750,00	2	Túnel transición
Talleres Bocanegra	2+330,00	2+450,00	4	Túnel transición
Talleres Bocanegra	2+607,37	2+720,00	4	Túnel transición
Ramales de entrada y salida a talleres				

En el ramal derecho de Santa Anita se ha previsto un tramo de ramal en mina debido a la interferencia con una edificación en construcción.

c) Patio de Santa Anita. Línea 2

La construcción del patio y talleres de Santa Anita se llevará de acuerdo a la entrada en funcionamiento de la fase 1A y 2 de la línea 2 del metro.


Así para la puesta en marcha de la fase 1A será necesario haber construido los siguientes elementos:

- Ramales de acceso a los talleres desde la línea
- Taller principal de almacenamiento
- Nave de material rodante auxiliar
- Zona traspaso circulación automática-manual
- Vía de lavado de material rodante
- Vía de pruebas de material rodante
- Edificio corporativo
- Puesto de control de accesos
- Ubicación de la SER y cuartos técnicos de instalaciones
- Aparcamiento de vehículos y viales de circulación
- Zona de maniobras para vehículos en la entrega de los equipos diversos
- Parte de la playa de vías necesaria para la fase 1A

En la Fase 2 se llevará a cabo la culminación de la playa de vías reorganizando el acceso al conjunto y el esquema de recorridos internos, además de la edificación destinada a limpieza. Los recorridos internos se completarán con la creación del vial de ronda de la playa de vías y su conexión con el óvalo de la zona de Talleres y SER. A continuación se incluye el esquema del estado definitivo del patio tras la culminación de la Fase 2:

d) Patio de Bocanegra. Línea 4

En el Patio y Talleres de Bocanegra se dispondrán las siguientes áreas, edificios e instalaciones:


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

- Ramales de acceso a los talleres desde la línea.
- Taller principal de almacenamiento
- Nave de material rodante auxiliar
- Zona traspaso circulación automática-manual
- Vía de lavado de material rodante
- Vía de pruebas de material rodante
- Edificio corporativo
- Puesto de control de accesos
- Ubicación de la SER y cuartos técnicos de instalaciones
- Aparcamiento de vehículos y viales de circulación
- Zona de maniobras para vehículos en la entrega de los equipos diversos
- 2 vías de estacionamiento para la flota de unidades de tren de la línea 4

000117

SUPERESTRUCTURA DE VÍA

– EJECUCIÓN DE LA VÍA EN PLACA

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.

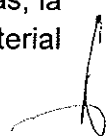
– EJECUCIÓN DE LA VÍA EN BALASTO

La playa de vías de los patios se caracteriza por la existencia de gran número de aparatos de maniobra y radios muy pequeños que originan velocidades de circulación muy bajas. Por ello, se fija la necesidad de diseñar una superestructura de vía en balasto.

Se adopta un espesor de capa de forma de 60 cm y un espesor mínimo de balasto bajo la cara inferior de la traviesa de 30 cm.

El riel será el mismo que en el resto de la línea, es decir 60 E1 y la traviesa a colocar será monobloque de ancho UIC.

En esta tipología de vías se encuadran todas las vías de estacionamiento, la vía de pruebas, la vía de inspección y todo el resto de vías hasta su acceso a las naves taller (Nave de material rodante y nave taller).


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



F. ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO EN LAS DISTINTAS FASES DEL PROYECTO

000118

El objeto de este apartado es describir la Organización y los organigramas de personal, que demostrará que el Consorcio Nuevo Metro de Lima tiene:

- Una estrategia para asegurar el suficiente personal capacitado para el desarrollo de los trabajos recogidos en el Contrato.
- La definición general de las organizaciones de los equipos para las distintas fases del Proyecto (Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento), y los niveles de responsabilidad.
- Los cambios que dicha organización requiera para adaptarse a lo largo de la duración de la Concesión a las necesidades de cada fase, así como la coordinación en las diferentes Etapas cuando se simultanean los trabajos de construcción con los de operación y mantenimiento de diferentes tramos del Proyecto.

ORGANIZACIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO

El Consorcio Nuevo Metro de Lima concurre al presente Concurso conjuntamente con las empresas de construcción, sistemas y material rodante que pertenecen a las mismas organizaciones que los socios del Consorcio. Esto garantiza una completa alineación de decisiones en las fases de diseño, construcción y puesta en servicio, y permite una organización con distribución de funciones clara y completa.

De forma esquemática:



ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO EN LAS DISTINTAS FASES DEL PROYECTO

Los Organigramas generales junto al cuadro de personal en las distintas etapas de la Concesión se establecerán de acuerdo al Plan de desarrollo de las obras:

- Fase de Diseño y Construcción
- Fase de Operación y Mantenimiento, en las diferentes Etapas del Proyecto indicadas

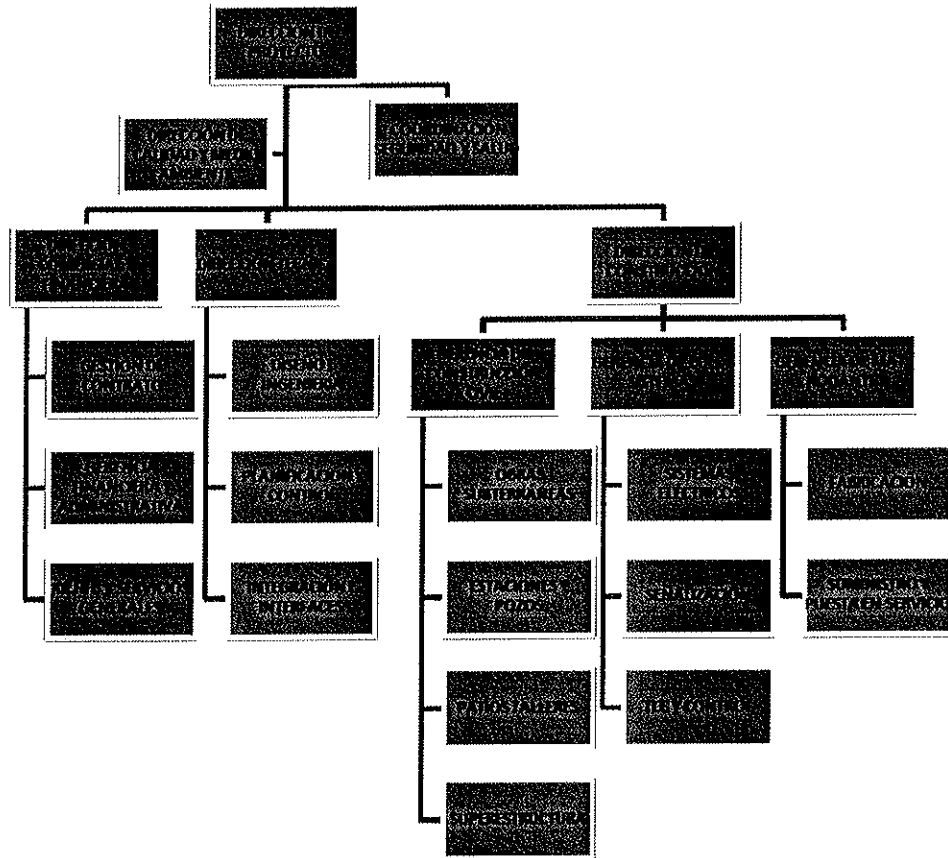
Es importante reseñar que, tal y como se expone en el apartado G. Cronograma de Ejecución de las Obras, el cumplimiento de los plazos para la puesta en servicio de las distintas Etapas indicadas en el Contrato requiere que la organización del personal atienda desde prácticamente el comienzo de las obras las tres Etapas, con sus diferentes características de procedimientos de construcción y metodologías técnicas asociadas. El éxito del Proyecto está, en buena medida, en anticipar todos los trabajos que permitan un adecuado rendimiento de los equipos de excavación subterránea, tanto con TBM como en método convencional, y en las diferentes condiciones hidrogeológicas.


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

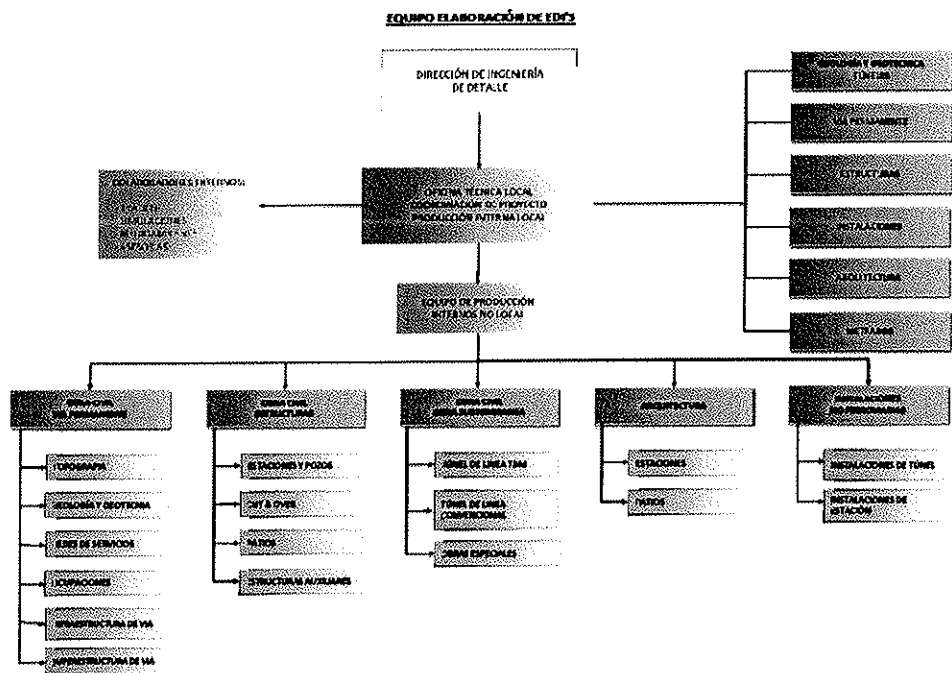
A continuación se incluyen los organigramas generales para las Fases de: Diseño y Construcción, Ingeniería (elaboración de EDI's), y Operación y Mantenimiento, que se detallan en el punto F de la Propuesta Técnica de acuerdo con el plan de desarrollado de las obras y con los cuadros de personal previsto.


000119

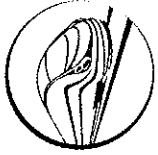
ORGANIGRAMA FASE DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN



ORGANIGRAMA DE INGENIERÍA (ELABORACIÓN DE EDI'S)



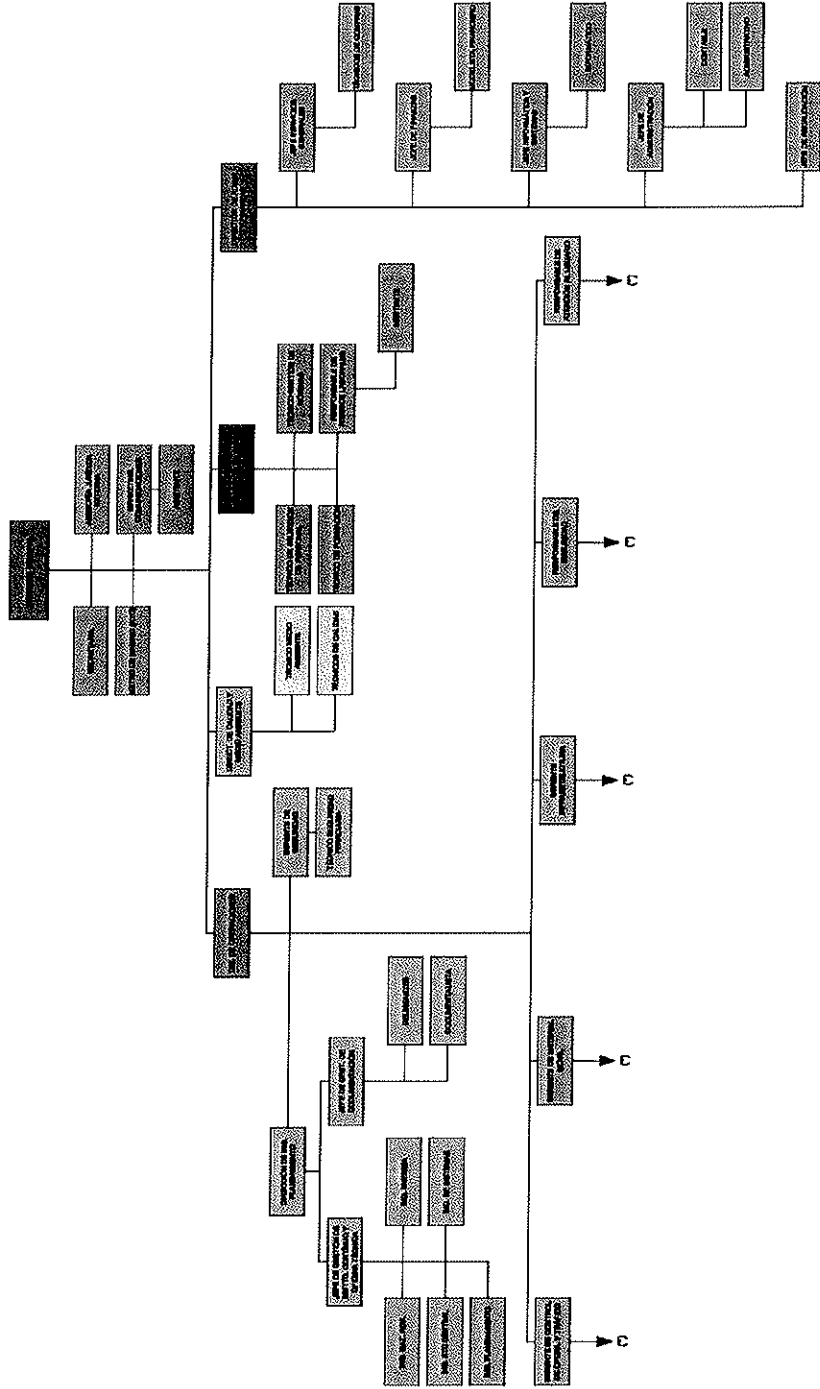

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL



ORGANIGRAMAS EN FASE DE EXPLOTACIÓN

Se adjunta Organigrama en fase de Operación Total (a partir de 2020), es decir en *plena Explotación* de la línea 2 y Ramal de línea 4, así como los Patios y Talleres de Mantenimiento de Santa Anita y Bocanegra, de Metro de Lima. Los organigramas completos se detallan en diferentes la Propuesta Técnica.

**ORGANIGRAMA FASE DE OPERACIÓN TOTAL 2020
(DEL MES 63 EN ADELANTE)**

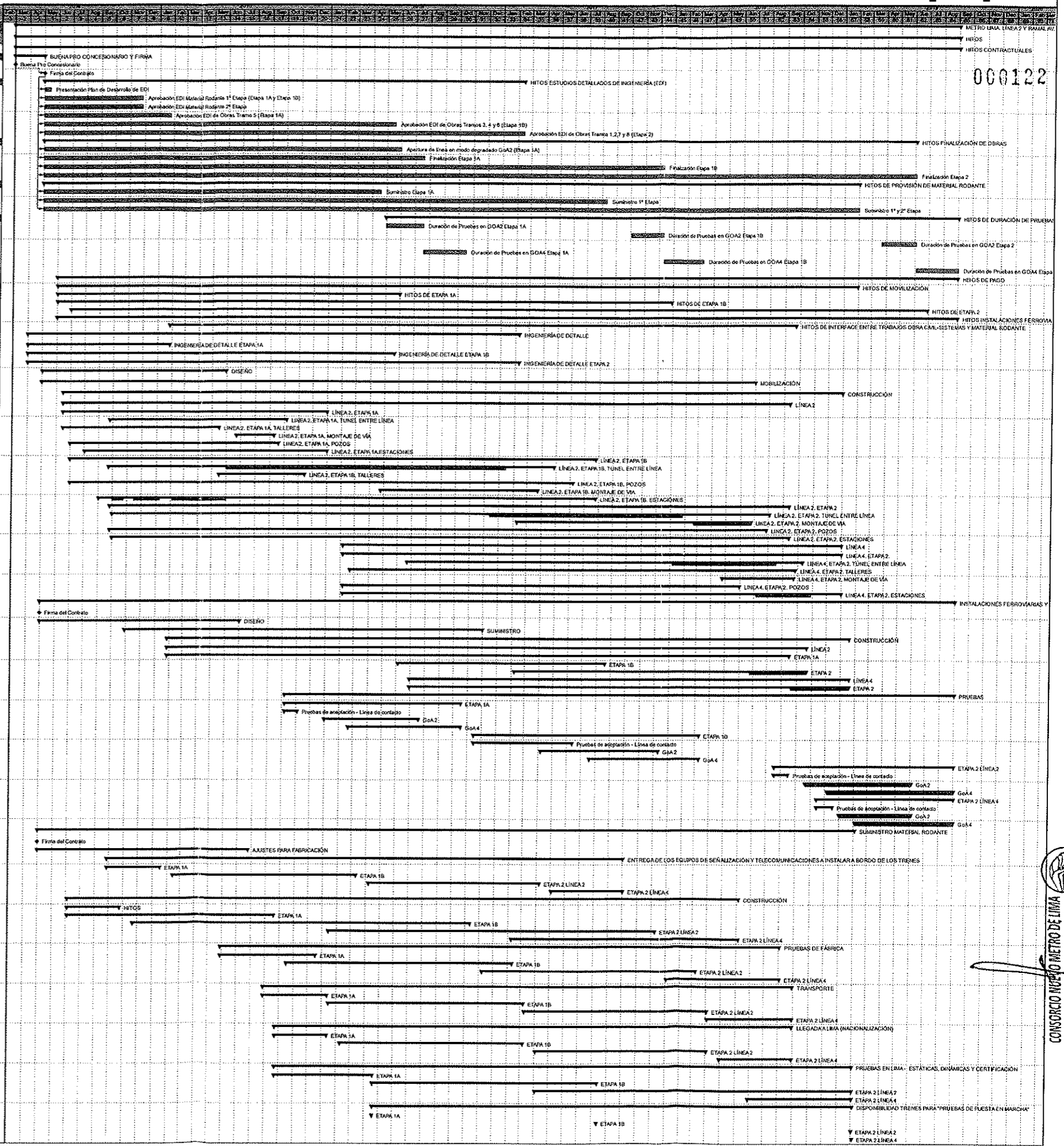


(*) VER DETALLE EN LA PROPUESTA TÉCNICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



Table with columns for activity name, start date, end date, and duration. It details various project milestones from contract signing to final delivery of trains.



000122

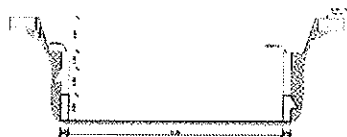
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA ALFONSO HUAYLASABE GARCIA REPRESENTANTE LEGAL

G. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

000123

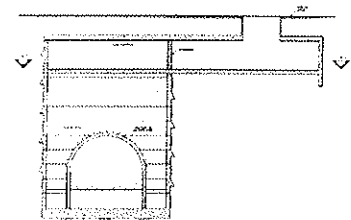
Las obras que contempla el proyecto se desarrollarán en varias etapas, de forma que se vayan poniendo en servicio diferentes sectores de las líneas: **Etapa 1A**, entre las Estaciones de Evitamiento y Mercado de Sta. Anita; **Etapa 1B**, entre Municipalidad de Ate y Plaza Bolognesi; y **Etapa 2**, entre Parque Murillo y Puerto del Callao en la Línea 2 y el ramal perteneciente a la Línea 4.

Etapa 1A



Las obras comenzarán con la ejecución de los **pozos** necesarios para iniciar el ataque de los túneles: PV20, PV21, PV22 y PV23. Se realizan mediante secciones de anillos circulares de modo

descendente para formar un recinto de trabajo para los túneles con método NATM.

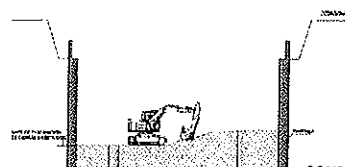
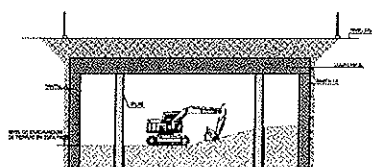


Una vez finalizados los túneles se ejecuta la estructura interior y la conexión subterránea en superficie que alberga la ventilación y salidas de emergencia, mediante pantallas.

Una vez finalizados el recinto de trabajo de cada uno de los pozos, comenzará la ejecución de los **túneles**. Serán necesarios ocho equipos, que trabajarán atacando desde los pozos en dirección a las estaciones, dos equipos saliendo de cada pozo. Los equipos 9 y 10 realizarán, respectivamente, primero un tramo anexo de la Etapa 1B (saliendo de los pozos PV19bis y PV24) y, posteriormente, las secciones contiguas a las estaciones de Evitamiento y Mercado de Santa Anita, que sirven para poder conectar con dicha etapa sin parar el servicio.

En esta etapa se ejecutarán cinco **estaciones**. Se excavarán en Cut & Cover, construyéndose de manera simultánea, para cumplir con los hitos de finalización de Etapa. Distinguimos varias tipologías, en función del tipo de cubierta que tengan: tipo losa (Evitamiento y Ovalo Santa Anita) y tipo vigas (Colectora Industrial, La Cultura y Mercado Santa Anita). Se incluyen:

- Desvíos: hasta que se finalice la cubierta y se pueda restablecer la superficie.
- Obra civil. Se incluyen en este capítulo los trabajos siguientes:
 - Ejecución de pantallas y pilas
 - Ejecución de cubierta (losa o vigas prefabricadas + capa de compresión)
 - Excavación sobre losa de vestíbulo. En el caso de tipología tipo losa, esta excavación se realizará bajo dicha losa una vez realizada ésta. En el caso de tipología de vigas, la excavación se realizará a cielo abierto, para después ejecutar la losa de vestíbulo, colocar las vigas de cubierta y realizar la capa de compresión.



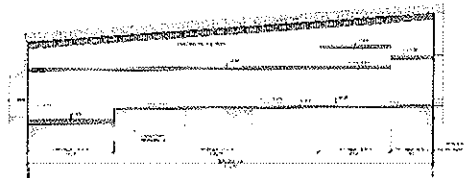
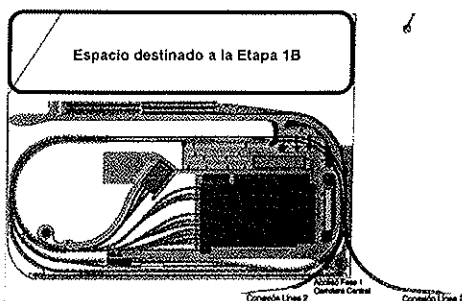
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABÉ GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL



- Ejecución de losa de vestíbulo
- Excavación bajo losa de vestíbulo
- Ejecución de losa de fondo
- Ejecución de losa de andén y estructuras interiores

- Accesos

- Arquitectura, saneamiento, equipamiento electromecánico (ventilación, sistemas, contraincendios, electricidad y escaleras mecánicas y ascensores) y equipamiento del sistema (puertas corredizas en andén)
- Inserción urbana. Una vez finalizadas las cubiertas, se podrá restablecer la superficie.



El proyecto contempla la ejecución de dos talleres: Santa Anita y Bocanegra. En esta Etapa se desarrollará el de Santa Anita, correspondiente a la Línea 2, así como la conexión con los túneles de dicha línea (mediante Cut & Cover en las zonas de pantallas o con excavaciones a cielo abierto en la zona de muros en U; en el caso del

ramal derecho, se ha previsto un tramo en mina debido a la interferencia con una edificación en construcción). Ya que se dispone de poco tiempo hasta la puesta en servicio, los trabajos de esta Etapa se centrarán en lo estrictamente necesario para la misma, dejando para la Etapa 1B el resto.

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. En esta etapa se ha planificado su ejecución con cuatro equipos.

Los trabajos de vía darán paso a las actividades relativas al **equipamiento ferroviario** en túnel, mientras que los trabajos de arquitectura e instalaciones en estaciones marcarán lo propio en las mismas. En el Patio de Santa Anita se tendrá en cuenta la disponibilidad necesaria para la llegada del **material rodante** y la realización de las pruebas. Para esta etapa se prevé el suministro de 5 trenes, tal y como exige el Contrato, estando disponibles en el mes 24 desde la Fecha de Cierre. Tras estas pruebas estáticas y dinámicas, los vehículos estarán listos para las **Pruebas de puesta en marcha**. Existe el compromiso de entregar la obra a finales del mes de mayo de 2016. En ese momento se estarán realizando pruebas, pero los trenes podrán entrar en funcionamiento en GoA2. Por tanto, la obra se considerará finalizada antes de los 810 días contados a partir de la Fecha de Cierre, tal y como exige el Contrato de Concesión. Tras este periodo de 810 días comenzarán las pruebas en GoA4.

Etapa 1B

En la zona en la que el túnel se ejecuta en mina, las obras comenzarán con la ejecución de los **pozos** necesarios para el ataque de los túneles; PV19 (lateral), PV19bis (lateral), PV24, PV25 y PV26 (cenitales). Los pozos restantes son los situados en zona de túnel ejecutado mediante tuneladora. Estos pozos, PV11, PV12, PV13, PV14, PV15, PV16, PV17 y PV18, son laterales y se irán realizando después del paso de la tuneladora.

En los tramos de **túnel en mina** (P.K. 17+575,382 - P.K. 19+000,000 y P.K. 23+900,000 - P.K. 27+045,934), tras un periodo de la implantación de los equipos en los pozos, comenzarán los trabajos. Serán necesarios 8 equipos, que provendrán de la Etapa 1A.

En esta etapa, el tramo de **túnel** que se realiza mediante la **TBM 1 (EPB)** se sitúa entre el P.K. 10+964,284 y el P.K. 17+421,152, es decir, desde la tercera vía anexa a Parque Murillo

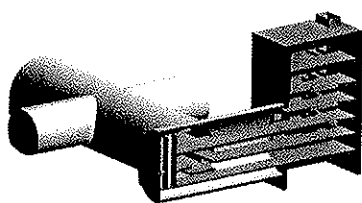
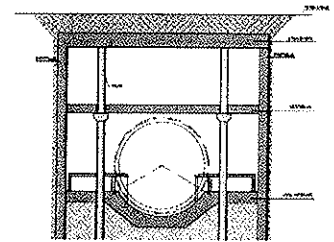
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

hasta Nicolás Arriola. El rendimiento considerado es de 14 ml/día, teniendo en cuenta el paso en vacío por cada una de las estaciones. La estación de Nicolás Arriola es pozo de ataque de tuneladora. Mientras trabaje la misma, las losas de cubierta y de vestíbulo tendrán huecos, que se cerrarán una vez concluido el trabajo de la tuneladora en este tramo y el desmontaje de la misma.

La tuneladora se extrae en la tercera vía situada entre las estaciones de Bolognesi y Murillo (PP.KK. 10+492,676 y 10+964,284), siendo necesaria la ejecución de la obra civil de este tramo antes de la extracción de la TBM. Por tanto, se han considerado incluidos en esta etapa dichos trabajos, aunque en realidad pertenecen a la Etapa 2. La ejecución de la **tercera vía** es mediante Cut & Cover. La parte de cubierta de la tercera vía que sea necesaria para la salida de la EPB se finalizará tras los trabajos de esta (hay una parte de cubierta que no se terminará, ya que será necesaria para la extracción de la tuneladora tras la ejecución del tramo comprendido entre Oscar Benavides y Parque Murillo).

En esta etapa se ejecutarán once **estaciones** subterráneas y una elevada. Todas las estaciones subterráneas, a excepción de Prolongación de Javier Prado, que se excavará en caverna, se excavarán en Cut & Cover. Las tipologías de cubierta que nos encontramos en esta Etapa son: tipo losa (Plaza Bolognesi, Central, 28 de Julio y Municipalidad de Ate); tipo vigas (Nicolás Ayllón y Vista Alegre); mixta, con losa en la parte más ancha y vigas en la parte más estrecha (Plaza Manco Capac, Cangallo, Circunvalación y Nicolás Arriola).

Las estaciones situadas en el tramo de túnel que se realiza en mina se ejecutan de manera similar a las de la Etapa 1A, es decir, con la arquitectura e instalaciones inmediatamente después de la obra civil. La obra civil de las estaciones situadas en tramo de túnel realizado con tuneladora, se ejecutará de manera escalonada, de manera que estén listas a nivel losa de fondo cuando la tuneladora tenga que pasar a través de ellas. Cuando la TBM sea extraída, tras la finalización del tramo, se podrán realizar las losas de andén de todas las estaciones. Los trabajos de arquitectura e instalaciones podrán comenzar tras el paso de la tuneladora.



La estación Javier Prado se ejecuta en Caverna con pozo vertical lateral de acceso. El pozo vertical está concebido con una construcción Top-Down, compuesto por pantallas perimetrales y losas macizas en cada nivel. Las etapas de construcción para los diferentes túneles y cavernas que forman parte de la estación subterránea, se dividen en túnel de

conexión, caverna eje de estación y túneles laterales, que se excavarán mediante método NATM.

En la Etapa 1B se llevará a cabo la culminación de la playa de vías del **Patio de Santa Anita**, reorganizando el acceso y recorridos internos, además de la edificación destinada a limpieza.

En esta etapa se ha previsto que la ejecución de la **superestructura** se realice con siete equipos. Estos trabajos, así como los necesarios en estaciones, marcarán el comienzo de la implantación del **equipamiento ferroviario**.

En esta fase 1B se prevé el suministro de los trenes 6 a 20, tal y como exige el Contrato, estando disponibles en el mes 40 desde la Fecha de Cierre. Los trenes serán llevados al patio de Santa Anita y las pruebas dinámicas se realizarán en la parte de línea realizada en las

Etapas 1A y 1B, tras las que estarán listos para las **pruebas de puesta en marcha**. La Etapa 1B concluirá a los 1320 días desde la fecha de cierre, cuando se procederá a la puesta en servicio del tramo construido en GoA2.

000126

Etapa 2 Línea 2

Las obras de ejecución de los **pozos** se irán realizando antes o después del paso de la tuneladora, según sean cenitales o laterales: los cenitales, antes, mientras que los laterales pueden ser realizados después.

Las zonas con **tercera vía** son las situadas entre los PP.KK. 5+461,797 y 5+933,400 (anexa a Óscar Benavides) entre los PP.KK. 10+492,676 y 10+964,284 (anexa a Parque Murillo). Parte de la ejecución de una de ellas se incluyó en la Etapa 1B.

La tercera vía anexa a Oscar Benavides se utiliza como pozo de ataque de la TBM 2, por lo que se dejará sin cubrir una parte hasta el desmontaje de la tuneladora. Por otra parte, como ya dijimos en la Etapa 1B, la tercera vía anexa a Parque murillo se utiliza para el desmontaje de la tuneladora TBM 1 tras la finalización de los tramos que ejecuta en las Etapas 1B y 2, por lo que la cubierta de vigas se realizará en tres fases.

Esta etapa incluye ejecución de **túneles** con 2 tuneladoras: TBM 1 (EPB), que trabaja desde el P.K. 6+087,401 hasta el P.K. 10+342,054, procedente de la fase 1B, y TBM 2 (PBM), que trabajará desde el P.K. 5+461,797 hasta el inicio, con un rendimiento de 12 ml/día. La tuneladora que realiza el tramo entre Oscar Benavides y tercera vía de Murillo (10+492,676 - 10+964,284), **TBM 1**, se introduce por la estación de Oscar Benavides, por lo que esta estación se construirá de manera similar a la descrita para Nicolás Arriola. La **TBM 2**, que ejecuta el túnel entre Benavides y Callao, se introduce por la tercera vía adjunta a la estación (5+461,797 - P.K. 5+933,400). El final del tramo es el mango de maniobras de la estación de Puerto del Callao, donde es necesario realizar un pozo de extracción, Cut & Cover.

En esta etapa se ejecutarán once **estaciones**; tipo losa (Puerto del Callao, Buenos Aires, Juan Pablo II, Insurgentes, Carmen de la Legua-L2, Oscar Benavides, Elio y Tingo María) y tipo mixta (San Marcos, La Alborada y Parque Murillo). El esquema de ejecución de estas estaciones es similar al descrito para la Etapa 1B (zona de ejecución de tuneladora).

En esta etapa se ha previsto que la ejecución de la **superestructura** se realice con tres equipos, tras los que se realizan las **instalaciones ferroviarias y electrificación** en túnel.

Para la Etapa 2 de la Línea 2 se prevé el suministro de los trenes 20 a 35, estando disponibles en el mes 58 desde la Fecha de Cierre. Los trenes serán llevados al patio de Santa Anita y las pruebas dinámicas se realizarán en la parte de línea realizada en las Etapas 1A y 1B, tras las que estarán listos para las pruebas de puesta en marcha. La Etapa 2 (L2) finalizará a los 1860 días desde la Fecha de Cierre, cuando se procederá a la puesta en servicio del tramo en GoA2.

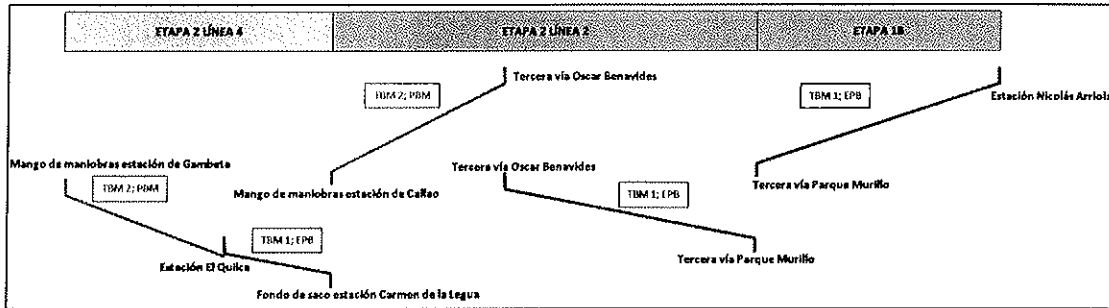
Etapa 2 Línea 4

Los **pozos** se ejecutarán antes del paso de la tuneladora. En esta línea los **túneles** se realizan con 2 tuneladoras, TBM 1 (EPB), que proviene de la Etapa 2 y realizará el tramo comprendido entre la estación Quilca y el final, y TBM 2 (PBM), también procedente de la Etapa 2, que se

encarga del tramo entre el inicio y la estación Quilca. La PBM se introduce por el inicio del mango de maniobras de la estación de Gambeta, por lo que se incluye la ejecución de este pozo de ataque. La extracción se realizará por la estación del Quilca. A su vez, esta estación servirá de pozo de ataque para introducir la EPB. En conclusión, la estación de El Quilca sirve como pozo de ataque y extracción y se construirá de forma similar a Óscar Benavides y Nicolás Arriola. La EPB se extraerá por un pozo ubicado al final del fondo de saco de la estación de Carmen de la Legua.

000127

En definitiva, el esquema de tuneladoras es el siguiente:



En esta etapa se ejecutarán ocho **estaciones Cut & Cover**, todas tipo losa. El esquema de ejecución es el mismo de toda la obra.

En esta Etapa se desarrollará el **Patio de Bocanegra**, correspondiente a la Línea 4, así como la conexión con los túneles de la línea. La conexión con la línea se realizará mediante Cut & Cover en las zonas de pantallas o con excavaciones a cielo abierto en la zona de muros en U.

Se ha previsto que la ejecución de la **superestructura** se realice con cinco equipos, tras lo que se ejecutarán las **instalaciones ferroviarias y electrificación** de túneles.

Se prevé el suministro de los trenes 36 a 42, estando disponibles en el mes 58 desde la Fecha de Cierre. Los trenes serán llevados al patio de Bocanegra y las pruebas dinámicas se realizarán en la Línea 4, tras las que estarán listos para las pruebas de puesta en marcha. La Etapa 2 (L4) finalizará a los 1860 días desde la Fecha de Cierre.

H. PROPUESTA DE OPERACIÓN DEL PROYECTO

La presente propuesta se basa en la explotación de la línea 2 y Ramal Avda. Faucett – Avda. Gambetta de la línea 4 de la Red Básica del Metro de Lima y Callao, del que será un metro pesado subterráneo equipado con tecnología CBTC, con un Grado de Automatización GoA4, ajustada a los más altos estándares de calidad de servicio que en la actualidad existen en el mundo de los ferrocarriles metropolitanos. Será, por tanto, un tipo de operación que, cumpliendo todas las disposiciones relacionadas con la prestación del Servicio que se establecen en los reglamentos y Leyes y Disposiciones Aplicables, ofrecerá a los usuarios de la ciudad de Lima y su entorno y a sus visitantes, una oferta de transporte público seguro, rápido, limpio y eficiente.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



**H.1 PROPUESTA DEL MODELO DE EXPLOTACIÓN
POR BUCLES**

La propuesta de oferta de servicio se realiza para todos los días, de lunes a domingo, entre las 6:00 y entre las 23:10 o 23:40 horas (para la línea 2 y Ramal Avda. Faucett – Avda. Gambetta de la línea 4 respectivamente):

Apertura y cierre del servicio.

000128

Apertura a las 5:20 horas en la Línea 2 y a las 5:50 horas en la Línea 4; se iniciará la salida del Patio de los trenes que se van a distribuir a lo largo de la línea.

A las 5:55 horas se abrirán las cancelas de las estaciones permitiendo la entrada de los usuarios a los andenes. La apertura del servicio a los viajeros, tanto en la línea 2 como en el Ramal Avda. Faucett – Avda. Gambetta de la línea 4, se realizará todos los días a las 6:00 horas, en que tomarán viajeros todos los trenes que se hayan distribuido previamente a lo largo de las líneas.

El cierre del servicio a los viajeros se realizará en torno a las 23:40 horas en la línea 2, y en torno a las 23:10 horas en el Ramal Avda. Faucett – Avda. Gambetta de línea 4, cuando lleguen a la estación opuesta los trenes que habrán salido de cada una de las estaciones de cabecera de línea a las 23 horas.

Las estaciones se cerrarán al público una vez que haya pasado el último tren de viajeros y se haya confirmado la evacuación de todos los usuarios. Se establecerán dos servicios diferentes: uno para días laborables y sábados y otro para domingos y días festivos. No se plantea reducción de servicio durante el periodo de verano, ofertándose el mismo servicio que en el periodo de invierno.

Periodos de Horas Pico y Horas Valle.

Durante el periodo diario de explotación, y en función de la distribución horaria de la demanda prevista, se proponen diferentes periodos de explotación en los que varía la oferta de servicio:

Las Horas Pico en días laborables y sábados: en la mañana de 7:00 a 9:00 horas, en este periodo se produce la máxima demanda del día y por tanto la oferta será la mayor. En la tarde de 18:00 a 20:00 horas, siendo la oferta también elevada pero sin llegar a los valores de la mañana. Las restantes (13) horas serán Horas Valle

Las Horas Pico en domingos y festivos cubrirán el periodo de 18:00 a 20:00 horas de la tarde. El resto serán Horas Valle.

Principales características operativas propuestas, desde el punto de vista de mantenimiento y seguridad del transporte ferroviario.

En torno a las 5:00 horas en la Línea 2 y de las 5:30 horas en la Línea 4, deben estar terminados los trabajos de mantenimiento con las unidades que prestarán servicio.

Los trabajos principales de mantenimiento se realizarán entre las 24:00 y las 5:00 del día siguiente, que es cuando se prevé que estarán todas las unidades en el depósito-taller.

Durante las horas de operación durante el día, se dispone de equipos de mantenimiento que trabajarán con las unidades que no sean necesarias para el servicio comercial (según el plan de operación).

Organización prevista de Operación del proyecto.

Esta descripción se encuentra en el punto F (Organización del equipo de trabajo en las distintas fases del proyecto).

Características básicas del mantenimiento

Las características básicas del mantenimiento de todo el sistema ferroviario de forma resumida se describen más detalladamente en el Apartado I (Plan de mantenimiento de la infraestructura y del material rodante) y en el Apartado M (Memoria descriptiva del manual de operación y mantenimiento de la infraestructura y material rodante), incluyendo el Plan de formación del Personal, Plan de Seguridad y Vigilancia, Plan y Programa de Mantenimiento de todo el



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

sistema, infraestructura y superestructura ferroviaria, material rodante y otros bienes de la Concesión.

En el apartado F (Organización del equipo de trabajo en las distintas fases del Proyecto), se incluye la descripción de la organización prevista, organigramas y personal en las diferentes etapas del Proyecto.

Plan de actuación contra el FRAUDE.

000129

Se mantendrá en todo momento, a lo largo del periodo concesional, una política de lucha contra el fraude y de seguimiento y control del mismo.

La persona que comete fraude, no solo defrauda a la sociedad explotadora, sino también a todos los ciudadanos en general, que a través de sus impuestos contribuyen al sostenimiento del servicio, vía la aportación económica que la Administración realiza.

Es por ello, que en el planteamiento de operación, se han estudiado y se aportan soluciones, tanto constructivas como de operatividad e integración de sistemas y de manejo de recursos que permitan minimizarlo.

Plan de desarrollo comercial.

La memoria descriptiva del desarrollo comercial de los bienes de la concesión se describe en el punto H.11.

Explotación por bucles en la Línea 2

Las estaciones terminales e intermedias que operan de acuerdo al esquema de operación por bucles, están previstas y son compatibles para el retorno del tren de manera automática.

La configuración de aparatos de vía propuesta permitirá 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 de los dos lados de la estación. Esta configuración permitirá entrar indistintamente a cualquiera de los dos andenes ofreciendo una gran versatilidad con las distintas alternativas de operación posibles. Así, 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. Se cumplirá con los niveles de servicio.

Los estudios de demanda realizados indican que la carga de los trenes en los distintos tramos de la Línea 2 va aumentando progresivamente hasta llegar al máximo en la estación 28 de Julio en el sentido Municipalidad ATE - Puerto del Callao; y en Estación Central en el sentido Puerto del Callao - Municipalidad ATE.

En función de esta distribución de la demanda y al objeto de optimizar los costes de explotación sin penalizar sensiblemente la oferta de servicio, se plantea establecer una explotación por bucles, mejorando la oferta de servicio en los tramos de mayor demanda, lo que beneficiará al mayor número de usuarios, con las siguientes características:

Días Laborables:

Se establece un bucle en la Hora Pico de la mañana entre las estaciones de Óvalo de Santa Anita y Elio. Uno de cada dos trenes, al llegar a la estación de Elio, desalojará los viajeros y a continuación invertirá el sentido de marcha dirigiéndose hacia Municipalidad ATE. Asimismo, uno de cada dos trenes, al llegar a la estación de Óvalo de Santa Anita, desalojará los viajeros y a continuación invertirá el sentido de marcha dirigiéndose hacia Puerto del Callao.

En el resto del día se establece un bucle entre las estaciones de Óvalo de Santa Anita y Carmen de la Legua. Uno de cada dos trenes, al llegar a la estación de Carmen de la Legua, desalojará los viajeros y a continuación invertirá el sentido de marcha dirigiéndose hacia

Municipalidad ATE. Asimismo, uno de cada dos trenes, al llegar a la estación de Óvalo de Santa Anita, desalojará los viajeros y a continuación invertirá el sentido de marcha dirigiéndose hacia Puerto del Callao.

Domingos:

000130

Al no considerarse una Hora Pico en la mañana, durante todo día se establece un bucle entre las estaciones de Óvalo de Santa Anita y Carmen de la Legua. Uno de cada dos trenes, al llegar a la estación de Carmen de la Legua, desalojará los viajeros y a continuación invertirá el sentido de marcha dirigiéndose hacia Municipalidad ATE. Asimismo, uno de cada dos trenes, al llegar a la estación de Óvalo de Santa Anita, desalojará los viajeros y a continuación invertirá el sentido de marcha dirigiéndose hacia Puerto del Callao.

Tanto en los días laborables como los domingos, en las dos estaciones donde se propone el bucle se establecerá sincronización entre los trenes que continúan trayecto hacia las estaciones terminales de la línea y los que invierten la marcha, de forma que no se creen intervalos anormales. Esta sincronización (Horario Cadenciado Integrado) se realizará mediante la implantación de una malla horaria de transportes. En el ANEXO 7 se indica un ejemplo simple de malla de transporte ferroviario.

Para aquellos casos, en los que debido a incidencias en el servicio, no sea posible mantener operativa la malla horaria, se establecerán procedimientos para subsanar dichas incidencias, los cuales se incluirán en Plan de Prestación de Servicio que se propondrá antes del inicio de las Pruebas de Puesta en Marcha de la Primera Etapa A.

Los trenes que inviertan el sentido de la marcha en las estaciones donde se establece el bucle, tendrán debidamente indicado su destino, tanto para los usuarios que viajan en el tren como para los que esperan en los andenes de las estaciones.

Los viajeros de los trenes que inviertan el sentido de marcha en las estaciones donde se establece el bucle, serán debidamente informados previamente a la llegada a la estación, de la necesidad de abandonar el tren, informándoles del tiempo previsto de llegada del siguiente tren que pueden tomar.

Niveles de servicio

La oferta de servicio está calculada con el criterio de cumplir o mejorar los intervalos requeridos en el Anexo 7 del Contrato, proporcionando la capacidad de transporte necesaria para absorber la demanda esperada, para una densidad máxima por coche para los viajeros de pie, de 6 viajeros/m².

Para cada línea y etapa de puesta en explotación y para cada tipo de día y periodo del mismo, se indican:

- La demanda y la capacidad de transporte
- Los intervalos entre trenes requeridos y propuestos.
- Las velocidades comerciales resultantes con los tiempos de trayecto calculados en función de los gráficos de marcha.
- Los trenes propuestos en operación y la reserva total contemplada, esta reserva incluye los trenes en mantenimiento y la reserva operativa, así como la configuración y la capacidad de viajeros por coche, sentados y de pie con una densidad de 6 viajeros/m² y la capacidad de transporte, para los días laborables.
- La producción de trenes x km comerciales (con viajeros) y operacionales (en vacío).

Toda esta información se muestra en las siguientes tablas,

- Tabla 1 *Niveles de servicio en la línea 2 para días laborables*
- Tabla 2 *Niveles de servicio en la línea 2 para días feriados y domingos*
- Tabla 3 *Niveles de servicio en la línea 4 para días laborables*
- Tabla 4 *Niveles de servicio en la línea 4 para días feriados y domingos*




CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

Tabla 2 Niveles de servicio en la línea 2 para días feriados y domingos

Table with multiple columns for service levels (Headway, Capacity, Frequency) across different categories (Lineas, Rutas, etc.) and years (2018-2028).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA ALFONSO JUAN BASABE GARCIA REPRESENTANTE LEGAL





CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

Tabla 3 Niveles de servicio en la línea 4 para días laborables

Table with columns for years 2016-2049 and rows for various service metrics like Headway, Capacity, and Frequency. The table is organized into sections: DEMANDA, SERVICIO PROPUESTO, Buses, Frecuencia (minutos/hora), Tiempo estimo, N trenes, Flota, and V con [min].



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

H.2 TIEMPO DE VIAJE PROPUESTO

000135

H.2.1 TIEMPO DE VIAJE PROPUESTO

Para la determinación del tiempo de viaje, considerando el tiempo de viaje como el tiempo de vuelta completa, que se propone, se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- 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, concretamente en tres de ellas, se ha considerado un tiempo de parada de 40 segundos.
- 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 proponen los tiempos de recorrido que a continuación se indican, para los diversos tramos de línea que se operarán, incluyendo los bucles, y en las diferentes etapas de puesta en explotación.

Primera etapa 1A

En esta primera etapa A, que comprende los años 2016 y 2017, se pondrá en explotación el tramo de la línea 2 comprendido entre las estaciones de Evitamiento y Mercado de Santa Anita.

En esta primera etapa A, la composición de los trenes prevista es de seis coches.

El tiempo de viaje propuesto para esta primera etapa A resulta de 841 segundos (14,01 minutos). El desglose de este tiempo se indica en la Propuesta Técnica

Primera etapa 1B

En la primera etapa B, que comprende los años 2018 y 2019, se pondrá en explotación el tramo de la línea 2 comprendido entre las estaciones de Parque Bolognesi y Municipalidad ATE.

La composición de los trenes prevista seguirá siendo de seis coches.




CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL

El tiempo de viaje propuesto para esta primera etapa B resulta de 3057 segundos (50,95 minutos). El desglose de este tiempo se muestra en la Propuesta Técnica.

000136

Segunda etapa

En la segunda etapa, que comprende los años desde 2020 hasta el final de la Concesión, se pondrá en explotación la línea 2 completa (Puerto del Callao – Municipalidad ATE) y el Ramal de la Línea 4 que comprende las estaciones de Gambetta y Argentina.

Línea 2 (Años 2020 a 2030)

Entre los años 2020 y 2030 la explotación se prevé por bucles. En la Hora Pico de la mañana de los días laborables se establecerá un bucle entre las estaciones de Elio y Óvalo de Santa Anita. El resto de las horas y los domingos durante todo el día se establecerá un bucle entre las estaciones de Carmen de la Legua y Óvalo de Santa Anita.

La composición de los trenes será de seis coches.

Los tiempos de viaje propuestos para esta explotación son los siguientes:

Puerto del Callao – Municipalidad ATE: 5198 segundos (86,6 minutos).

Línea 2 (Años 2031 a 2038)

Entre los años 2031 y 2038 la explotación será continua entre Puerto del Callao – Municipalidad ATE, sin bucles, siendo la composición de seis coches.

El tiempo de viaje propuesto para esta explotación es de 5276 segundos (87,9 minutos), siendo el desglose el mismo indicado en la Tabla que se muestra a continuación.

Línea 2 (Años 2039 a final de la Concesión)

A partir del año 2039 la explotación será continua entre Puerto del Callao – Municipalidad ATE, sin bucles, siendo la composición de siete coches.

El tiempo de viaje propuesto es de 5272 segundos (87,9 minutos).

El desglose de este tiempo se indica en la Tabla que se muestra a continuación.

Línea 4

A partir del año 2020 se prevé la entrada en explotación de la Línea 4 entre las estaciones de Gambetta y Carmen de la Legua.

La composición de los trenes, durante todo el periodo de concesión, es de seis coches.

El tiempo de viaje propuesto para esta línea resulta de 1480 segundos (24,7 minutos).

H.2.2 TIEMPO DE VIAJE COMPATIBLE CON LA FLOTA PREVISTA PARA CADA ETAPA.

En las siguientes tablas se muestra los tiempos de viaje compatibles con la flota prevista para cada etapa:

- Tabla 1 Niveles de servicio en la línea 2 para días laborables
- Tabla 2 Niveles de servicio en la línea 2 para días feriados y domingos
- Tabla 3 Niveles de servicio en la línea 4 para días laborables
- Tabla 4 Niveles de servicio en la línea 4 para días feriados y domingos

H.3 CAPACIDAD DE TRANSPORTE DEL SISTEMA DE PASAJEROS POR HORA POR DIRECCIÓN

000137

En la entrada en servicio del primer tramo de la Línea 2 entre las estaciones de Evitamiento y Mercado de Santa Anita (etapa 1A), la explotación se prevé con trenes de composición de 6 coches, que posteriormente pasará a 7 coches, en el momento en que el intervalo necesario deba ser inferior a 80 segundos, que es el intervalo mínimo previsto para la línea y para que la densidad media de los pasajeros de pie no sobrepase los 6 pasajeros/m². El paso a 7 coches está previsto para el año 2039 según lo establecido en el Anexo 7 del contrato.

La capacidad prevista de los trenes que se proponen para composiciones de 6 coches es de 1.264 pasajeros, de los cuales 148 corresponden a los pasajeros sentados y 1116 los que irían de pie a una densidad de 6 pasajeros/m². La capacidad de los trenes de 7 coches, en las mismas condiciones es de 1.477 pasajeros de los cuales 175 irían sentados y 1.302 lo harían de pie, igualmente a una densidad de 6 pasajeros/m².

La capacidad de transporte ofertada está condicionada por dos factores: por una parte el intervalo al que circulan los trenes, que a su vez depende del número de ellos en operación y del tiempo de trayecto; y por otra, por la capacidad de los trenes.

La capacidad de transporte máxima de diseño por sentido que permite el sistema, está condicionada por el intervalo mínimo alcanzable en este proyecto, que debe ser al menos de 80 segundos. Este intervalo está condicionado por los sistemas de señalización, el sistema de seguridad ferroviaria (CBTC) y por la aceleración y velocidad máxima de los trenes.

Para una densidad media de 6 pasajeros/m² la máxima capacidad de transporte alcanzable con trenes de 6 coches es de 56.880 pasajeros/h. por sentido. Teniendo en cuenta que la máxima composición posible de los trenes es de 7 coches para este proyecto a partir del año 2039, la capacidad máxima alcanzable será de 66.465 pasajeros/h con 7 coches.

No obstante, en función de la oferta de trenes en operación y del intervalo que se propone para cada año de la Concesión, y para cada etapa de entrada en servicio, se indica en las tablas siguientes la capacidad de transporte por sentido, en los distintos periodos de los días laborables, es decir, en la Hora Pico de la mañana, en la Hora pico de la tarde y en la Hora Valle,;

- Tabla 1 Niveles de servicio en la línea 2 para días laborables
- Tabla 2 Niveles de servicio en la línea 2 para días feriados y domingos
- Tabla 3 Niveles de servicio en la línea 4 para días laborables
- Tabla 4 Niveles de servicio en la línea 4 para días feriados y domingos

H.4 FRECUENCIAS DE SERVICIO

Teniendo en cuenta los tiempos de viaje ofertados indicados en el epígrafe H.2, obtenidos a partir de la simulación de los gráficos de marcha, se han calculado los trenes necesarios en cada etapa de puesta en explotación, tipo de día y periodo horario, respetando en todos los casos que las frecuencias (intervalos entre trenes) no superen los niveles de servicio exigidos en el Anexo 7 del Contrato, y que la densidad media de los **pasajeros de pie no sobrepase los 6 pax/m²**, según se especifica también en el referido Anexo 7 del Contrato.

Una vez obtenidos los trenes necesarios, redondeados al número entero superior, se ha calculado el intervalo resultante para este número de trenes, para cada periodo horario en los diferentes tipos de día y etapas de puesta en explotación.




CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

Los intervalos ofertados en los periodos de hora pico de mañana, hora pico de tarde y hora valle, para días laborables y para hora pico de tarde y hora valle en domingos y festivos, así como su comparación con los máximos requeridos en el Contrato, se indican en las siguientes Tablas contenidas en el apartado H1.1:

000138

- Tabla 1 *Niveles de servicio en la línea 2 para días laborables*
- Tabla 2 *Niveles de servicio en la línea 2 para días feriados y domingos*
- Tabla 3 *Niveles de servicio en la línea 4 para días laborables*
- Tabla 4 *Niveles de servicio en la línea 4 para días feriados y domingos*

En dichas tablas se indican asimismo los intervalos ofertados para los diferentes tramos de línea a medida que van entrando en explotación:

Es de destacar que **los intervalos ofertados son menores que los exigidos en el Contrato, no existiendo ninguno mayor, lo que representa una oferta con mejor calidad a la exigida..**

H.5 PROPUESTA DE NIVELES DE SERVICIO POR CADA ETAPA: VALORES OBJETIVOS DEFINITIVOS PARA LA DISPONIBILIDAD Y REGULARIDAD Y PROPUESTA PARA EL INDICADOR DE LA CALIDAD DEL SISTEMA

De acuerdo con los requerimientos del Contrato, la prestación del Servicio se llevará a cabo en las condiciones que permitan ofrecer un Servicio de calidad a los Usuarios, garantizando las máximas prestaciones en cuanto a la seguridad de las personas y de los Bienes de la Concesión, respetando los estándares internacionales de operación, seguridad y calidad que regulan la explotación de un metro pesado subterráneo equipado con tecnología CBTC, con un Grado de Automatización GoA4, tendiendo siempre a incrementar el grado de satisfacción de los Usuarios y en cualquier caso cumpliendo todas las disposiciones relacionadas con la prestación del Servicio que se establecen en los reglamentos, Leyes y Disposiciones Aplicables.

Dos meses antes del Inicio de las Pruebas de Puesta en Marcha de la Primera Etapa A se presentará un Plan de Prestación del Servicio que incluirá el Plan de Gestión de la calidad del Servicio donde se establecerán las estrategias para mantener y mejorar de manera continua el Servicio, acorde a las expectativas de los Usuarios y se valorará objetivamente la prestación del Servicio por medio de indicadores.

El Plan de Prestación del Servicio contendrá la programación y horarios de trenes, mallas horarias, tiempos de trayectos, frecuencias, trenes x km recorridos, etc. Asimismo contendrá los procedimientos e instrucciones para el movimiento de los trenes en las vías principales y secundarias del patio y sacos de maniobras, en condiciones normales de explotación y en condiciones degradadas.

Antes de la finalización del tercer año desde la Puesta en Operación Comercial de la Primera Etapa A, se **implementará un sistema de calidad integral de acuerdo a las Normas: ISO 9001 (Gestión de la Calidad), ISO 14001 (Gestión del Ambiente), Norma 18001 (Gestión de Seguridad y Salud - OHSAS) e ISO 170001 (Gestión de Accesibilidad Global)**, para las actividades y procesos de la operación.

La sociedad concesionaria propone los siguientes valores objetivos definitivos para:

- Disponibilidad.	Propuesta Dd = 98,5 %	000133
- Regularidad.	Propuesta Rd = 98,2 %	
- Limpieza en trenes y estaciones.	Propuestas < 13 % de los elementos sucios	
- Fraude o evasión tarifaria.	Valor objetivo < 2,8 %	

INDICADORES DE NIVELES DE SERVICIO

De acuerdo con los requerimientos del Contrato se establecerán al menos los siguientes indicadores del nivel de servicio:

Índice de Disponibilidad del Servicio (D)

El Índice de Disponibilidad del Servicio (D), expresado en porcentaje, será calculado con periodicidad mensual, efectuando el promedio de la relación entre los viajes diarios efectuados y los viajes diarios programados, medido para cada día de operación programado en el periodo de medición. La expresión para el cálculo del Índice de Disponibilidad del Servicio (D) es la siguiente:

$$D = \frac{\sum \frac{V_e}{V_p}}{T} \times 100$$

Donde:

Ve: Viajes diarios unitarios EFECTUADOS.

Vp: Viajes diarios unitarios PROGRAMADOS.

T : Número total de días de operación programados en el periodo de medición.

Para la Primera etapa A se propone como objetivo D_d, cumplir el valor objetivo referencial del 98.5%.



Para las siguientes etapas se propondrá un objetivo en función del comportamiento efectivo de las líneas, consensuado con el CONCEDENTE.

Índice de Regularidad del Servicio (R)

El Índice de Regularidad del Servicio (R), expresado en porcentaje, será calculado con periodicidad mensual, efectuando el promedio de la relación, (medida para el horario de hora de punta programada en el periodo de medición), entre los recorridos presentados, (en un punto de medición ubicado al final del recorrido - con intervalo de tiempo (X) igual o inferior al valor previsto en cada periodo de tiempo respectivo-), entre el total de los recorridos previstos en el mismo lapso de tiempo.

La metodología de medición y el intervalo de tiempo (X), serán definidos en el Plan de Prestación de Servicio.

La expresión para el cálculo del Índice de Regularidad del Servicio (R) será la siguiente:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

000140

$$R = \frac{\sum \frac{N_{eff}}{N_{prog}}}{F} \times 100$$

Donde:

Neff: Número de los recorridos efectuados en el horario de hora de punta con intervalo de tiempo inferior o igual a X programado.

Nprog : Número de los recorridos programados en el mismo horario de hora punta.

F: Número total de los horarios de hora punta programados para el mes.

Para la Primera etapa A se propone como objetivo cumplir R_d , el valor objetivo referencial del 98.2%.

Para las siguientes etapas se propondrá un objetivo en función del comportamiento efectivo de las líneas, consensuado con el CONCEDENTE.

Índice de Calidad del Sistema Ferroviario

El Índice de Calidad del Sistema Ferroviario expresado en porcentaje será calculado con periodicidad mensual. El CS se obtendrá sumando dos índices de calidad:

$$CS = I_E + I_{MR}$$

Siendo I_E el Índice de Calidad de las Estaciones e I_{MR} el Índice de Calidad del Material Rodante.

Índice de Calidad de las Estaciones (I_E)

El índice I_E representa el grado de conformidad de las estaciones en función de las conformidades que se obtienen para cada subsistema de cada estación.

Para cada estación se considerarán en cada mes los subsistemas y componentes que se indican en las tablas del Anexo 7 del Contrato.

La suma de los puntos "pi" constituirá el "índice de calidad I_E " de la estación en evaluación. El índice CS total, será determinado como promedio de los tres valores I_E conseguidos en las tres estaciones para las cuales se encontraron los puntajes menores.

Índice de Calidad del Material Rodante (I_{MR})

El índice I_{MR} representa el grado de conformidad del Material Rodante en función de las evaluaciones encontradas para cada subsistema inspeccionado.

Para cada tren inspeccionado se considerarán en cada mes los subsistemas y componentes que se indican en las tablas del Anexo 7 del contrato.

La suma de los puntos "pi" constituirá el "índice de calidad I_{MR} " del tren en evaluación.

El índice I_{MR} total será igual al más bajo entre los valores de I_{MR} medidos en los trenes evaluados. El "pi" inferior al puntaje asignado es CERO.

Para la Primera etapa A se propone como objetivo cumplir un valor del 92,1%.




CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

Para las siguientes etapas se propondrá un objetivo en función del comportamiento efectivo de las líneas, consensuado con el CONCEDENTE.

Índice de Satisfacción del Usuario (SU)

Indica el nivel de satisfacción percibida por el Usuario y se medirá por la valoración realizada por los usuarios a través de encuestas sobre los diversos parámetros que definen la calidad del servicio, indicados en el Contrato de la Concesión.

De acuerdo con el citado Contrato de la Concesión, cada seis meses se verificarán junto con el Regulador los parámetros a ser medidos, para que siempre sean actualizados con las modificaciones de las necesidades de los Usuarios y de la operación.

En el Plan de Prestación del servicio se indicará el contenido y la metodología propuestos para efectuar la encuesta, para su aprobación por el Regulador.

Para medir los parámetros y los indicadores será utilizada la Escala de Likert de 5 puntos, con variaciones entre “muy mala” y “muy buena”.

Muy mala	1
Mala	2
Regular	3
Buena	4
Muy Buena	5

Para la evaluación del SU se sumarán las puntuaciones evaluadas con la técnica del TOP TWO BOX. El SU será el resultado de la diferencia entre la suma de los valores positivos (“bueno” y “muy bueno”) y la suma de los valores negativos (“malo y muy malo”).

El resultado de SU se representará en una escala entre 0 y 100.

Para la Primera etapa A se propone como objetivo cumplir una puntuación de 70

Para las siguientes etapas se propondrá un objetivo en función del comportamiento efectivo de las líneas, consensuado con el CONCEDENTE.

Índice de Fraude (F)

El Índice de Fraude es la relación el nivel de fraude previsto en el Servicio respecto del nivel de fraude detectado.

La medición del nivel de fraude se llevará a cabo de forma mensual mediante una muestra que no será inferior al 5 por mil del número de viajeros durante el periodo semanal.

$$F = \text{Fraude Previsto (Fp)} / \text{Fraude Detectado(Fd)}$$

Donde:

Fraude Previsto (Fp) = Nivel de Fraude de referencia

Fraude Detectado (Fd) = Nivel de Fraude detectado

En el Plan de Prestación del servicio se indicará el contenido y la metodología propuestos del control de fraude, para su aprobación por el Concedente.

Para la Primera etapa A se propone como objetivo cumplir un Índice de fraude de 2,8 (sobre un Índice previsto inicial del 3% según el Contrato de Concesión).

Para las siguientes etapas se propondrá un objetivo en función del comportamiento efectivo de las líneas, consensuado con el CONCEDENTE.

H.6 FLEXIBILIDAD EN LA OPERACIÓN: PROPUESTA DE CANTIDAD Y UBICACIÓN DE TERCERAS VÍAS EN LA LÍNEA 2 PARA OPERACIONES EN MODO DEGRADADO



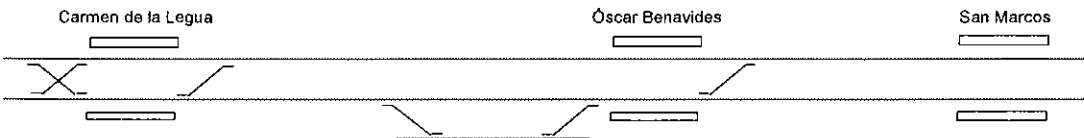
 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

000142

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 línea 4 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.



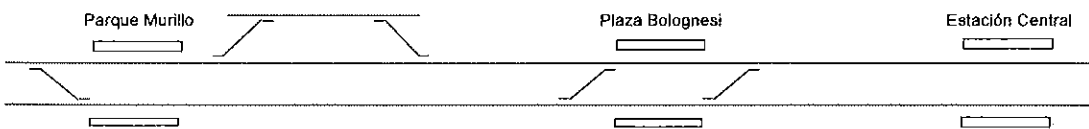
En esta vía los trenes podrán encerrar directamente desde la estación de Carmen de la Legua sin interferir en la circulación. Asimismo, desde la vía contraria podrán

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.

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.

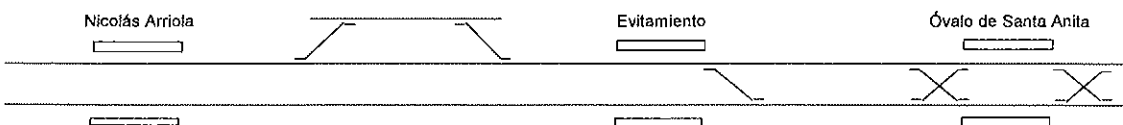


En esta vía los trenes podrán encerrar directamente desde la estación de Plaza Bolognesi sin interferir en la circulación.

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

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.



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.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

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.
- 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.

H.7 PLAN DE ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN DEL PERSONAL

H.7.1 PROYECTO FORMATIVO

Tomando como base los datos conocidos sobre las características de la concesión, a continuación planteamos el Plan de Formación y entrenamiento para el Personal de Operación y Mantenimiento, con el objetivo final de contar con el personal necesario para afrontar la apertura de la L2 / Ramal L4 del Metro de Lima.

A continuación, se recogen las **propuestas de formación y entrenamiento en base a lo dispuesto en el contrato de concesión**

1. Entrenar al personal necesario para desarrollar las actividades de operación y mantenimiento.

- ❖ El Asesor Técnico de Operación pondrá a disposición de la Concesionaria, formadores expertos que entrenarán y capacitarán al conjunto de los formadores de Operación y Mantenimiento de la Concesionaria que sean necesarios hasta la puesta en marcha de la explotación.
- ❖ Los formadores de la Concesionaria serán las personas que ocupen los puestos de Responsables Operativos, Supervisores del PCC y Responsables de Mantenimiento, estos serán los encargados de formar a las personas que dependen funcional y jerárquicamente de ellos.
- ❖ Los formadores expertos dispuestos por el Asesor Técnico de Operación proporcionarán a los formadores de la Concesionaria entrenamiento suficiente para asegurar la capacidad de operación y mantenimiento del sistema en todos los ámbitos en las que ambas se desarrollen.
- ❖ Los formadores expertos dependientes del Asesor Técnico de Operación supervisarán la formación impartida por los Formadores de la Concesionaria a la plantilla inicialmente requerida en Operación y Mantenimiento para la puesta en explotación.

2. Asegurar la cualificación permanente del personal laboral

- ❖ Los formadores expertos dispuestos por el Asesor Técnico de Operación pondrán en funcionamiento un Programa de Cualificación para el personal

laboral dentro de una clasificación específica con objeto de comprobar inicial y periódicamente, la capacidad de dicho personal para llevar a cabo sus obligaciones específicas.

- ❖ La superación del Programa de Cualificación apropiado al puesto de trabajo será obligatoria para todo el personal de operaciones y mantenimiento y será, en todo caso, previa a la toma de posesión de cada trabajador en su puesto de trabajo de forma que pueda desarrollar todas las tareas asociadas a dicho puesto sin necesidad de ayuda.
- ❖ Los formadores expertos dispuestos por el Asesor Técnico de Operación asesorarán a la Concesionaria en la realización y puesta en marcha de programas de formación continua y de actualización para asegurar el Programa de Cualificación.

3. Definirá y desarrollará un sistema de gestión de la formación a la medida de las necesidades de la concesión y de su posible evolución temporal:

- ❖ Los formadores expertos dispuestos por el Asesor Técnico de Operación acomodarán, en todo momento y a lo largo de periodo de validez de la concesión, los procedimientos y la gestión del entrenamiento a las necesidades emanadas del Proyecto de Explotación, modificando cuanto sea necesario y por acuerdo mutuo.
- ❖ Los formadores expertos dispuestos por el Asesor Técnico de Operación completarán y actualizarán, en su caso, el Plan de Formación presentado una vez realizada la contratación y previo a la puesta en servicio del sistema.

4. Pondrá en explotación las herramientas y recursos pedagógicos que mejor se adapten al entrenamiento a desarrollar en cada momento

- ❖ Los formadores expertos dispuestos por el Asesor Técnico de Operación equiparán a los Formadores de la Concesionaria con los libros, ayuda al entrenamiento, equipos necesarios y todas las herramientas pedagógicas necesarias para el entrenamiento del personal.
- ❖ Los formadores expertos dispuestos por el Asesor Técnico de Operación proporcionarán la suficiente instrucción y entrenamiento a los Formadores de la Concesionaria, tanto en aula como en el lugar de trabajo, para todo el personal de operaciones y mantenimiento para asegurar su capacidad en la operación y mantenimiento del Sistema. Para ello utilizará los equipos, instalaciones y material móvil real (en servicio y/o de recambio), cuando se considere necesario.

5. Establecerá una política específica de Gestión y Desarrollo de Recursos Humanos en la que quedarán recogidos, además de los procesos de formación en competencias técnicas, todos los procesos de desarrollo de competencias genéricas y los planes de carrera y promoción que sean necesarios en función de la evolución del Proyecto de Explotación.

En la propuesta técnica que se adjunta a este resumen ejecutivo se expone en detalle el **Plan de entrenamiento y capacitación para el personal de Operación y Mantenimiento de L-2/Ramal L-4 del Metro de Lima**. En dicho Plan se recogen todas las MEJORAS que es necesario incorporar con el fin de lograr los objetivos perseguidos en las mejores condiciones de CALIDAD Y EFICIENCIA.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL




H.7.2 GESTIÓN Y DESARROLLO DE RECURSOS HUMANOS

El Asesor Técnico de Operación definirá e implementará un **Centro de Formación**, en donde se llevarán a cabo los procesos de Gestión y Desarrollo de Recursos Humanos, relacionados con la selección y la formación marcados por el Proyecto de Explotación.

Los procesos de Gestión y Desarrollo de Recursos Humanos estarán enfocados a la obtención de una adaptación óptima de las personas a cada uno de los puestos del Concesionario. El corazón de estos procesos es el **Sistema de Gestión por Competencias** cuyo objetivo central es la gestión eficaz y eficiente de la plantilla adscrita al Concesionario.

El Concesionario establecerá una política específica de Gestión de Recursos Humanos alineada con el **Sistema de Gestión por Competencias** y constituida por los siguientes procesos:

- Selección
- Formación
- Promoción
- Desempeño

En la Gestión y Desarrollo de los Recursos Humanos, cada uno de los procesos será implantado de acuerdo con las necesidades marcadas por el Proyecto de Explotación.

La Concesionaria asegurará la mejora continua en el ámbito de los Recursos Humanos mediante la promoción de la concienciación del personal en relación con la gestión de personas, la organización interna más adecuada, la dotación de recursos necesarios, la evaluación de los impactos en la consecución de la estrategia, la proposición de objetivos y metas y la revisión periódica del Sistema de Gestión por Competencias

H.7.3 PLAN DE ENTRENAMIENTO POR ETAPAS Y PLAZOS, según lo estipulado en el contrato de concesión Sección viii: explotación de la concesión, inicio de la explotación 8.15

Todo el personal deberá estar formado **dos meses** antes de la puesta en marcha de cada una de las fases y etapas de la explotación.

En el caso de los formadores de la Concesionaria será necesario tenerles preparados **12 meses** antes del comienzo de la explotación, en cada una de las fases y etapas de la puesta en marcha de la explotación.

En el ANEXO adjunto se especifican los plazos estimados de formación para el personal de cada uno de los puestos, en las diferentes etapas previstas en el contrato de concesión. El Asesor Técnico de Operación definirá e implementará un **Centro de Formación**, en donde se llevarán a cabo los procesos de Gestión y Desarrollo de Recursos Humanos, relacionados con la selección y la formación marcados por el Proyecto de Explotación.

Los procesos de Gestión y Desarrollo de Recursos Humanos estarán enfocados a la obtención de una adaptación óptima de las personas a cada uno de los puestos del Concesionario. El corazón de estos procesos es el **Sistema de Gestión por Competencias** cuyo objetivo central es la gestión eficaz y eficiente de la plantilla adscrita al Concesionario.

El Concesionario establecerá una política específica de Gestión de Recursos Humanos alineada con el **Sistema de Gestión por Competencias** y constituida por los siguientes procesos:

- Selección
- Formación

- Promoción
- Desempeño

000146

En la Gestión y Desarrollo de los Recursos Humanos, cada uno de los procesos será implantado de acuerdo con las necesidades marcadas por el Proyecto de Explotación.

La Concesionaria asegurará la mejora continua en el ámbito de los Recursos Humanos mediante la promoción de la concienciación del personal en relación con la gestión de personas, la organización interna más adecuada, la dotación de recursos necesarios, la evaluación de los impactos en la consecución de la estrategia, la proposición de objetivos y metas y la revisión periódica del Sistema de Gestión por Competencias

H.7.4 PLAN DE ENTRENAMIENTO POR ETAPAS Y PLAZOS, según lo estipulado en el contrato de concesión Sección viii: explotación de la concesión, inicio de la explotación 8.15

Todo el personal deberá estar formado **dos meses** antes de la puesta en marcha de cada una de las fases y etapas de la explotación.

En el caso de los formadores de la Concesionaria será necesario tenerles preparados **12 meses** antes del comienzo de la explotación, en cada una de las fases y etapas de la puesta en marcha de la explotación.

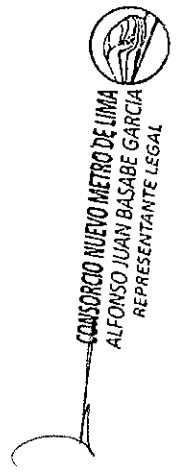
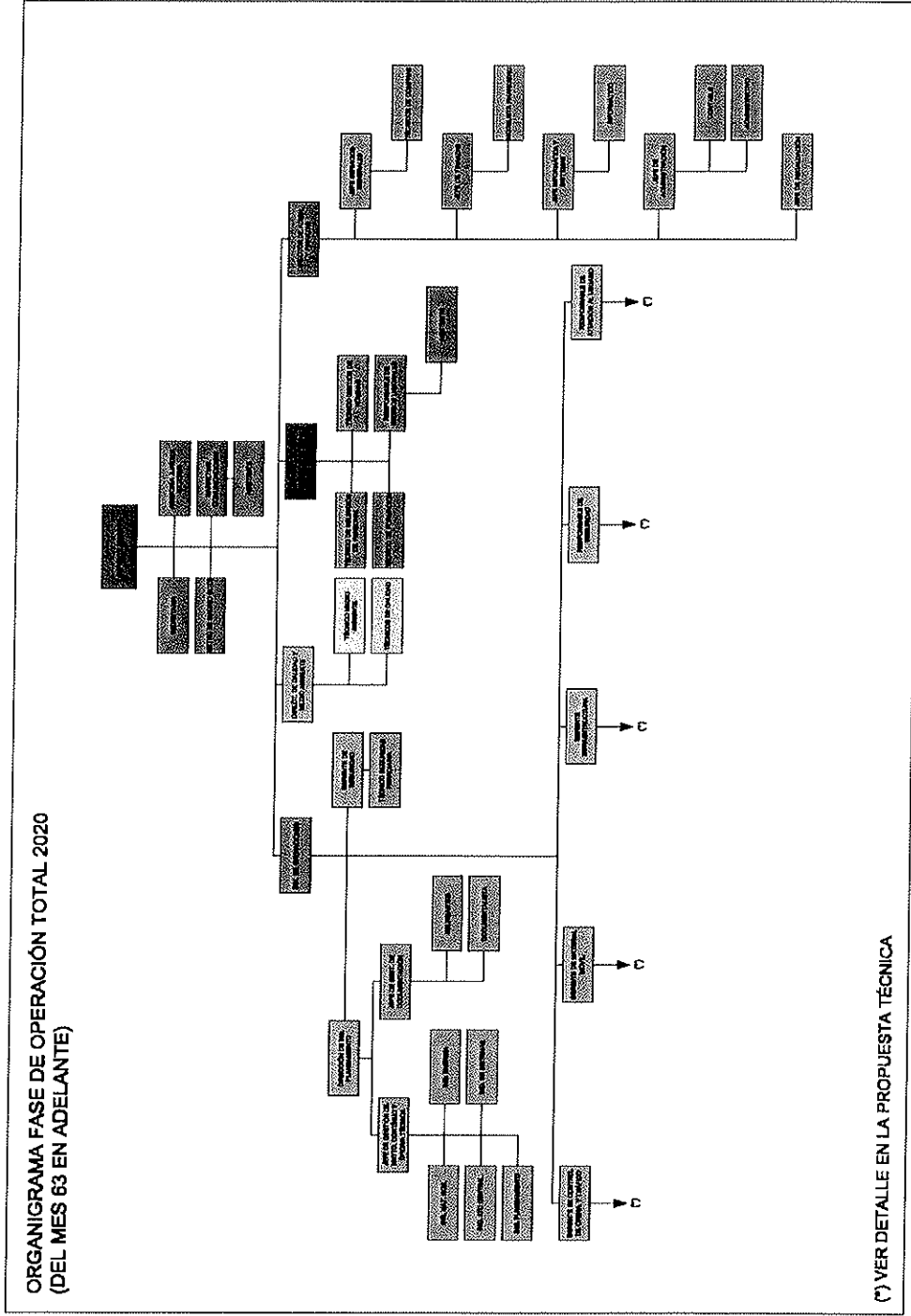
En el ANEXO adjunto se especifican los plazos estimados de formación para el personal de cada uno de los puestos, en las diferentes etapas previstas en el contrato de concesión.


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 



A.8 PROPUESTA DE ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL DEL CONCESIONARIO EN LA OPERACIÓN DEL METRO DE LIMA

Organigrama de la Sociedad Concesionaria, en fase de 2020 en adelante:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

H.9 DISTRIBUCIÓN Y CONSUMO ENERGÉTICO EN LA OPERACIÓN (POR TRACCIÓN, ESTACIONES Y TALLERES). LA PROPUESTA DEBE CONTENER EL PLAN QUE SERÁ APLICADO PARA MONITOREAR Y CONTROLAR EL CONSUMO ENERGÉTICO

El presente apartado define el sistema de alimentación eléctrica, que ^{0.00148}satisface las necesidades de potencia y energía de las instalaciones de tracción y servicios auxiliares en las estaciones y talleres de la línea 2 y el Ramal Av. Faucett-Gambetta de línea 4 del Metro de Lima, respetando a su vez las necesarias condiciones de fiabilidad y garantía requeridas por un servicio como el transporte metropolitano.

También indica las estimaciones de consumo energético para los escenarios de inicial (2016) y final (2047). Por último se destacan las principales medidas de eficiencia energética.

H.9.1 RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGIA.

El sistema de alimentación eléctrica está formado por:

- Subestaciones de Alta Tensión (SEAT): Subestaciones de Alta Tensión que reciben la energía de las compañías eléctricas en 60 kV y la transforman a 20 kV.
- Subestaciones Rectificadoras (SER): Subestaciones eléctricas rectificadoras que toman su alimentación de las SEAT (en 20 kV), la transforman y rectifican a 1500 Vcc para el suministro de energía del sistema de tracción eléctrica.
- Cabinas Eléctricas (CE): Centros de Transformación de Media a Baja Tensión. Son los encargados del suministro eléctrico en Baja Tensión de las instalaciones eléctricas civiles de las estaciones, túneles y talleres, tales como, ventiladores, ascensores, escaleras mecánicas, iluminación, etc.

Los criterios de confiabilidad en los que se basa el sistema eléctrico exigen la continuidad de servicio ante:

- La falla de un equipo en cada nivel, jerarquía o subsistema, incluso fallas simultáneas en distintos niveles. Este requisito conlleva la inclusión de alimentaciones alternativas y la redundancia de equipos críticos.
- Únicamente en el caso de 2 fallas en el mismo nivel se podría ver afectada la operación de la red.
- Solamente en el caso de la alimentación de tracción (SER) se indica expresamente que la falla de una SER no repercutirá en la operación del sistema.

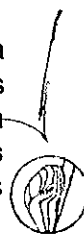
H.9.1.1 *Características de las Subestaciones Eléctricas de Alta Tensión (SEAT)*

Las Subestaciones Eléctricas de Alta Tensión cuentan con una alimentación doble desde la compañía suministradora, siendo una redundada de la otra. Están formadas por dos grupos de transformación en paralelo. Desde las SEAT se distribuye las alimentaciones eléctricas a través de anillos a las SER y las CE. Esta solución permite el reparto de la potencia en todas las subestaciones de tracción y CE, manteniendo la continuidad también cuando una de ellas está fuera de servicio.

Las SEAT serán de tecnología con aislamiento de gas (GIS-*Gas Insulated System*) que reduce las necesidades de espacio.

H.9.1.2 *Características de las Subestaciones Eléctricas Rectificadoras (SER)*

Las Subestaciones Eléctricas Rectificadoras se alimentan a través de un anillo que parte de las SEAT. Están formadas por dos grupos de transformación-rectificación en paralelo y son las encargadas del suministro de tracción.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

H.9.1.3 Características de las Cabinas Eléctricas (CE)

000149

Las estaciones se alimentan a través de un anillo que partiendo de las SEAT conectará las cabinas de Media Tensión (CE) de todas las estaciones con cables eléctricos instalados en el túnel. Cada estación contará con dos grupos de transformación en paralelo que tomarán la tensión en 20 kV y realizará la transformación de la tensión a Baja Tensión para la distribución de la energía eléctrica a las instalaciones de las estaciones y túneles.

La distribución en Baja Tensión en cada estación comprende: cuadros generales, cuadros de control de motores, cuadros de distribución, interruptores y circuitos eléctricos, instalaciones de iluminación, dispositivos eléctricos, interruptores de seccionamiento, entre otros.

Los patios-talleres conservan el mismo diseño que las estaciones.

H.9.1.4 CONSUMO ENERGÉTICO EN LA OPERACIÓN.

El estudio del consumo energético de la operación de la línea 2 y el ramal se basa en la suma de los consumos de las estaciones, los patios-talleres y el consumo de tracción.

Con un 75% de la energía regenerada se obtienen consumos medios de tracción (expresados en kWh/tren*km) para cada línea de:

Energía consumida (kWh/t*km) para 6 coches en condiciones de carga CC0 y 75 % de regeneración	Línea 2	Línea 4
	18,77	18,34
Energía consumida (kWh/t*km) 7 coches en condiciones de carga CC0 y 75 % de regeneración	Línea 2	Línea 4
	19,93	17,29

En el primer año de operación (2016) se establece el servicio en la línea 2 entre las estaciones de Evitamiento y Mercado de Santa Anita, con un intervalo de 6 minutos en toda la línea. Ese año se puede estimar un consumo de energía de la red en Alta Tensión para la explotación de:

- Línea 2: 18,77 kWh/t*km x 500.457km-tren, es decir, 9.393.577 kWh.

Asimismo, el máximo consumo de energía de la red en Alta Tensión se estima para el escenario del año 2047, siendo el consumo estimado para este año el siguiente:

- Línea 2: 78.930.175 kWh + 203.283.368 kWh = 282.213.543 kWh.
- Línea 4: 24.658.802 kWh + 20.826.588 kWh = 45.485.390 kWh.

Los detalles de estos cálculos pueden obtenerse en el apartado H de la propuesta técnica.

H.9.2 MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO

Como consecuencia del elevado consumo energético que se genera en la explotación de un sistema ferroviario, se hace necesaria la aplicación de medidas de eficiencia energética en los sistemas eléctricos. La tecnología actual permite aplicar medidas en esta línea de acción:

H.9.2.1 Sistema de control del consumo energético

A través del sistema de supervisión de las instalaciones eléctricas, gestionado desde el Puesto Central de Operador, se realizarán las funciones de vigilancia, control, registro de datos y gestión de la energía de las redes de Alta, Media y Baja Tensión, así como del sistema de tracción de los trenes. Estas operaciones se efectuarán a través del telemando de las SEAT, SER y CE y del equipamiento necesario para la monitorización y control a tiempo

real, el registro y la gestión de la energía consumida. De igual modo, será personal especializado el encargado de realizar estas tareas, con herramientas de ayuda como sistemas de alarma entre otros.

El estudio de los históricos y las tendencias de consumo darán las claves para la optimización de las potencias a contratar a las compañías suministradoras en los horarios más ventajosos. Igualmente, se podrán identificar los sistemas o equipos de mayor consumo de los servicios auxiliares, ya sea por envejecimiento o mal funcionamiento, pudiendo de forma permanente perfeccionar los consumos aplicando medidas paliativas.

Por otra parte, los distintos escenarios de explotación conllevan estudios adecuados de cada situación y la aplicación de las medidas de ahorro energético oportunas para cada caso.

H.9.2.2 Medidas sobre el material rodante

A continuación se enumeran las medidas de ahorro energético en el material rodante:

- Optimización de las curvas de tracción del material rodante
- Regeneración: según requisitos para la definición de la tensión máxima óptima de regeneración para reducir al máximo la energía perdida en resistencias.
- Incorporación de alumbrado tipo LED donde sea conveniente.
- Nivel de iluminación ajustado al nivel de iluminación requerido al valor mínimo requerido o recomendado por la normativa aplicable.
- Minimización del consumo de los equipos de climatización embarcados en el material rodante.
- Incorporación de un sistema remoto de adquisición de datos de balance energético del tren.
- Monitorización y mantenimiento remoto.

H.9.2.3 Medidas sobre el Sistema de Tracción

Las características particulares de la línea 2 y Ramal Av. Faucett-Gambetta de línea 4 del Metro de Lima, donde ambas discurren con una pendiente casi constante desde principio a fin, favorecen la disminución del consumo energético aprovechando la energía regenerada durante el proceso de frenado de los trenes. Los vehículos, al disminuir la frecuencia del motor para aplicar el par negativo necesario para frenar la unidad, consiguen que el motor actúe como generador. Esta energía devuelta en el proceso de frenado será utilizada por otro tren que se encuentre simultáneamente en el mismo sector demandando energía.

Adicionalmente, con la instalación de compensaciones de línea y carriles se consigue una mayor regeneración de la energía. Las compensaciones se realizan con cables aislados que unen tanto las catenarias de ambas vías (compensaciones de positivo) como los carriles de ambas vías (compensaciones entre negativos). Además del aumento del aprovechamiento de la energía regenerada, las compensaciones de línea y carriles:

- Consiguen mejores repartos de corrientes. Así, en el caso de que haya varios trenes en un mismo sector, estas compensaciones favorecen que haya un reparto más uniforme en la distribución de corrientes y evita sobrecargas de la línea
- Al aumentar la sección efectiva, reducen las pérdidas en la línea (puesto que baja la resistencia efectiva de la línea).

H.10 PLAN DE EXPLOTACIÓN (OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO), DE SEGURIDAD Y CONTINGENCIAS

000151

H.10.1 Plan de seguridad y contingencias

Para realizar una gestión óptima de la seguridad y la protección civil y de las tareas asociadas a las mismas se definirán los mecanismos, procesos y procedimientos de trabajo necesarios. A continuación se recogen los aspectos de gestión que permiten la consecución de los objetivos que todo servicio de seguridad y protección civil debe perseguir, y que son:

- Asegurar las personas, los bienes y el entorno ligado a la utilización de las instalaciones.
- Satisfacer las necesidades de los clientes internos y los usuarios externos.
- Mejorar los rendimientos de los involucrados.
- Optimizar los tiempos de respuesta.
- Reducir los costes.
- Mejorar la rentabilidad de los capitales invertidos.
- Reforzar las competencias globales de la organización en el marco de seguridad y protección civil

Se describen a continuación los aspectos más relevantes de las tareas de gestión que forman parte, total o parcialmente, del alcance de la presente oferta:

- Gestión de seguridad y protección civil.
- Planificación y programación de los trabajos.
- Gestión de Incidencias.
- Control y Seguimiento.

Desarrollando todos estos puntos se realizaría el Plan de Seguridad y Contingencias para el Proyecto asociado.

H.11 PLAN DE DESARROLLO COMERCIAL DE LAS ESTACIONES Y TRENES (PUBLICIDAD, LOCALES COMERCIALES, SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN DE BUSES A LAS ESTACIONES, VENTA DE TARJETAS, BIBLIOTECAS EN ESTACIONES, SERVIDUMBRES DE PASO, ARTE ESCÉNICO EN ESTACIONES, SALAS DE CÓMPUTO E INTERNET, WI-FI A BORDO DEL TREN, ETC). DEBERÁ CONSIDERARSE ADEMÁS LA PROMOCIÓN DE LOS SERVICIOS DEL METRO EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LIMA Y CALLAO

En este apartado, así como en la ampliación que del mismo se hace en la propuesta técnica, plantea un modelo preliminar de búsqueda y gestión de ingresos atípicos susceptibles de ser generados en Metro de Lima y en concreto en las ampliaciones previstas en los próximos años. En la medida de lo posible, los productos que se planteen deben proporcionar un valor añadido al servicio de transporte a los clientes potenciales de las líneas 2 y 4. Así mismo,

plantea las medidas encaminadas a la captación y fidelización de clientes que garanticen unos niveles satisfactorios de demanda.

000152

H.11.1 MIX COMERCIAL

A la hora de establecer el Mix comercial, así como una posible contribución a los ingresos de la compañía, se han analizado las 26 principales explotaciones ferroviarias de carácter urbano del mundo, con especial detalle en explotaciones de Latino América.

Con estos datos se ha tratado de realizar el mix más adecuado desde un punto de vista de servicios complementarios a ofertar, así como un escenario preliminar de la contribución de estas líneas de negocio.

Además del criterio económico, se han tenido en considerado un mix que garantice la convivencia entre la actividad principal de transporte de viajeros, y que garantice una oferta de servicio atractiva para los clientes.

Los productos a ofertar se desarrollan en los Anexos, y se pueden clasificar en los siguientes grupos:

Linea de Negocio	
Publicidad	Estática
	Espectacular Estaciones
	Espectacular Trenes
	Online
	Plano
	Perching
Stands	Promocionales
	Comerciales
Canal Metro	
Venta de Entradas	
Vending	Snacks
	Bebidas
	Cajeros automáticos / ATMs
	Otros
Locales comerciales	
Aparcamientos disuasorios	
Naming Rights	
WIFI	
Rodajes	
Eventos	
Fibra	
Merchandising	
Puntos de recogida de compras online	
Tienda Online	
Publicidad en billete	


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 

H.11.2 MIX POR ESTACIÓN

Se propone, así mismo una priorización de la actividad comercial se muestra a continuación cuadro adjunto:

000153

		Interés comercial de la zona		
		Alto	Medio	Moderado
Demanda	Alta	PLATINO	PLATINO	ORO
	Media	PLATINO	ORO	PLATA
	Baja	ORO	PLATA	PLATA

Según el catalogo de **productos** del punto anterior, en los anexos se plantea una priorización para cada tipo de estación.

H.11.3 ACTIVIDADES DE POSICIONAMIENTO CAPTACIÓN Y FIDELIZACIÓN:

Paralelamente se propone la puesta en marcha de medidas y procedimientos encaminados a mejorar el posicionamiento de la marca entre los ciudadanos así como medidas para fomentar la captación de clientes y su posterior fidelización como activo principal de la compañía. En anexo, se detalla las posibles actividades que se pueden desarrollar.

H.11.4 PLAN DE DESARROLLO DE LA PROMOCIÓN DE LOS SERVICIOS DE METRO A LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LIMA Y CALLAO


Dentro de las anteriores medidas de posicionamiento de marca, captación y fidelización de clientes, se desarrollarán políticas específicas para la promoción y divulgación de los servicios de la línea 2 entre las instituciones educativas de Lima y Callao, comprendiendo actuaciones como:

- Visitas de escolares a las instalaciones más relevantes (por ejemplo, al centro de control).
- Visitas de docentes y alumnado, orientadas a centros en los que se imparte formación técnica, así como universidades y escuelas de ingeniería.
- Colaboración en cursos de formación específica ferroviaria (por ejemplo, másteres).
- Ponencias.
- Artículos de opinión.
- Participación y promoción de actividades culturales.

I. PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y DEL MATERIAL RODANTE

I.1) ESTÁNDARES Y NORMAS TÉCNICAS A SER ADOPTADAS.

El propósito del Mantenimiento del sistema de Metro de Lima, línea 2 y Ramal Avd. Faucet, será su conservación y la completa disponibilidad en el tiempo, de los 27 km de línea 2 y los 8 km del ramal de Línea 4, con la infraestructura completa, con las más modernas instalaciones asociadas a una línea automática GoA 4 y a un material rodante diseñado con los mayores estándares de Calidad. Igualmente el mantenimiento garantizará seguridad, fiabilidad y confort al usuario.


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

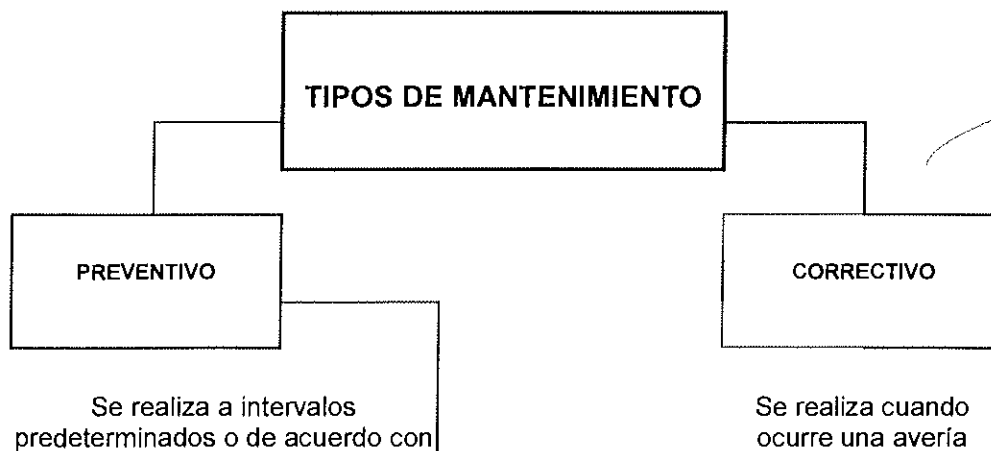
El Mantenimiento se ajustará a las mejores prácticas internacionales compatibilizándose las actividades y sus periodicidades con las recomendaciones de los fabricantes de cada sistema (o subsistema). Ello se realizará sobre la base de dos tipos de mantenimiento mundialmente establecidos y diferenciados en mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo. Todo ello sobre la base de la UNE-EN13306 (Mantenimiento. Terminología del mantenimiento) y salvaguardando y respetando las inspecciones reglamentarias aplicables (Mantenimiento Normativo) 000154

El Mantenimiento preventivo, contemplará actividades sistemáticas pero se fundamentará en técnicas según estado y predictivas, sobre la base de la Norma ISO 17359; entendiéndose que el mantenimiento según estado contemplará intervenciones preventivas diagnosticadas con base en las inspecciones que se realicen y el predictivo contará con técnicas de proyección de resultados o estado, sobre la base de análisis no destructivos de variables identificativas del estado de la infraestructura, del material rodante y de sistemas.

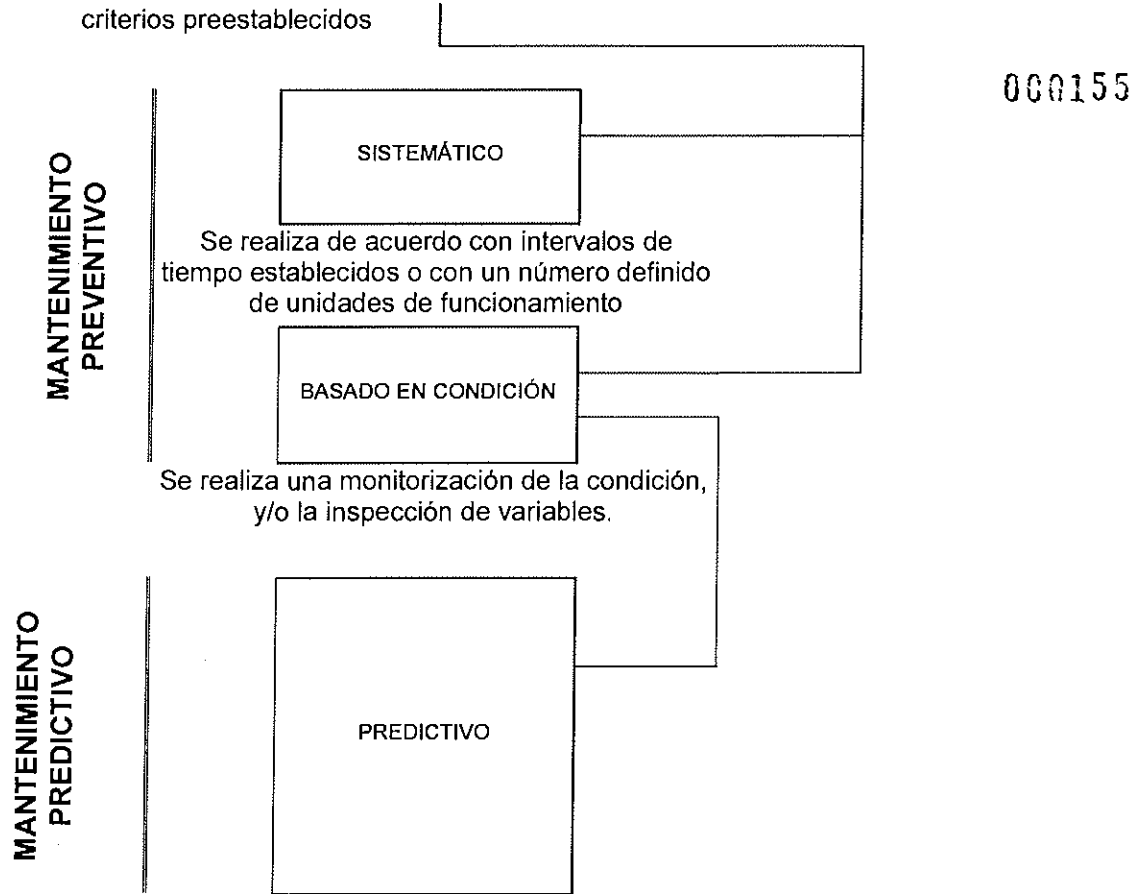
Todos los sistemas de Línea 2 y del ramal de Línea se estructurarán en sistemas sometidos a mortalidad infantil, tasa constante de fallos y elementos con potencial envejecimiento o degradación en el tiempo, a fin de aplicar a cada uno de ellos los tipos de mantenimiento más adecuados y eficientes, en función de la evolución de su tasa de fallos.

En todos los casos se gestionarán todos los diferentes tipos de mantenimiento mediante soporte informático en un GMAO, al que tendrá libre acceso el Organismo de la Administración que se deba encargar del control y seguimiento de toda la gestión del Mantenimiento. Se expone un ejemplo de gestión del predictivo a extender a trenes, infraestructura e instalaciones. Expertos mantenedores ferroviarios aseveran que una correcta gestión del mantenimiento predictivo en base a históricos y la evolución cronológica de averías conducirá al éxito del Mantenimiento. Se registrarán en el Proyecto las averías por sistemas y su evolución. Como ejemplo elocuente y general, en la práctica, el mismo modelo de unidades móviles presente una diferente tasa de incidencias al correr en diferentes líneas (trazado) y de igual manera, en el mismo trazado, diferentes modelos de unidades presentan diferentes tasas de averías.

Es de destacar también el compromiso de establecer e implantar las Normas ISO 9.001 y 14.001 sobre calidad y medioambiente, que darán soporte y estructura procedimental a todo el mantenimiento que, además, se documentará sobre la base de la Norma EN 13460 (Documentos para el Mantenimiento). Aquellas actividades que potencialmente puedan ser objeto de subcontratación, con la debida autorización previa, serán documentadas y estructuradas sobre la base de la Norma EN 13269 (Guía para la preparación de contratos de mantenimiento).



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



Las actividades de Mantenimiento tendrán su fiel seguimiento, tanto en los aspectos preventivos como correctivos, sobre la base de los estudios previos que se realizarán conforme EN 50126 (Aplicaciones Ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad), EN 50128 (Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección del ferrocarril) y EN 50129 (Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.).

Principalmente la primera para verificar que los estudios teóricos RAMS se cumplen en la explotación y, en caso contrario, tomar las medidas oportunas, verificar el correcto estado, trazabilidad y potenciales cambios en el "software" de equipos y subsistemas conforme a la EN 50128 y mantener vivo y actualizado el dossier técnico y de seguridad establecido durante la puesta en marcha por el Independent Safety Assessor ISA que se defina, conforme a la EN 50129.

La norma EN15341, Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento, describe un sistema para gestionar los Indicadores Clave de rendimiento, destinados a medir el rendimiento del mantenimiento en el marco de los factores que influyen en el mismo, tales como los aspectos económicos, técnicos y organizativos, con objeto de evaluar y mejorar la eficiencia y la eficacia para conseguir la excelencia en el mantenimiento de los activos técnicos.

Las Normas citadas anteriormente deben considerarse generales y aplicables a la Gestión global o general de aplicación al Mantenimiento. No obstante se tendrán en cuenta, en relación a la determinación de periodicidades y consistencias, aquellas Normas de obligado

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

cumplimiento y recomendaciones de los constructores, instaladores y fabricantes, así como buenas prácticas del Sector Ferroviario local, internacional, y relativas a ;

- Infraestructura civil de túneles, estaciones, pozos y patios de talleres 000156
- Instalaciones no ferroviarias de túneles, edificios y estaciones
- Instalaciones ferroviarias de túneles
- Instalaciones de patios de talleres
- Sistemas electromecánicos de estaciones
- Sistemas electromecánicos de túneles
- Material móvil para servicio de viajeros
- Material móvil auxiliar para mantenimiento

Todos ellos tienen su reflejo en el anexo M, donde se encuentran la Memoria Descriptivas del Plan de Operación y Mantenimiento de Infraestructura y Material Rodante, donde se especifica el programa de mantenimiento preventivo (en sus diversas modalidades) propuesto para la correcta y segura explotación. A ello hay que añadir el aspecto relativo a mantenimiento correctivo que indudablemente existirá, en la etapa inicial y durante la vida útil de los equipos, infraestructuras y sistemas, con diversas averías que se intentarán limitar.

1.2) INDICADORES DE MANTENIMIENTO

En cualquier Sistema Ferroviario, la actividad de Mantenimiento se encuentra calificada como uno de los procesos del "core business" de la Empresa. Su importancia estratégica se fundamenta en tres indicadores o parámetros del negocio esenciales para la Empresa:

- **Disponibilidad del Sistema:** refleja la **eficacia** en la utilización de los recursos técnicos y humanos disponibles y que el Sistema Ferroviario es capaz de poner a disposición de los clientes.

Es un indicador de la capacidad del sistema para desarrollar su función durante un tiempo determinado y en condiciones y rendimientos definidos. Relaciona los tiempos de funcionamiento real (servicio prestado) y los previamente establecidos como programados (servicio programado). Se integrará la evaluación de las perturbaciones de servicio que sean causadas tanto por las instalaciones fijas como por el material rodante.

En el caso del material rodante, la disponibilidad también será evaluada basándose en el cumplimiento de la oferta programada, comparando el tiempo de servicio efectivo prestado por las instalaciones y material rodante (Disponibilidad del Servicio) y cumplimiento de la propuesta (Disponibilidad de la flota material rodante).

- **Fiabilidad del Sistema:** da una perspectiva de la **calidad y aseguramiento** del servicio prestado, para generar confianza y fidelidad en la utilización del Sistema Ferroviario por los clientes. Evalúa la calidad técnico-comercial tanto de las instalaciones como del material rodante en comparación con las condiciones técnicas para las que fueron proyectadas. Se medirán las averías ocurridas en un intervalo de tiempo o en un determinado número de kilómetros realizados, dependiendo del caso.
- **Costes de Mantenimiento:** midiendo la **eficiencia** del proceso de mantenimiento, que en muchos casos llegan a ser el 50 % de los costes operacionales del Sistema Ferroviario.

Para la elaboración de indicadores de mantenimiento sobre los costes, hay que establecer primero unos valores de "producción" sobre los que referenciar los mismos. Se hará sobre las siguientes unidades de producción:

- Material Rodante: costes por kilómetro recorrido de Unidad de Tren.

- Instalaciones Viario: coste por kilómetro de red de viario mantenido.
- Instalaciones Estaciones: coste por viajero atendido.

000157

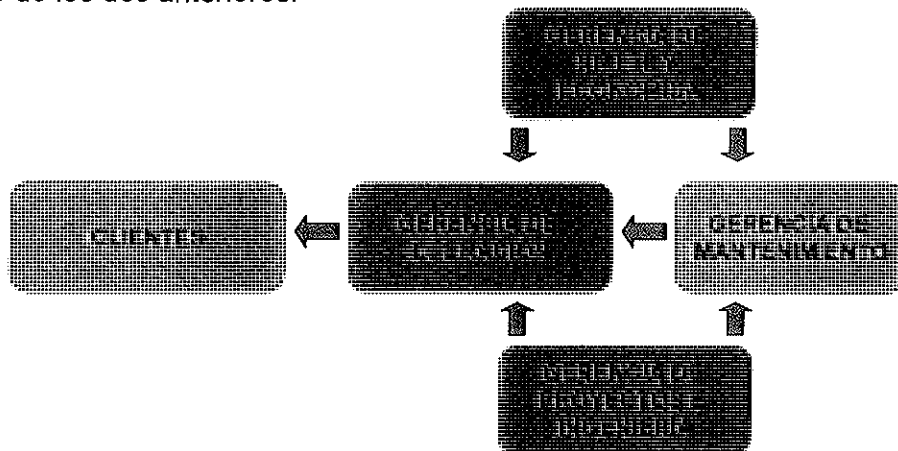


Los tres pilares de la Gestión del Mantenimiento

Por todo ello, el Sistema Ferroviario se dotará de una estructura capaz de materializar los mejores resultados posibles en los indicadores anteriormente señalados.

En relación con la “cadena de valor” o “cadena cliente – proveedor”, los sistemas ferroviarios suelen representar la posición relativa que ocupa cada departamento, respecto del servicio de transporte ferroviario que percibe el cliente.

Normalmente se le atribuye gran parte (si no el 100 %) del contacto directo con el Cliente a la Departamento de Operación, actuando el Departamento de Mantenimiento como su proveedor interno de servicios y siendo el resto de Departamentos, a su vez, proveedores de servicios de los dos anteriores.




CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



Cadena “cliente-proveedor” para la explotación de un Sistema Ferroviario

1.3) TIPOS DE INTERVENCIÓN POR CADA SUBSISTEMA

Se definen básicamente los siguientes tipos de mantenimiento, según norma EN 13306:

A) **Mantenimiento preventivo:** mantenimiento que se realiza a intervalos predeterminados o de acuerdo con criterios preestablecidos, y que está destinado a reducir la probabilidad del fallo o la degradación del funcionamiento de un elemento. Se clasifica en dos tipos:

a. Mantenimiento Predeterminado (programado o sistemático): se realiza con intervalos de tiempo establecidos o con un número definido de unidades de funcionamiento, pero sin investigación previa de la condición. El Mantenimiento Legal o Normativo es un Mantenimiento Predeterminado (programado) establecido en una ley o norma (no contemplado en la EN 13306).

b. Mantenimiento Basado en la Condición: incluye una combinación de monitorización de la condición; y/o inspección; y/o ensayos, análisis y acciones de mantenimiento consiguientes.

El Mantenimiento Predictivo es un mantenimiento basado en la Condición que se realiza siguiendo una predicción obtenida del análisis repetido o de características conocidas y de la evaluación de los parámetros significativos de la degradación del elemento.

B) **Mantenimiento correctivo:** se realiza después del reconocimiento de una avería, que se resolverá seguidamente. Se clasifica en dos tipos:

a. Correctivo inmediato: sin dilación después de detectarse una avería, a fin de evitar consecuencias inaceptables.

b. Correctivo diferido: se retrasa de acuerdo a reglas dadas tras detectarse una avería.

Mantenimiento correctivo. La organización para su ejecución permitirá cumplir con la disponibilidad y fiabilidad, así como con los tiempos de respuesta y de resolución de cada intervención, establecidos para las instalaciones.

- Incidencia: Serán todos los avisos que acontezcan en el funcionamiento, operación o mantenimiento de las instalaciones en sitio, material móvil o sistemas de telemando y monitorización..
- Averías: Son todas aquellas incidencias con fallo que impiden o disminuyen las funcionalidades de las instalaciones.

Se contará con un Sistema de Gestión del Mantenimiento que permita la comunicación de la incidencia/avería, resolución (los trabajos realizados en sus instalaciones) y notificación de las mismas (materiales, tiempos de trabajo, personal, etc.). Se controlará y hará seguimiento estadístico del mantenimiento correctivo.

El Plan de Mantenimiento detallará los códigos para clasificar la averías, los trabajos realizados y las causas de fallo

Se desarrollará un **Mantenimiento Preventivo** de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes que garantice la seguridad en el funcionamiento de las instalaciones, así como el cumplimiento de los indicadores de servicio exigidos para las mismas. Se detallarán todas las operaciones y trabajos programados, periodicidades y contenido de cada revisión, conforme a la normativa aplicable. También los repuestos, personal, herramientas y equipos de medida requeridos. El alcance de las revisiones, inspecciones y verificaciones será específico para cada instalación teniendo en cuenta las necesidades propias de la misma, en función del

tráfico de viajeros, condiciones en su ubicación física, condiciones de funcionamiento, historial de incidencias, fabricante y modelo, siguiendo herramientas de mejora de la estrategia de mantenimiento como RCM (Mantenimiento Basado en la Confiabilidad), salvo las operaciones de mantenimiento legal, cuyas frecuencias y consistencias son de obligado cumplimiento.

El **Mantenimiento Predictivo** seguirá la metodología que basa las intervenciones en la máquina o instalación sobre la que se aplica, en la evolución de una determinada variable, que sea realmente identificadora de su funcionamiento y fácil de medir.

La gran diferencia entre este tipo de mantenimiento y el mantenimiento sistemático, entendiéndose ambos según normativa EN 13306 como Mantenimientos Preventivos, es que el sistemático planifica intervenciones de forma constante y con base en una periodicidad concreta, unas horas de funcionamiento y unas fechas, mientras el mantenimiento predictivo no define ninguna periodicidad concreta, sino que aconseja el lanzamiento de una orden de trabajo preventiva cuando la variable medida comienza a encontrarse en una zona de peligrosidad funcional de la máquina y lógicamente, siempre antes de que se produzca el fallo catastrófico.

La dificultad de implantar este tipo de mantenimiento es, en primer lugar, la localización de dicha variable identificadora y en segundo lugar, correlacionar niveles de aceptación o rechazo de dicha variable con estados reales de la máquina fácilmente medibles. Se seguirán un gran número de técnicas actualmente desarrolladas en el mercado para el mantenimiento predictivo, que al no ser de inmediata aplicación, precisará de un significativo tiempo de interiorización por el equipo técnico de mantenimiento y una adecuada formación del mismo. Sin embargo su buena aplicación redundará en rentabilidad y eficacia del sistema.

El mantenimiento predictivo se complementará con técnicas estadísticas. Es un mantenimiento que se apoya en mediciones rigurosas de variables y tratamiento de dichas medidas, experiencias concretas anteriores, en tendencias evolutivas de dichas variables, en curvas de regresión de fallos y a la postre, en una rigurosa predicción de las condiciones futuras del equipo o sistema. Se presentan las siguientes Principales Técnicas Predictivas:

1. Análisis de Vibraciones.
2. Análisis de Aceite Lubricante.
3. Termografía Infrarroja.
4. Auscultación geométrica de vía.
5. Auscultación geométrica de la línea aérea.
6. Análisis Espectral de Corriente de Motores.
7. Ensayo de Flujo de Dispersión de Motores.
8. Ensayos de Aislamiento (Ondas de choque, Escalones de Tensión y Tangente de Delta).
9. Medida de Impedancia Interna de Baterías.

1.4) EQUIPAMIENTO E INSTALACIONES REQUERIDAS PARA EL MANTENIMIENTO

Los Patios y Talleres de Mantenimiento de Santa Anita y Bocanegra correspondientes respectivamente a la Línea 2 y Ramal de Línea 4 del Metro de Lima, constituyen las principales instalaciones complementarias para el mantenimiento y depósito de los convóyes que circulan por ellas. Estas instalaciones, precisarán una gran superficie para su implantación, ocupando estratégicamente una posición adecuada para la explotación de la línea.




CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

000159

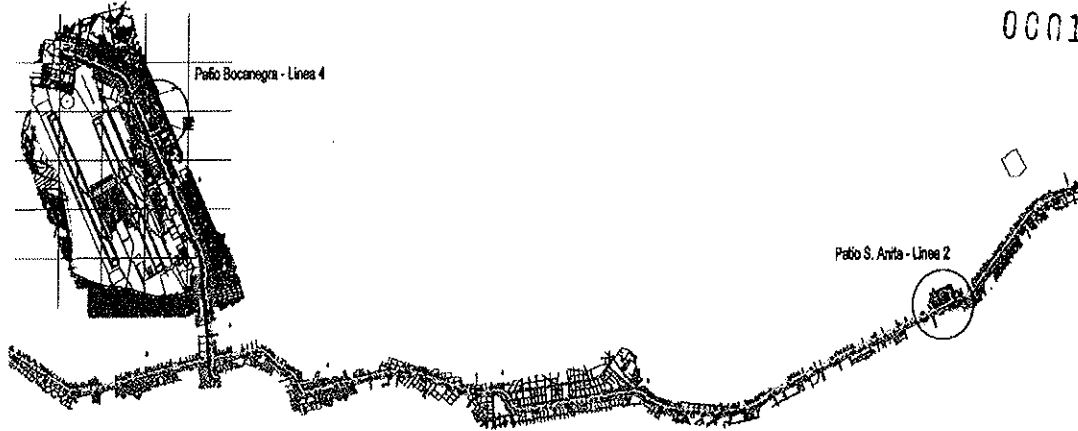




Figura. Localización Patio de Santa Anita-L2 y Bocanegra-Ramal L4

Los recintos de mantenimiento atenderán lo siguiente:

- Todos los trabajos y actividades correspondientes al mantenimiento de ciclo corto y ciclo largo del parque de material rodante de la Línea 2 y el ramal de la línea 4 del Metro de Lima, así como de los vehículos auxiliares y de las instalaciones fijas de la Línea, considerándose no solo la Fase 1A sino también la Fase 2 con unidades de material rodante en configuración de 7 coches.
- Las intervenciones necesarias para la reparación de los accidentes ocurridos en el material rodante durante la operación, así como de daños producidos por actos vandálicos.
- Las intervenciones necesarias para la reparación de los componentes de las Instalaciones fijas.
- Todas aquellas reformas que sea necesario implementar en el material rodante y en los equipos de las Instalaciones fijas.
- Los trabajos completos de preparación y pintado interior y exterior del material rodante.
- Las operaciones de limpieza periódica exterior e interior del material rodante.
- Operaciones de limpieza técnica de bajos y cubierta del material rodante.
- El retorneado de las ruedas del material rodante en torno de foso. El torneado se realizará con la unidad montada sobre los bogies.
- Llenado de areneros del material rodante.
- Llenado de combustible diesel de los vehículos auxiliares
- El mantenimiento completo de dresinas previstas para la asistencia en línea y descarrilos, porta-carriles, para línea aérea de contacto, obra civil, etc.

Los recintos de Santa Anita y Bocanegra dispondrán de los siguientes edificios e instalaciones:

- Taller de reparación menores de Material rodante
- Taller de reparaciones mayores de Material Rodante
- Almacenes
- Talleres de reparaciones del equipamiento de infraestructura ferroviaria
- Taller de reparaciones de equipos auxiliares
- Edificio administrativo, de control y oficinas
- Taller de Material rodante auxiliar
- Sistema de bombeo y contraincendios
- Central de aire comprimido
- Subestaciones de transformación y rectificación (SER)


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 



SOBRE 02. Resumen Ejecutivo

- Cabinas eléctricas
- Instalación de depuración del agua de lavado
- Edificio de recepción y seguridad
- Instalación automática de lavado
- Bodega de almacenamiento de residuos, lubricantes y solvente

Asimismo los Patios dispondrán de:

- Vía para carga y descarga del material y grifo surtidor de petróleo diesel
- Instalación para abastecimiento de arena
- Vía de pruebas de funcionamiento para material rodante
- Cambiavía de seguridad
- Andén para trasvase conducción automática-manual
- Almacenes al aire libre
- Estacionamientos de material rodante al aire libre.

En el interior del taller y depósito se dispondrá del equipamiento que se lista en el epígrafe 8, y que está organizado en grupos de trabajo según las siguientes secciones productivas:

- a. Elevación y mantenimiento
- b. Lavado de bajo cajas
- c. Sección Cajas
- d. Sección Bogies
- e. Sección Ejes montados
- f. Equipos eléctricos
- g. Pantógrafo
- h. Maquinas rotativas
- i. Aire acondicionado
- j. Equipos Electrónicos
- k. Diagnostico
- l. Equipo neumático
- m. Reductores
- n. Enganches
- o. Pintado
- p. Prueba tren
- q. Maquinas y herramientas
- r. Soldadura
- s. Reperfilado de ruedas
 - t. Sección Recuperación de Piezas
- u. Varios
- v. Material Rodante auxiliar
- w. Sistemas Varios
- x. Otro pequeño equipamiento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

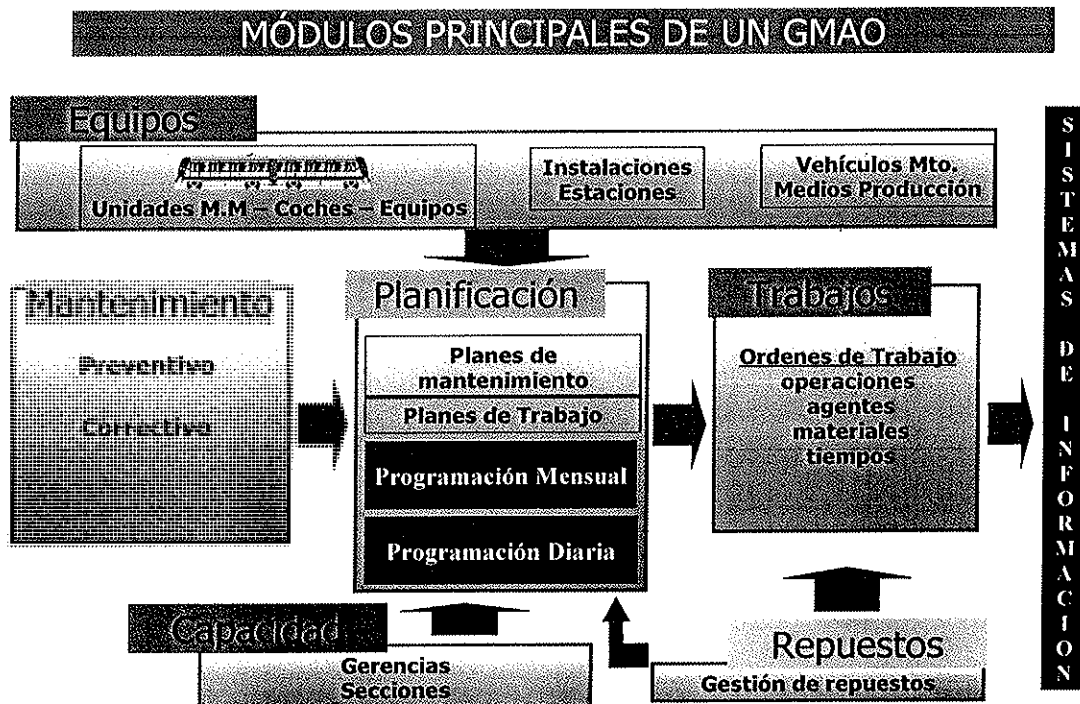


1.5) TECNOLOGÍA APLICABLE

Para la realización de la Gestión Integral de Mantenimiento del Material Rodante y de las Instalaciones se utilizarán herramientas informáticas de planificación y control. Es imprescindible disponer de un GMAO (Gestión del Mantenimiento Asistido por Computador), como por ejemplo "Máximo" o el "Módulo PM del ERP SAP R3".

En software de gestión de mantenimiento permitirá planificar los trabajos a ejecutar sobre los trenes y sus equipos, controlando el personal, los repuestos y los tiempos previstos y empleados. Además estará diseñado para ser utilizado por cualquier usuario, desde el Responsable del Mantenimiento, hasta usuarios no adiestrados.

000161




En software de gestión de mantenimiento permitirá planificar los trabajos a ejecutar sobre los trenes y sus equipos, controlando el personal, los repuestos y los tiempos previstos y empleados:

- Navegación a través de ratón por iconos, ventanas, menús y opciones.
- Ayudas indexadas, temáticas e hiper-textos.
- Seguridad y control de accesos al sistema, individualizada y con perfiles de usuario.
- Metodología y fácil aprendizaje, controles validación ante manipulaciones erróneas.
- Carga de datos rápida por código de barras de órdenes de trabajo y materiales.

Se desarrollan seguidamente los **módulos de software** fundamentales y necesarios que se implantarán (como mínimo) para una correcta gestión del mantenimiento desde el punto de vista del **usuario de mantenimiento ferroviario** :

- **Equipos:** En esta base de datos se integrarán los trenes e instalaciones.
 - Gestión individualizada por número de serie.
 - Estructura en árbol, con conexión entre equipos.
 - Históricos de ubicación, averías, horas de trabajo, costes, personal, materiales.
- **Planes de trabajo:** En esta base de datos se incorporarán las fichas técnicas de intervención sobre los equipos, para la posterior generación de órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo:
 - Tiempos de trabajo previstos.
 - Personal, materiales y herramientas necesarias.
 - Operaciones y trabajos a ejecutar.
- **Mantenimiento preventivo:** En esta base de datos se asociarán los planes de trabajo, con la frecuencia que se deben de aplicar sobre los equipos para su mantenimiento preventivo.
 - Frecuencias: temporales (días, meses, etc.), kilometraje y horas de funcionamiento.


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

- Estructura en árbol, con conexión entre gamas.
- Generación automática de órdenes de trabajo, de acuerdo al plan de mantenimiento preventivo.
- Ordenes de Trabajo: En esta base de datos se introducirán los trabajos realizados sobre un equipo, bien por mantenimiento preventivo, correctivo o de cualquier otra índole.
 - Carga de tiempos, personal, materiales, herramientas, reparación efectuada, etc.
 - Trabajos previstos y reales, su comparación y las desviaciones.
 - Estructura en árbol, con conexión entre órdenes de trabajo.
 - Históricos, partes diarios personal, gestión de personal, etc.
 - Impresión con código de barras.
- Almacén/Repuestos: En esta base de datos se cargarán los materiales, repuestos y fungibles que se utilizan en los trabajos de mantenimiento de los equipos.
 - Gestión de almacén ABC, punto de pedido, existencias, etc.
 - Generación de órdenes de compra automática, por "bajo mínimos".
 - Proveedores, albaranes y facturas.
 - Históricos, cálculos automáticos de lote económico, consumos medios, salidas/entradas, etc.
 - Emisión de etiquetas con código de barras para gestión de materiales.
- Planificación: Este módulo permite visualizar las futuras cargas de trabajo, OT's y gamas planificadas con distintos colores que identifican su origen.
 - Representación gráfica en tabla de OT's/gamas y fechas de inicio/fin.
 - Recálculo automático de fechas de inicio en OT's/gamas por festivos.
 - Cambio de fechas de inicio OT's/gamas automática desde tabla gráfica.
- Informes: El software incorporará una amplia posibilidad de consultas configurables a las bases de datos, para la creación de reportes ejecutivos y control de resultados.
 - Consultas por pantalla a las bases de datos: históricos, ordenación por cualquier campo, búsqueda avanzada, etc.
 - Informes impresos de generación automáticos: equipos, gamas, OT's, almacén, repuestos, planificación, costes, personal, etc.
 - Generador de informes personalizados. Programación de consultas avanzadas para pantalla, impresora o fichero.
 - Exportación de datos a otras aplicaciones; hojas de cálculo, bases de datos corporativas, etc.
- Ayudas: El módulo de ayudas permite optimizar el uso del software por parte de los usuarios, aumentando su potencialidad y disminuyendo los errores en su operación.
 - Ayuda en línea e hiper-texto.
 - Temas, consultas e impresión de la ayuda o tema completo.
 - Búsqueda de palabras y su función.
 - - Explicación de uso de la ayuda.
 - Ventanas de dialogo por error en el uso del sistema. Explicación del fallo y su posible solución.
- Utilidades: Están orientadas a facilitar la gestión del sistema por todos los usuarios, permitiendo de forma sencilla la actualización de las tablas que componen las bases de datos.
 - Consulta y actualización de las tablas de datos: equipos, OT's, gamas, planes de trabajo, almacén, repuestos, etc.
 - Ordenación por diversos campos y búsqueda avanzada.
 - Copia automática de parámetros de los equipos.

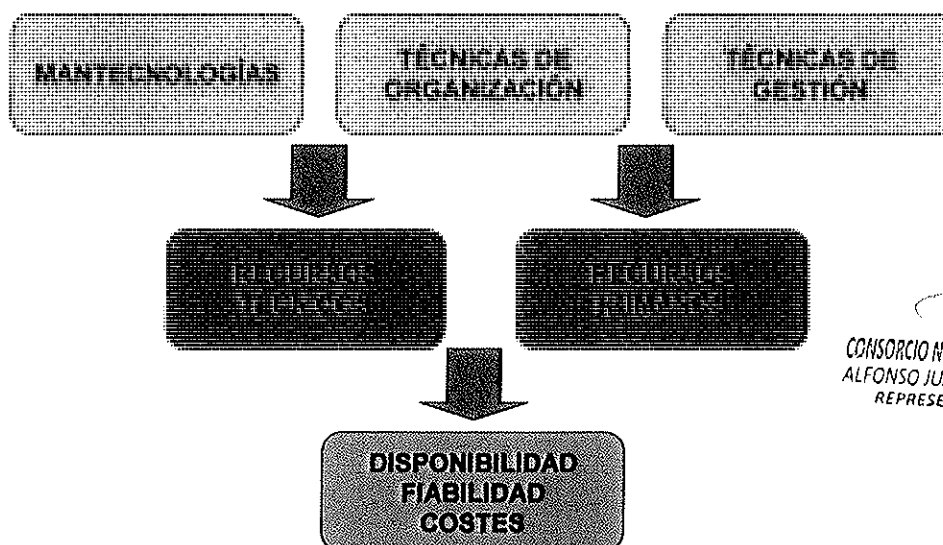
- **Seguridad:** Este módulo está restringido al administrador del sistema y permite controlar el acceso de los usuarios y delimitar que opciones puede utilizar sobre el sistema.
 - Control personalizado de acceso; nombre usuario y clave oculta.
 - Perfiles de usuario: planificador, almacén, compras, supervisor, etc.
 - - Funciones del usuario: opciones a las que se le permite acceder.
- **Administración:** Este módulo está restringido al administrador del sistema, permitiendo configurar la aplicación con los parámetros iniciales adecuados y gestionar las bases de datos.
 - Configuración preliminar de los parámetros al acceder a las opciones del sistema.
 - Análisis del estado de capacidad de las bases de datos.
 - Descripción de los campos que conforman las bases de datos.

000163

Otras **tecnologías aplicables** al mantenimiento del Sistema Ferroviario son:

- **Sistemas de Auto diagnóstico de Equipos:** Todos los sistemas del Material Rodante e Infraestructuras controlados por microprocesador o autómatas programables (PLC's), incorporan herramientas de auto diagnóstico que facilitan notablemente el mantenimiento correctivo y la resolución de averías complejas. Estas herramientas se implementan en los sistemas de ATO/ATP, Telecomunicaciones, Tracción Eléctrica, etc.
- **RCM (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad):** Es un proceso para determinar qué debe ser hecho para asegurar que un elemento físico continúa desempeñando las funciones deseadas en su contexto operacional.
- **TPM (Mantenimiento Productivo Total):** Mantenimiento Productivo Total (del inglés de Total Productive Maintenance, TPM) es un sistema desarrollado para eliminar pérdidas, reducir paradas, garantizar la calidad y disminuir costes en las empresas con procesos continuos.
- **Sistema de Gestión por Objetivos y CMI (Cuadro de Mando Integral):** Herramientas para la Dirección de Mantenimiento que se considera un nivel de desarrollo organizacional superior, donde la colaboración, compromiso y autodirección son prerequisites para un alto rendimiento de la organización, caracterizada por su creatividad y capacidad de combinar estratégicamente las posibilidades internas y externas en un contexto de valores, ética e integridad, para producir resultados sinérgicos.

Todas estas tecnologías aplicadas al mantenimiento del Sistema Ferroviario se complementan para que la futura gestión del Mantenimiento sea lo más exitosa posible. Está debe basarse en una pirámide invertida de técnicas, cuyo fin máximo es que **“todos los recursos deben orientarse a la obtención de los mejores resultados en los indicadores de Disponibilidad, Fiabilidad y Costes”**.



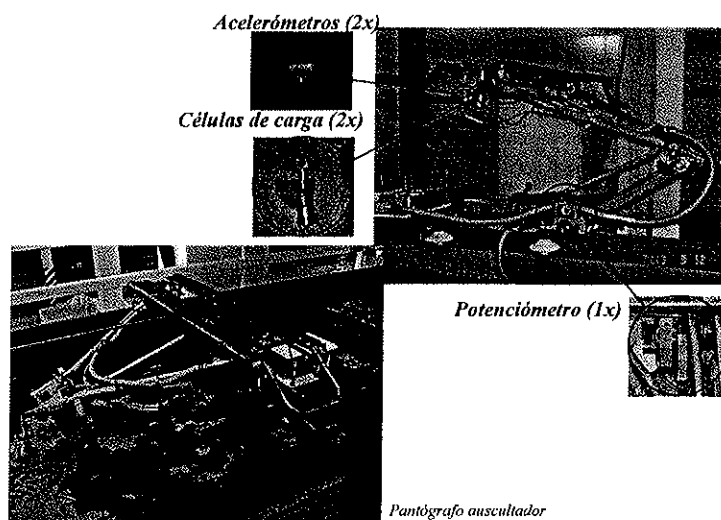

 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL 

1.6 AUTOMATIZACIÓN PARA EL CONTROL DE LA INTERFACE RUEDA – RIEL. DIAGNÓSTICO COMPUTARIZADO DE LA GEOMETRÍA DE LA VÍA FÉRREA Y CATENARIA. IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES Y TELECOMUNICACIONES DEL SISTEMA.

En el mantenimiento del material rodante y de su interacción con la vía y catenaria, se ha previsto un **sistema automático de diagnóstico de estado de ruedas y del pantógrafo** en la vía de entrada del depósito hacia el taller.

Asimismo se instalarán en determinados trenes sistemas de comprobación de la calidad del contacto de la toma de energía eléctrica (según EN 50318), tal y como se expone en la figura.

Pantógrafo sensorizado para comprobar calidad de contacto según EN 50318



El equipo de diagnóstico de ruedas permite obtener la medida de determinados parámetros de las ruedas de la unidad, a su paso por el mismo, detectando automáticamente cualquier rueda que esté fuera de tolerancias. El equipo estará techado para protegerlo de intemperie y suciedad.

medirse medirán al menos los siguientes parámetros de estado de grado de desgaste de la rueda:

- Altura de la pestaña
- Grosor de pestaña
- Factor qR
- Distancia entre caras internas (DCI)
- Distancia entre caras activas (DCA)
- Diámetro de rodadura (no directamente, sino calculado a partir de un diámetro anterior conocido)

El equipo se instalará en vía liberando dos hilos de carril. En la zona de medida se sustituirán los carriles por pasos de vía modificados (ahuecados). Éstos son zonas de rodadura y están

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL




construidos en material similar al empleado en los carriles. La rodadura se produce por la parte exterior de la banda de rodadura, quedando la parte activa de la misma libre, para poder efectuar las medidas.

000165

Se instalará un láser que mide el perfil de la rodadura por triangulación en cada hilo de carril. Para medir de una manera eficaz la distancia entre caras internas, a cada lado de la vía se instala un láser de triangulación puntual, deduciendo la distancia por cálculo matemático. Finalmente, la distancia entre caras activas se calculará mediante cálculo matemático a partir de la distancia entre caras internas y gruesos de pestaña.

Tras realizar la verificación, en caso de existir alguna anomalía, se analizará y corregirá, para lo cual la unidad puede ser inmovilizada para evitar riesgos en la circulación.



Para el diagnóstico de la superestructura y la vía se emplean equipos de auscultación de la geometría embarcados en vehículos de mantenimiento viario. La tecnificación del mantenimiento, conjuntamente al establecimiento de procedimientos adecuados, permitirá garantizar unos elevados parámetros tanto de seguridad como de confort, con unos costes contenidos.

El **Centro de Gestión del Mantenimiento de las Instalaciones (CGMI)** del Sistema Ferroviario permitirá la gestión de las operaciones de mantenimiento de las instalaciones y telecomunicaciones y tendrá como objetivo planificar, organizar y controlar todas las actividades y procesos involucrados en la operativa del mantenimiento. El CGMI contará con un sistema informático de gestión de mantenimiento, también conocidos como GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador), que sirva de herramienta para esta gestión, integrando todos los procesos de gestión y un Help Desk formado por personal de mantenimiento para la recepción, registro, gestión de todas las incidencias y desde el que se lanzarán las acciones correctivas necesarias a través de protocolos de comunicación definidos a tal efecto.

Este sistema GMAO tiene por objeto:

- Permitir la planificación, seguimiento y control eficiente de los trabajos.
- Permitir la integración con el resto de sistemas informáticos (Gestión Económica, RRHH, otras Áreas de explotación, etc.).
- Dar soporte a las nuevas metodologías a implantar (metodología RCM, control de trabajos por punto kilométrico, toma de mediciones, etc.).
- Conseguir un histórico de actuaciones de mantenimiento analizable.
- Soportar un inventario de instalaciones completo.
- Mejorar la fiabilidad de los datos que se cumplimentan en las órdenes de trabajo.
- Mejorar la distribución de las cargas de trabajo.
- Aflorar la realidad del trabajo realizado en mantenimiento.
- Ser el repositorio de la información de partida para el cálculo de costes del mantenimiento por instalación (horas y materiales).
- Generar una mayor competitividad frente a estamentos externos.
- Dar apoyo en la resolución de las incidencias.
- Permitir una unificación de criterios en la resolución de las averías.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



Uno de los cometidos principales del CGMI es la gestión de las incidencias en base a un tratamiento centralizado de todas las averías, con una vía única de entrada y registro de todas las anomalías en la línea y una priorización de aquellas averías con impacto en la circulación para su pronta resolución. La incidencia y la comunicación de la misma pueden ser recibidas a partir de un usuario o una persona de la concesionaria o a través de alarmas de equipos para los que se tenga disponible dicha funcionalidad.

Una vez que el CGMI adquiera experiencia y madurez y un mejor conocimiento de su funcionamiento y de las diversas incidencias que pueden producirse, se desarrollará un **modelo de gestión avanzada de incidencias:**

000166

- Procedimientos estructurados de tipificación y diagnóstico de incidencias, concretando la causa de su fallo y lanzando protocolos de resolución por personal de help desk con operaciones básicas y guiadas.
- Monitorización remota de alarmas: La tecnológica de los equipos y las comunicaciones de alta capacidad, permiten el registro y tratamiento remoto del funcionamiento de las instalaciones.
- Tele-actuación: Tele-mantenimiento y actuación remota por especialistas, accediendo desde su puesto a las herramientas específicas del equipamiento supervisado en remoto.

El desarrollo de este **modelo** profundizará en la caracterización de las incidencias como valor añadido a su registro, aportando información más relevante para el mantenedor encargado de resolver la incidencia. La mejora de esta tipificación precisa de un análisis de las averías mostradas por los equipos y sus causas de fallo. Sin información histórica ni experiencia de la operación del sistema, la definición del proceso de caracterización resulta más compleja y no permitirá obtener las todas las ventajas que podría aportar. De ahí que se considere más conveniente desarrollar una gestión de incidencias avanzadas tras un periodo de operación del sistema. Por este motivo se propondrá este desarrollo como mínimo cinco años después del inicio de la operación comercial de la Primera Etapa A.

1.7) PERSONAL REQUERIDO

Todo el personal estará correctamente cualificado y habrá asistido a los cursos en materia de seguridad, antes de asistir al mantenimiento.

Debe garantizarse la prestación del Servicio durante las 24 horas del día, todos los días del año. Los trabajos de mantenimiento que sean susceptibles de planificación o programación se desarrollarán en el horario en el que exista la menor necesidad de disponibilidad de los elementos, esto es, con carácter general en horario nocturno, fuera del horario comercial.

El personal de mantenimiento deberá atender las solicitudes de trabajos de mantenimiento correctivo (avisos) con unos tiempos de respuesta y de resolución que permitan cumplir con los niveles de disponibilidad y fiabilidad establecidos para este equipamiento.

Se dispondrá para el personal, de los locales necesarios para vestuarios, centros u oficinas de gestión, almacenes de repuestos y talleres de reparaciones. etc.

Se dispondrá de una estructura operativa de recursos humanos que le permita cumplir con el servicio y niveles de calidad del servicio establecido, contemplando: personal directivo, personal técnico, personal operario y personal de apoyo/administración.

En el Plan de Mantenimiento se detallarán los recursos humanos para la realización correcta del servicio de mantenimiento de estas instalaciones.

El personal de mantenimiento aumentará y se reforzará conforme avance en la construcción, la puesta en marcha y la explotación (apertura de los distintos tramos), según el Plan de Mantenimiento de cada fase, necesario para realizar cada una de las tareas especificadas en el anejo M, Descriptivo de Mantenimiento y del anejo F, con la propuesta de organización del equipo de trabajo para el Mantenimiento..

1.8) LISTADO DE EQUIPOS FIJOS Y MÓVILES PARA EL MANTENIMIENTO

Los equipos de mantenimiento previstos permitirán desarrollar todas las actividades y operaciones de mantenimiento previstas para el material rodante e instalaciones fijas. Se adjunta a continuación el listado general no exhaustivo de los principales equipamientos de

Mantenimiento de Material Móvil para el Taller de Santa Anita. Para ampliar esta información se puede consultar el punto I.8. de la Propuesta Técnica.

Se dispondrá de las siguientes máquinas y herramientas:

000167

N°	EQUIPO	CANTIDAD	FIJO / MOVIL
85	Cortadora a disco	1	F
86	Amoladora de doble rueda	1	F
87	Centro de mecanizado CNC de 4 ejes	1	F
88	Taladro de columna	1	F
89	Torno de 3 ejes CNC de 1500 mm entre puntas	1	F
90	Torno paralelo para ejes y ejes montados y no motorizados	1	F
91	Rectificadora cilíndrica CNC para ejes	1	F

Se dispondrá del siguiente Material Rodante Auxiliar:

N°	EQUIPO	CANTIDAD	FIJO / MOVIL
134	Carretilla para suministro de aceite	1	M
135	Carretilla para distribución de grasa	1	M
136	Carretilla para recuperación de aceite de purga	1	M
137	Moto barredora eléctrica	2	M
138	Locomotora Diesel de maniobra	1	M
139	Locomotora Diesel de línea	1	M
140	Vagoneta autopropulsada con grúa	1	M
141	Vagoneta autopropulsada con plataforma aérea	1	M
142	Vagoneta autopropulsada con escalera	1	M
143	Vehículo moledor (rectificador de rieles)	1	M
144	Bateadora hidráulica	1	M

1.9) OTROS QUE SE CONSIDERARAN APLICABLES.

Al objeto de completar adecuadamente el Plan de Mantenimiento de la Infraestructura y del Material Móvil, se requiere contar asimismo con:

- Plan de Mantenimiento de los Equipos Fijos y Móviles para el mantenimiento: Éstos deben incluir y desarrollar los apartados adjuntos:
 1. Tipos de actividades de mantenimiento.
 2. Mantenimiento correctivo.
 3. Mantenimiento preventivo.
 4. Mantenimiento predictivo.
 5. Recursos humanos.
 6. Recursos técnicos.
 7. Sistemas de gestión del mantenimiento.

- Plan de entrenamiento de personal especializado en el diagnóstico y mantenimiento: Uno de los factores más importantes del mantenimiento es la formación continua del personal, en el que se le proporcionan los conocimientos técnicos y habilidades para la correcta ejecución de las tareas de mantenimiento correctivo y preventivo. Dado que los Sistemas Ferroviarios son entornos industriales con unas condiciones de trabajo complejas y


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



severas, habitualmente se imparte una formación inicial (3 a 6 meses) para el personal previamente seleccionado, consistente en:

- Conocimientos básicos del Sistema Ferroviario.
- Conocimientos técnicos de las instalaciones concretas montadas en el sistema por marca y modelo.
- Formación en seguridad ferroviaria e industrial.

De acuerdo con los niveles de mando, habrá dos niveles de cursos: básico y avanzado. La preparación de los cursos de formación y manuales de enseñanza estará a cargo de especialistas en mantenimiento de este tipo de instalaciones.

J. PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

J.1 PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD, INCLUYENDO EL PLAN DE CALIDAD DE DISEÑO

El Consorcio Nuevo Metro de Lima ha desarrollado un Plan de Aseguramiento de la Calidad para el desarrollo del "Proyecto Línea 2 y Ramal AV. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao", tomando como base las norma UNE-EN-ISO-9001.

El Consorcio Nuevo Metro de Lima será responsable de mantener un estricto control de configuración de todos los aspectos del diseño, construcción, instalación y mantenimiento de todos los sistemas.

El Plan de Aseguramiento de la Calidad establecido por el Consorcio Nuevo Metro de Lima es de aplicación a todas las fases del contrato (diseño, obra y explotación), aunque para cada una de las fases se ha establecido un Plan de Aseguramiento de Calidad adaptado a las características concretas de los trabajos en cada una de las etapas.

El Plan de Aseguramiento de Calidad del proyecto contiene:

- Plan General de Calidad
- Plan de Calidad de Diseño
- Plan de Calidad durante la ejecución de las Obras
- Plan de Calidad de la Tecnología del sistema y de Equipamientos Civiles
- Plan de Calidad del Material Rodante
- Plan de Calidad de la Explotación

Con la aplicación de este Plan de Aseguramiento de la Calidad el Consorcio Nuevo Metro de Lima asegura establecer las acciones necesarias para lograr el aseguramiento de la calidad en los trabajos de diseño, obra y explotación, así como establecer los mecanismos para su control y mejora continua. El Plan de Aseguramiento de la Calidad se basa fundamentalmente en las siguientes premisas:

- Garantizar que se cumplen todos los requisitos legales aplicables.
- Realizar auditorías internas para verificar que el Plan de Aseguramiento de Calidad se mantiene adecuadamente implantado.
- Evaluar continuamente la satisfacción de los clientes.
- Implicar a todos los trabajadores en el control de la calidad y buscar un aumento continuo de su eficacia y eficiencia.
- El compromiso de la alta dirección, expresado en la política y los objetivos de calidad.
- Procesos de control operativo sobre los principales trabajos.
- Programa de mejora continua con objetivos concretos.

El Plan de Aseguramiento de Calidad establecido sigue las Normas Internacionales UNE-EN-ISO-9001 y UNE-EN-ISO 10005 vigentes, en los aspectos que se refieren a los requisitos de calidad y las directrices para los planes de calidad, que reflejan el compromiso de las mismas de realizar sus actividades con la calidad requerida por el cliente.

Dicho Plan alcanza a:

Personal de la Organización

000169

Todo el personal implicado en la ejecución de los trabajos cumplirá las directrices que figuran en el Plan de Aseguramiento de la Calidad.

Proveedores y Subcontratas

Los proveedores y subcontratistas implicados podrán aplicar sus propios procesos internos para realizar los trabajos, una vez aprobados por el Consorcio Nuevo Metro de Lima.

El alcance del Plan de Aseguramiento de Calidad cumple todos los requisitos de ambas normas internacionales incluidos los relacionados con el control de diseño, obra y mantenimiento.

El Plan de Aseguramiento de la Calidad elaborado por el Consorcio Nuevo Metro de Lima incluye:

- **Plan General de Calidad**

El Consorcio Nuevo Metro de Lima presenta un Plan General de Calidad basado en la norma UNE-EN-ISO-9001 cuyo propósito es presentar una descripción general del Sistema de Aseguramiento de la Calidad y de todos los elementos operativos, que sirva de referencia permanente para la implantación y el mantenimiento del sistema de calidad durante todas las fases del proyecto, a fin de asegurar que todos los productos y servicios se realicen o se efectúen de conformidad con las políticas y los objetivos de calidad establecidos y con los requerimientos contractuales. Se trata de un documento que describe el Sistema de Gestión de Calidad según el ISO 9001:2008, a implementar en el Proyecto para sus diferentes etapas.

- **Plan de Calidad de Diseño**

La CJV desarrolla un Plan de Aseguramiento de la Calidad para la fase de diseño del proyecto donde se describen todas las medidas que el Consorcio Nuevo Metro de Lima llevará a cabo para asegurar una coordinación eficiente y eficaz de los diseñadores junto con una integración multidisciplinar eficiente y eficaz de toda la actividad de diseño. El Plan de Calidad de Diseño es el documento que se implantará durante la elaboración de los EDI y abordará y describirá las metodologías para asegurar la eficiencia y eficacia de la coordinación entre los diseñadores y de la integración multidisciplinar de todo el proceso de diseño.

Las empresas que conforman la CJV poseen Sistemas de Calidad certificados y acreditados por la cultura, la política y el compromiso que las compañías han adoptado con respecto a la calidad.


Para asegurar la correcta implantación de los requisitos del proyecto de forma integrada, el Consorcio Nuevo Metro de Lima definirá una serie de procesos clave que asegurarán la calidad de la administración y coordinación del proyecto.

Estos procesos clave serán específicos para la ejecución del diseño y de aplicación a la totalidad de la organización. Se identifican los siguientes procesos clave en la fase de diseño:

- Gestión de la Documentación
- Control de los Registros
- Control del Diseño
- Compras
- Seguimiento y Medición
- Auditorías Internas
- Control de Producto No Conforme
- Acciones Correctivas

- **Plan de Aseguramiento de la Calidad en la Fase de Obra**

Para el correcto desarrollo de los trabajos del "Proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao", la CJV ha desarrollado un


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 

000170

Plan de Aseguramiento de la Calidad para la fase de obra, tomando como punto de partida las Normas Norma UNE-EN-ISO 9001:2008 y UNE-EN-ISO 10005:2005.

Las Empresas que conforman la CJV poseen Sistemas de Calidad certificados y acreditados por la cultura, la política y el compromiso que las compañías han adoptado con respecto a la calidad.

Para el desarrollo del Plan de Aseguramiento de la Calidad de la fase de obra del Proyecto la CJV asume y se basa en el Sistema de Gestión de Calidad de la empresa Dragados integrante del Consorcio.

El Plan de Calidad para la Fase de Obra incorpora los métodos de construcción e ingeniería, prácticas, técnicas y estándares que serán utilizados en el desarrollo de la obra, teniendo en consideración los procedimientos constructivos, los planes de inspección y ensayos, y el control de las versiones de los documentos distribuidos en la obra y presentados a la Supervisión y al Concedente (de ser el caso).

El Plan de Calidad que implantará la CJV en la obra, es un documento, de carácter preventivo, que basado en los procesos de realización, apoyo y gestión del Sistema, define las actuaciones relacionadas con la gestión de la calidad a realizar durante la obra, teniendo en cuenta las características específicas de la misma.

- **Plan de Calidad de la Tecnología del Sistema y de Equipamientos Civiles**

La CJV presenta un Plan de Aseguramiento de la Calidad de la Tecnología del Sistema y de Equipamientos Civiles, tomando como punto de partida las Normas Norma UNE-EN-ISO 9001:2008 y UNE-EN-ISO 10005:2005.

Para el desarrollo del Plan de Aseguramiento de la Calidad de la Tecnología del Sistema y de Equipamientos Civiles, la CJV asume el Sistema de Gestión de Calidad de la empresa Ansaldo STS integrante del Consorcio.

Este Plan de Calidad incorpora y es de aplicación a:

- El diseño, fabricación, ventas, instalación, adquisiciones, formación, mantenimiento y reparación de los ferrocarriles, sistemas de transporte público, suministros energéticos y componentes relacionados.
- Suministro de sistemas de soporte mecánicos, eléctricos, electrónicos y de tecnologías de software, incluyendo telecomunicaciones, señalización ferroviaria, sistemas de supervisión, integración de sistemas, control remoto y bienes y servicios vinculados a estas actividades.

- **Plan de Calidad del Material Rodante**

La CJV ha desarrollado un Plan de Aseguramiento de la Calidad del Material Rodante, tomando como punto de partida las Normas Norma UNE-EN-ISO 9001:2008 y UNE-EN-ISO 10005:2005.

Para el desarrollo del Plan de Aseguramiento de la Calidad del Material Rodante, la CJV asume el Sistema de Gestión de Calidad de la empresa AnsaldoBreda, integrante del Consorcio y encargada de la supervisión de la calidad del material rodante.

- **Plan de Aseguramiento de la Calidad en la Fase de Explotación**

Garantizar un servicio de alta seguridad y calidad a los usuarios es el fin primordial en el desarrollo y gestión de la fase de explotación del Metro de Lima.

Para la fase de explotación la Sociedad Concesionaria propone un **Sistema de Gestión Integrado de Calidad, Medio Ambiente y PRL**, mediante el cual se pretende conseguir el mejor resultado empresarial, gestionando las tres disciplinas de forma integrada, es decir, integrando los sistemas que las componen, los procesos que los conforman y las actividades concretas que componen cada proceso.

El Plan de Aseguramiento de la Calidad sirve de referencia permanente para la implantación y el mantenimiento del sistema de calidad, a fin de asegurar que los productos y servicios se realicen de conformidad con las políticas y los objetivos de calidad establecidos.


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



La Sociedad Concesionaria identifica los procesos necesarios para ⁰⁰⁰¹⁷¹gestionar eficientemente la gestión de la calidad de la explotación, establece la secuencia e interacción entre los diferentes procesos del sistema de gestión de calidad a mantener y determina los criterios y métodos que aseguran su operación y control eficaz.

Para lograr el aseguramiento de la calidad de todo el sistema, el Concesionario establece los procesos para identificar y planificar las actividades que afectan directamente a la calidad de los trabajos y asegurar que se llevan a cabo en condiciones controladas. Para la certificación de este Sistema de Gestión, la Sociedad Concesionaria tomará como punto de partida el contenido de los procesos y procedimientos desarrollados para cada disciplina, llevando a cabo las modificaciones oportunas para su completa adaptación a las necesidades de las instalaciones.

J.2 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL CONTENIDO DEL MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD

El Manual de Control de Calidad describe todos los sustentos técnicos y los criterios adoptados para la elaboración del Manual de Control de Calidad. Se describe la estructura organizacional del Área de Calidad.

El objeto del Manual de Gestión de Calidad es el de describir la estructura y funcionamiento básico del Sistema de Calidad implantado por el Consorcio Nuevo Metro de Lima en las diferentes fases del contrato.

Objeto y Alcance

El Manual de Gestión de Calidad describe el Sistema de Gestión de Calidad mediante el cual el Consorcio Nuevo Metro de Lima desarrolla e implanta su Política de Calidad y gestiona todos los procesos de trabajo.

El Manual de Gestión de Calidad será aplicable a toda la documentación, procesos, procedimientos y personal que intervengan en la gestión de calidad bajo la norma de referencia **UNE-EN-ISO 9001:2008**.

En la fase de diseño se toma como base y referencia el Manual de Gestión de Calidad diseñado para esta fase en concreto.

El Sistema de Calidad a utilizar durante el desarrollo de la fase de obra del proyecto es el Sistema de Gestión de Calidad de Dragados. Este Sistema cumple con los requisitos de la norma UNE-EN ISO 9001:2008 y consta del "Manual de Gestión de la Calidad", que está constituido por un documento denominado GC (Gestión de la Calidad) y una serie de Procedimientos Generales.

El objeto del Manual de Gestión de Calidad es el de describir el Sistema de Gestión de Calidad implantado por Dragados, empresa integrante del consorcio.

Dicho Manual presenta el contenido mínimo del Sistema de Gestión de Calidad que Dragados tiene implantado y el cuál se tomará como base durante la fase de obra del presente contrato.

Finalmente, en la fase de explotación se presenta un nuevo Manual de Gestión de Calidad que deberá ser utilizado para la futura certificación del Sistema de Gestión de Calidad que se presenta para esta fase del contrato.

Documentación de Referencia

El Manual de Gestión de Calidad, al igual que el propio Sistema de Gestión de Calidad se basa en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008.

El análisis del Manual y del propio Sistema de Gestión de Calidad en cada una de las fases del contrato, así como las decisiones tomadas y posibles acciones a implantar se definirán en el Informe de la Revisión del Sistema por la Dirección. Este análisis, al igual que el informe que lo recoge, se hará con una periodicidad no superior a un año.

A continuación se presenta un breve resumen del Manual de Gestión de Calidad de la empresa Dragados, integrante del consorcio:

Estructura Documental del Sistema de Gestión

El Sistema de Gestión de la Calidad de DRAGADOS es el medio utilizado en la organización para proporcionar regularmente productos que satisfagan los requisitos del cliente, los legales y reglamentarios aplicables y cualquier otro adicional determinado por la Organización, a fin de lograr la máxima satisfacción del Cliente.

El Sistema está basado en la determinación y gestión adecuada de los procesos (1) clave o relevantes, desde el punto de vista de la gestión de la calidad, en que se organizan las actividades desempeñadas por la Empresa, con el fin de alcanzar los objetivos citados anteriormente.

Los procesos clave se clasifican en cuatro grupos:

- **Procesos de Dirección**
 - PG-1.01 Análisis y revisión del Sistema:
- **Procesos de Ejecución**
 - PG-2.01 Desarrollo y control de proyectos
 - PG-2.02 Revisión del contrato.
 - PG-2.03 Planificación de la ejecución y del control de la obra.
 - PG-2.04 Seguimiento de la ejecución y del control de la obra.
 - PG-2.05 Entrega de la obra.
- **Procesos de Apoyo**
 - PG-3.01 Control de equipos de inspección, medición y ensayo.
 - PG-3.02 Mantenimiento de la maquinaria.
 - PG-3.03 Formación del personal.
 - PG-3.04 Compras en obras.
- **Procesos de Gestión**
 - PG-4.01 Tratamiento de No Conformidades.
 - PG-4.02 Acciones Correctivas y Preventivas
 - PG-4.03 Auditorías Internas del Sistema.
 - PG-4.04 Satisfacción del Cliente.
 - PG-0.01 Elaboración, control y modificación de procedimientos
 - PG-0.02 Control de la documentación
 - PG-2.00 Plan de calidad de la obra

Responsabilidad de la Dirección

La Dirección de DRAGADOS, a través del presente Manual, se compromete a desarrollar e implementar el Sistema de Gestión de la Calidad en el marco de una política de Gestión de la Calidad eficaz, basada en cumplir los requisitos legales, los reglamentarios aplicables y aquellos que establezcan los clientes, aumentar la satisfacción de éstos y mejorar continuamente los resultados.

Gestión de los Recursos

Para conseguir la correcta aplicación del Sistema de Gestión de Calidad, mejorar continuamente su eficacia y aumentar la satisfacción del Cliente se dispone los recursos necesarios descritos a continuación.

- Recursos Humanos
- Infraestructura

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



Ejecución de las Obras

El objetivo esencial del Sistema de Gestión de la Calidad de DRAGADOS, S.A. es asegurar que las obras se realizan de acuerdo con los requisitos exigidos, tanto los especificados en el

contrato como los no establecidos por el Cliente que resulten reglamentarios o necesarios para la finalidad prevista.

000173

El hecho de que cada obra tenga sus propias características y que las exigencias de cada Cliente sean distintas en cada caso, obliga a la elaboración de un PLAN DE CALIDAD en cada obra, elaborado de acuerdo al (PG-2.00 "Plan de Calidad") y que recoge las actuaciones relacionadas con la gestión de la calidad a realizar durante el transcurso de la misma, para asegurar el cumplimiento de los requisitos establecidos en los procedimientos generales del Sistema.

PG-0.02	Control de la documentación.
PG-2.01	Desarrollo y control de proyectos.
PG-2.02	Revisión del contrato.
PG-2.03	Planificación de la ejecución y del control de la obra.
PG-2.04	Seguimiento de la ejecución y del control de la obra.
PG-2-05	Entrega de la obra.
PG-3.01	Control de equipos de inspección, medición y ensayo.
PG-3.02	Mantenimiento de la maquinaria.
PG-3.04	Compras en obras
PG-4.01	Tratamiento de No Conformidades
PG-4.02	Acciones Correctivas y Preventivas

Medición, Análisis y Mejora del Sistema

El Sistema de Gestión de la Calidad implantado con el fin de que se mejore de forma continua, se mide y analiza los siguientes datos:

- Grado de satisfacción del Cliente

La información relativa a la satisfacción del Cliente se obtiene a través de las no conformidades abiertas por el Cliente en el transcurso de la obra, de las reclamaciones recibidas tras la entrega de la misma y de la Encuesta de Satisfacción del Cliente.

- Conformidad y eficacia del Sistema

Establece los requisitos necesarios para la planificación y desarrollo de las auditorías, los encargados de realizarlas y la forma de registrarlas y transmitir las al personal responsable del área auditada y a la Dirección de la Empresa, así como el mantenimiento de los registros de las auditorías y sus resultados.

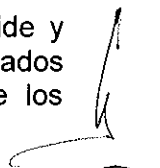
- Eficacia de los procesos


La eficacia de los procesos incluidos en el Sistema de Gestión de la Calidad se mide y analizan periódicamente a fin de determinar su capacidad para alcanzar los resultados previstos y de detectar cualquier tendencia que pueda provocar una desviación de los mismos.

- Conformidad del producto

La Dirección de Calidad y Medio Ambiente de DRAGADOS, S.A. para determinar la idoneidad y eficacia del Sistema de Gestión de la Calidad, así como para evaluar dónde pueden realizarse mejoras al sistema, recopila una serie de datos que hace posible realizar con frecuencia anual el análisis y estudio del Sistema de Gestión de la Calidad, quedando reflejados en un Informe de Gestión de la Calidad.

A partir de los resultados obtenidos y tomando como herramientas la Política de Calidad, los Objetivos Anuales y la Revisión del Sistema, la Dirección de la Empresa adoptará las decisiones adecuadas para asegurarse de que el Sistema de Gestión de la Calidad implantado mejora de forma continua.




 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

K. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD Y SALUD

K.1 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE

000174

El Consorcio Nuevo Metro de Lima desarrolla la **Gestión Ambiental y la Gestión de Seguridad y Salud** que se implantarán en el contrato. Se elabora un Plan de Gestión Ambiental para cada una de las fases del contrato, y del mismo modo se elabora un Plan de Seguridad y Salud para cada una de las fases del contrato.

1- GESTIÓN AMBIENTAL

El Consorcio Nuevo Metro de Lima ha desarrollado un Plan de Gestión Ambiental para el desarrollo del "Proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao", tomando como base la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004.

Con la aplicación del Plan de Gestión Ambiental, el Consorcio Nuevo Metro de Lima asegura establecer las acciones necesarias en la protección ambiental y los mecanismos para su control y mejora continua.

El Plan de Gestión Ambiental afecta a todas las fases del proyecto (diseño, obra y explotación) y se basa fundamentalmente en:

- El compromiso de la alta dirección, expresado en la política y los objetivos ambientales.
- Los aspectos organizativos relacionados con el ambiente.
- Procesos de control operativo sobre los principales aspectos ambientales.
- Programa de mejora continua con objetivos concretos.

El Plan de Gestión Ambiental aborda los aspectos fundamentales para la gestión medioambiental durante las fases de diseño, obra y explotación:

1. Programa de medidas preventivas, correctivas y de mitigación

Se considera fundamental para el desarrollo del componente ambiental todo lo relacionado con la prevención y el establecimiento de medidas preventivas, correctivas y de mitigación.

2. Programa de Monitoreo y vigilancia ambiental, de respuesta ante emergencias ambientales

3. Monitoreo Arqueológico

La Gestión Ambiental del Contrato se aborda en dos fases diferenciadas:

1. Plan de Gestión Ambiental en fase de diseño-obra
2. Plan de Gestión Ambiental en fase de explotación

El Plan de Gestión Ambiental durante la fase de Construcción aborda los aspectos fundamentales para la gestión medioambiental durante la fase de ejecución del proyecto:

Identificación y evaluación del cumplimiento legal

Se considera fundamental para el desarrollo del componente ambiente todo lo relacionado con la normativa nacional vigente, para lo que se incluye en el propio documento ambiental de la fase de construcción del proyecto el listado de normativa vigente.

Autorizaciones

Para el buen desarrollo del proyecto es necesario realizar un análisis de las autorizaciones sociales y gubernamentales, referidas al componente ambiental, para la ejecución del proyecto. Todas las autorizaciones deberán ser tramitadas por el Ejecutor de la Obra. Sin embargo, desde el punto de vista ambiental y social, es necesario que los propietarios / concesionarios / poseedores de determinada área auxiliar, sean informados de antemano el uso de una determinada área con fines de escombrera, cantera, patio de máquinas, etc.



 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

– **Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales**

Se realiza un análisis crítico a través de matrices ambientales de las conclusiones y evaluaciones de los impactos ambientales más significativos.

000175

– **Plan de Manejo Ambiental**

El Plan de Manejo Ambiental evalúa la parte Ambiental del Proyecto de la obra: Construcción de la Línea 2 y Ramal AV Faucett-Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao. Para ello se ha realizado un análisis de todos los aspectos ambientales, controles de monitoreo, revisión de los costos... Todo ello en el marco del cumplimiento de la legislación ambiental vigente y el control de los riesgos ambientales.

En el PMA se evalúan las medidas preventivas y correctivas, enfocadas a la prevención y mitigación de los impactos ambientales evaluados y en el cumplimiento legal.

A lo largo del Plan de Manejo Ambiental se analizan cada uno de los siguientes programas o subprogramas:

- Programa de Remediación de Pasivos Ambientales
 - Programa de Coordinación Institucional
 - Programa de medidas, preventivas, correctivas o de mitigación
 - Subprograma de mitigación de la Calidad del Aire
 - Subprograma de mitigación de los Niveles Sonoros
 - Subprograma de mitigación de vibraciones
 - Subprograma de Manejo de Residuos Sólidos y Efluentes
 - Medidas de mitigación para el cambio de uso del suelo
 - Subprograma de protección de áreas verdes y fauna urbana
 - Subprograma para el Control de Plagas de Artrópodos y Roedores
 - Subprograma de protección de agua y suelo
 - Subprograma de Señalización y mantenimiento de señales
 - Programa de Monitoreo Ambiental
 - Programa de Asuntos Sociales
 - Programa de Capacitación y Educación Ambiental
 - Programa de Contingencias
 - Plan de Cierre o Abandono
- Evaluación de Riesgos Ambientales por Estación
- Se desarrollan los riesgos particulares y/o el énfasis que se le debe dar a ciertas medidas de control establecidas en el Plan de Manejo Ambiental para las treinta y cinco (35) estaciones de pasajeros.
- Programa de Inversiones

Para la fase de explotación del proyecto la Sociedad Concesionaria ha desarrollado un Plan de Gestión Ambiental para el desarrollo de las actividades de operación y mantenimiento, tomando como base la Norma **UNE-EN-ISO 14001:2004**.

El Plan de Gestión Ambiental afecta directamente a los siguientes ámbitos en los cuáles se divide la fase de explotación:

3. Calidad del Servicio: Estaciones y Trenes
4. Mantenimiento de Infraestructura
5. Mantenimiento de Trenes

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



La Sociedad Concesionaria manifiesta expresamente su compromiso en el desarrollo, implementación y mejora continua de su Plan de Gestión Ambiental con el fin de lograr el cumplimiento total de los requisitos tanto de las Normas de referencia como de sus clientes, así como el cumplimiento de todos los requisitos asociados a la actividad que se va a desarrollar. Para ello, la Sociedad Concesionaria siempre tiene en cuenta el compromiso de respeto al Medioambiente y de prevención de la contaminación.

La Sociedad Concesionaria identifica los procesos necesarios para gestionar eficientemente la gestión ambiental de la explotación, estableciendo la secuencia e interacción entre los diferentes procesos del sistema de gestión ambiental a mantener y determinando los criterios y métodos que aseguran su operación y control eficaz.

Para alcanzar un control adecuado de los aspectos ambientales, se han definido unos Procesos y Procedimientos Generales y Operativos de gestión ambiental que servirán de guía para la certificación del propio Sistema de Gestión Ambiental de la Explotación. A su vez, en el Plan de Gestión Ambiental en la fase de explotación incorpora y desarrolla los programas desarrollados anteriormente en la fase de obra (programa de remediación de pasivos ambientales, programa de coordinación institucional, programa de medidas preventivas, correctivas o de mitigación, programa de monitoreo ambiental, programa de asuntos sociales, programa de capacitación y educación ambiental, programa de contingencias y programa de cierre o abandono.

2- SEGURIDAD Y SALUD

Del mismo modo, el Consorcio Nuevo Metro de Lima ha desarrollado un Plan Preventivo de Seguridad y Salud para el desarrollo del "Proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao", tomando como base la Norma OHSAS 18001:2007.

Es un sistema planteado para garantizar la integridad de las personas.

El Sistema de Gestión de Prevención de Riesgos Laborales supone un compromiso por parte del Consorcio Nuevo Metro de Lima en materia de Prevención de la Seguridad y Salud de los trabajadores.

La Protección de los trabajadores frente a los riesgos laborales debe suponer una mejora continua en las condiciones laborales, una prevención de enfermedades profesionales y de posibles accidentes laborales.

Desde el punto de vista de Seguridad y Salud, se han identificado los riesgos asociados a cada fase del proyecto (diseño, obra y explotación), además de describir sus tareas y proponer las medidas preventivas a aplicar para la eliminación y/o disminución de tales riesgos.

Para dar cumplimiento a los requisitos establecidos en las normativas vigentes, concretamente en el art. 9 de la "NTE G.050 Seguridad durante la Construcción" se elabora un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo que contiene los mecanismos técnicos y administrativos necesarios para garantizar la integridad física y la salud de los trabajadores y terceras personas durante la ejecución de las actividades previstas y los trabajos adicionales de la ejecución de la obra.

Este Plan de Seguridad y Salud en el trabajo para la fase de obra define las actividades preventivas que se desarrollarán de forma sistemática, ordenada y continua en la obra. Su implementación permitirá reducir y controlar los riesgos durante la ejecución de las actividades por parte del personal del Consorcio Nuevo Metro de Lima y sus subcontratistas.

El PPST contiene las actividades a desarrollarse durante la ejecución de las obras y se ha elaborado teniendo en cuenta los riesgos potenciales preliminares, con la finalidad de evitar las lesiones personales (lesiones leves, graves o fatales), los daños a la propiedad, interrupción del proceso de construcción, afectación a infraestructuras y edificios existentes, al medio ambiente y pérdidas para el Consorcio Nuevo Metro de Lima.

Para la elaboración de este Plan de Seguridad y Salud en el proceso de diseño, se han tenido en cuenta:

- El Proyecto
- Anexo 03- Especificaciones técnicas Seguridad y Salud en el trabajo
- Los procedimientos de ejecución
- Las condiciones expresas de la obra
- Las normativas legales
- Las normativas internas de Proinversión

000177

Este PSST será actualizado y adaptado por el Consorcio Nuevo Metro de Lima y sus subcontratistas, a sus procedimientos y medios específicos de trabajo, presentándolo dentro de los 28 días posteriores a la entrada en vigor del contrato.

Este Plan de Seguridad y Salud es de aplicación a todo el personal que trabaje en la obra, ya sea dependiente del Consorcio Nuevo Metro de Lima, propio o procedente de Empresas Subcontratadas, empresas especiales de servicios y/o cooperativas de trabajadores, tanto en el cumplimiento de las medidas de prevención de accidentes y enfermedades profesionales, como en el asistencial de accidentados.

Del mismo modo, el Consorcio Nuevo Metro de Lima ha desarrollado un Plan Preventivo de Seguridad y Salud aplicable en el desarrollo de las actividades de operación y mantenimiento de la fase de Explotación, tomando como base la Norma **OHSAS 18001:2007**.

El Plan Preventivo de Seguridad y Salud es aplicable a la totalidad de los trabajos desarrollados en la explotación de la línea, basándose fundamentalmente en:

- Los aspectos organizativos relacionados con la prevención de la seguridad y salud.
- Procesos y procedimientos de control general y operativo sobre los principales aspectos preventivos de seguridad y salud.

Con la aplicación de un Sistema de Gestión de Prevención de Riesgos Laborales, el Consorcio Nuevo Metro de Lima asegura establecer las acciones necesarias en la prevención de la seguridad y la salud, llevando a cabo las medidas correspondientes en cada caso.

El Consorcio Nuevo Metro de Lima manifiesta expresamente su compromiso en el desarrollo, implementación y mejora continua a de su Sistema de Gestión de Prevención de Riesgos Laborales con el fin de lograr el cumplimiento total de los requisitos tanto de las Normas de referencia como de sus clientes, así como el cumplimiento de todos los requisitos asociados a la actividad que se va a desarrollar.

La fase final, y generalmente de mayor extensión temporal, de toda obra de infraestructura civil es la de servicio. En dicha etapa conviene distinguir, a efectos preventivos, dos tipos de actuaciones:

- Actuaciones de conservación y mantenimiento de la infraestructura.
- Las operaciones de explotación entendidas como el compendio de labores ordinarias y permanentes relacionadas con el funcionamiento de la infraestructura o instalación. Este grupo de actuaciones están, con carácter general, relacionadas unívocamente tanto con el control del estado de la infraestructura en fase de servicio como con las actividades necesarias para su funcionamiento.

El Plan Preventivo de Seguridad y Salud para la fase de Explotación identifica los principales riesgos detectados en las actividades operación y mantenimiento de la línea para posteriormente establecer las medidas preventivas necesarias que permitan eliminar los riesgos identificados.

Para ello, el Consorcio Nuevo Metro de Lima identifica los procesos necesarios para gestionar eficientemente la Seguridad y Salud de los trabajadores de la explotación, estableciendo la secuencia e interacción entre los diferentes procesos del sistema de gestión de prevención a mantener y determina los criterios y métodos que aseguran su operación y control eficaz.

Se establecen de esta forma los procesos y procedimientos para identificar y planificar las actividades que afectan directamente a la seguridad y salud y asegura que se lleva a cabo en condiciones controladas.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Para el adecuado control de la gestión de PRL en los trabajos de explotación, se han definido unos Procesos y Procedimientos Generales y Operativos de gestión de PRL que servirán de guía para la certificación del Sistema de Gestión de PRL

000178

L. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS

L.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Las pruebas y actividades de puesta en marcha se organizarán de acuerdo con el "Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – A. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao" y la adopción de los procesos, procedimientos y la experiencia de las empresas integrantes del Consorcio ya obtenida durante la puesta en servicio de anteriores sistemas metropolitanos sin conductor.

Dentro de la propuesta técnica, se incluye en el literal "L", la descripción de lo que en otros proyectos se llama el Overall Commissioning Process (OCP), a fin de describir la manera en que se verificará el cumplimiento de los requisitos de los componentes, subsistemas y el sistema en su conjunto a lo largo de las diversas fases del ciclo de vida del proyecto.

L.2 RESUMEN DEL PROCESO

El proceso de verificación completa de un sistema de transporte está dado por la aplicación de un conjunto de pruebas y verificaciones que se llevan a cabo en diferentes etapas de la vida del proyecto, debidamente planificado y organizado.

Los conceptos de base en el proceso de puesta en marcha son los siguientes:

- Se emitirá un plan de pruebas por cada sistema tecnológico (subsistema) para demostrar, en las diferentes etapas del proyecto (por ejemplo, fabricación, instalación, etc), el cumplimiento de cada uno de los componentes, equipos y montaje con respecto a los requisitos de diseño.
- Se emitirán los planes de pruebas de integración, en diferentes etapas de la fase de prueba y puesta en marcha, para demostrar la funcionalidad de los diferentes subsistemas que trabajan juntos, la solución correcta de todas las interfaces, el desempeño y el cumplimiento de la configuración final de todo el sistema de transporte con respecto a las especificaciones de diseño y sus requisitos de rendimiento.
- Se emitirá el plan de pruebas de marcha en blanco, llevado a cabo durante el período de comprobación del funcionamiento del sistema, para demostrar que el sistema cumple los requisitos de la especificación en situaciones reales.

Las actividades de prueba y puesta en marcha consisten principalmente en:

- Las pruebas de los materiales, componentes y equipos.
- Las pruebas de los sistemas tecnológicos (sub-sistema) o partes pertinentes.
- Las pruebas del sistema integrado.

Los lugares de prueba y puesta en marcha son:

- Los diferentes locales de fabricación (pruebas de fábrica).
- La Obra, (pruebas en sitio o de campo).

Las pruebas y la supervisión de la puesta en marcha pasarán por las siguientes fases


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 

L.2.1 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN EN FÁBRICA

Las pruebas en esta fase, tienen como objetivo principal el asegurar que todo el material enviado al lugar de instalación cumpla las características y los requisitos de rendimiento prescritos en la documentación del proyecto. El cumplimiento de los requisitos del proyecto y las especificaciones contractuales se aseguran mediante la aplicación de los planes de control de calidad, a lo largo de todas las fases del ciclo de vida del proyecto.

Prueba de aceptación de fábrica: cada subsistema confirma el cumplimiento de las piezas fabricadas antes de la entrega a la Obra.

L.2.2 PRUEBAS DE INTEGRACIÓN

Pruebas de sistemas tecnológicos (subsistema) prueba de aceptación en Obra: en cada subsistema se verificará la correcta instalación del equipo de acuerdo con el diseño, probando la funcionalidad y el cumplimiento con respecto a los requisitos del mismo.

Pruebas de Integración de Sistema: llevados a cabo durante las diferentes etapas de verificación en las condiciones reales de operación y de manera secuencial, para demostrar la interoperabilidad de todo el sistema de transporte.

1. Pruebas de integración de la zona de pruebas: verifica la exactitud de las interfaces del sistema, en general, la utilización de una configuración mínima de todo el sistema de transporte para facilitar la rápida identificación de las discrepancias de la prueba y puesta en marcha.
2. Sección funcional de las pruebas de integración: se basa en las pruebas de integración de pruebas de pista y se lleva a cabo habitualmente en un sector más amplio del sistema. Se introducen condiciones de prueba adicionales para verificar que el sistema puede hacer frente de forma automática con varios trenes que operan con un horario, así como la superación de las condiciones de fallo introducidas por los escenarios de prueba y el mantenimiento de la programación en la medida de lo posible.
3. Comprobación de la Integración de todos los sistemas de la línea: se basa en la anterior serie de pruebas de integración y se lleva a cabo en la configuración final del sistema de transporte. Verifica que todo el sistema cumple con los requisitos de diseño y satisface los requisitos de fiabilidad, disponibilidad y rendimiento del sistema.

L.2.3 PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA ANTES DE OPERACIÓN COMERCIAL

Prueba de Marcha en Blanco, llevada a cabo por el Operador - Mantenedor (O&M) con el apoyo del equipo de pruebas y puesta en servicio. En estas pruebas se demuestra que todo el sistema (incluyendo el personal de O & M están listos para la Operación y que el sistema puede funcionar en el cumplimiento de la explotación, mantenimiento y operaciones de emergencia a realizar por la organización de O&M. Generalmente llevado a cabo sin pasajeros

L.3 PROTOCOLOS DE PRUEBAS

A continuación se muestra una lista no exhaustiva de las principales actividades y pruebas del sistema tecnológico y la Integración.

L.3.1 Pruebas Subsistemas:

- Vías
- Subestación de alimentación de potencia auxiliar, de tracción y de Alta Tensión.
- Línea Aérea de Contacto.
- ATC – Automatic Train Control- (pruebas de GoA1, GoA2, GoA3 y GoA4, entre otras)
- Telecomunicaciones.
- Puertas de andén.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- SCADA
- AFC (Automatic Fare Collection)
- Vehículos de servicio

L.3.2 Material rodante.

Las pruebas que se realizarán en el material rodante propuestas para Metro de Lima, serán las siguientes:

- Pruebas tipo y rutinarias sobre los componentes y sistemas (en fábrica/laboratorio)
- Pruebas tipo y rutinarias en el armazón de la caja y los bogies (en fábrica)
- Pruebas tipo y rutinarias en el vehículo realizadas en fábrica
- Pruebas tipo y rutinarias en el vehículo realizadas en el emplazamiento

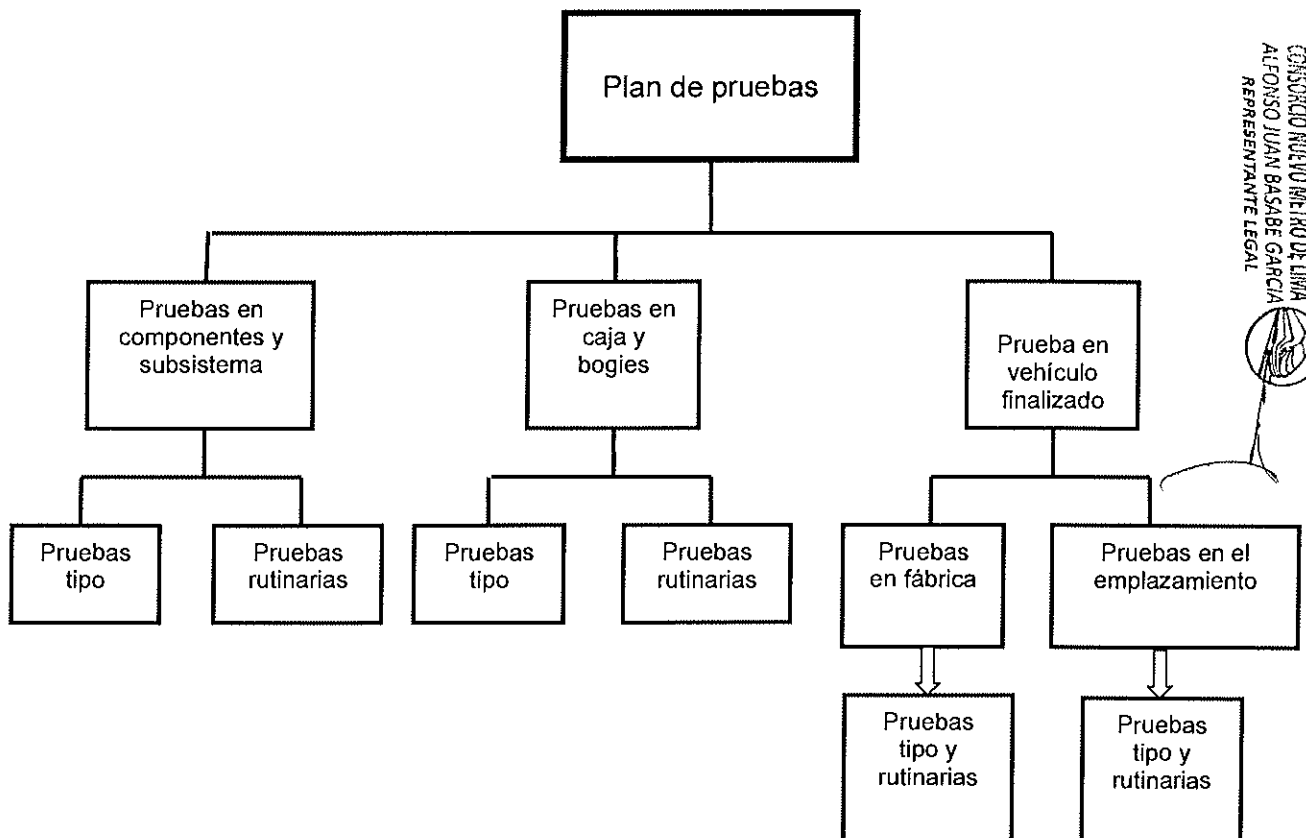
La prueba tipo se realizará por lo general en el primer objeto de producción, o en un prototipo, de ser necesario (por ejemplo, la prueba mecánica en la caja y bogie).

Todas las pruebas garantizarán que el vehículo cumple los requisitos especificados, el Plan de Calidad y las normas y procedimientos operativos de AnsaldoBreda.

Las normas estarán indicadas y detalladas en cada uno de los procedimientos de prueba, que se remitirán al cliente al menos 15 días antes de la fecha de realización de la prueba en cuestión. La prueba tipo realizada en los componentes, sistemas, coches y vehículo que sea igual para ambos tipos de configuración (6 y 7 coches) solamente se realizará una vez.

La prueba tipo dinámica y la prueba rutinaria dinámica se realizarán en la línea de Lima en las condiciones (velocidad máxima, gradiente, curvas, etc.) admitidas por la línea disponible para la realización de las pruebas.

En el siguiente gráfico se muestra la estructura del plan de pruebas



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



L.3.3 Pruebas de marcha en blanco antes de la puesta en operación comercial.

Se considerarán las siguientes:

SOBRE 02. Resumen Ejecutivo

000181

- Medio Ambiente.
- EMI/EMC
- Estructural.
- Operación y control en depósito en zona ATC.
- Operación normal
- Operaciones de guarda.
- Operación de emergencia.
- Relacionadas con la seguridad.
- Rendimiento.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



L.4 PLANIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS FINALES DE INTEGRACIÓN, MARCHA EN VACÍO Y MARCHA EN BLANCO

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

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

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

- Primera etapa 1A,
- Primera etapa 1B,
- Segunda etapa (Etapa 2)

La etapa 1A, que corresponde con el tramo 5, aproximadamente 5 Km. De longitud, desde la estación Evitamiento hasta la estación Mercado Santa Anita y comprende la realización parcial del taller de Santa Anita.

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

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

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

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

L.4.1 ETAPA 1A.

L.4.1.1. INSTALACIONES FERROVIARIAS, ELECTRIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

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

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

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

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

L.4.1.2. SUMINISTRO DE MATERIAL RODANTE

000183

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

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

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

L.4.1.3. PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA Y FINALIZACIÓN DE ETAPA

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

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

L.4.2. ETAPA 1B.

L.4.2.1. INSTALACIONES FERROVIARIAS, ELECTRIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

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

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

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

L.4.2.2. SUMINISTRO DE MATERIAL RODANTE

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

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

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

L.4.2.3. PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA Y FINALIZACIÓN DE ETAPA

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

L.4.3 ETAPA 2: Línea 2

000184

L.4.3.1. INSTALACIONES FERROVIARIAS, ELECTRIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

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

L.4.3.2. SUMINISTRO DE MATERIAL RODANTE

Para esta etapa (toda la Etapa 2, incluyendo la Línea 4), se prevé el suministro de 42 trenes (15 trenes para línea 2 y 7 trenes para la línea 4; a sumar a los 20 trenes de las etapas anteriores).

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

L.4.3.3. PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA Y FINALIZACIÓN DE ETAPA

Como actividades finales se realizarán, sin perturbar la operación de la etapa 1B, las pruebas y circulación en vacío, concluyendo la Etapa 2 (Línea 2) a finales de dicho mes, cuando se procederá a la puesta en servicio del tramo construido en GoA4.

L.4.4 ETAPA 2: Línea 4

L.4.4.1. INSTALACIONES FERROVIARIAS, ELECTRIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

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

L.4.4.2. SUMINISTRO DE MATERIAL RODANTE

Para esta etapa (toda la Etapa 2, incluyendo la Línea 2) se prevé el suministro de 42 trenes: 7 trenes para la línea 4 y 15 trenes para línea 2, (a sumar a los 20 trenes de las etapas anteriores).

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

L.4.4.3. PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA Y FINALIZACIÓN DE ETAPA

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

M. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y MATERIAL RODANTE

La **Explotación** de un sistema ferroviario, entendiéndolo como "el conjunto de actividades realizadas para la Operación y el Mantenimiento del Sistema", debe proporcionar al usuario un sistema de transporte seguro, fiable, limpio y atractivo.

Es de vital importancia en el desarrollo de dichas actividades de Explotación, el conocimiento de la terminología adecuada, con independencia del elemento considerado. Según la Norma EN 13306, el **Mantenimiento**, que es esencial para la "seguridad de funcionamiento" de un elemento, precisa definiciones correctas y formales para la correcta aplicación de normativas asociadas.

El Mantenimiento de un sistema ferroviario (infraestructura, instalaciones ferroviarias y no ferroviarias, material rodante y su integración) es esencial para lograr una adecuada prestación del servicio y requiere de una **documentación adecuada y de un flujo de información dentro de una organización**, tanto a nivel interno, como externo.

Se proporcionará una descripción de las instalaciones de una estación metropolitana, mostrando asimismo, los Planes de Operación y Mantenimiento, que respetarán las normativas existentes de mantenimiento. Su aplicación, junto con otras técnicas, proporcionarán mejoras en los resultados de cara a la explotación, mejorando los requisitos de seguridad del Sistema.

Mediante el desarrollo e implementación de los Planes de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura y del Material Rodante el Sistema Ferroviario contará con los documentos básicos necesarios para la puesta en marcha y explotación, una vez finalizada la construcción del Sistema. Los manuales básicos necesarios son:

- Manual de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura (Obras Civiles, Instalaciones Ferroviarias e Instalaciones No Ferroviarias).
- Manual de Operación y Mantenimiento del Material Rodante.

Manuales de Mantenimiento:

Para la correcta gestión de las Infraestructuras y el Material Rodante, los **Manuales de Operación** incluirán los Procedimientos para los:

1. Procesos de Planificación.
2. Procesos de Ejecución.
3. Procesos de Control y Seguimiento.

De acuerdo con la norma EN 13460:2009, el manual de operación a suministrar contendrá los Procedimientos para lograr un desempeño funcional idóneo de acuerdo con sus especificaciones técnicas y condiciones de seguridad

En cualquier caso los **manuales** de los diversos sistemas y componentes que constituyen la infraestructura y material móvil, incorporarán entre otros, los detalles técnicos, descripciones funcionales, capacidades, diseño, seguridad, procedimientos de puesta en servicio, puesta en marcha, rodaje, incidencias y emergencias, limitaciones operativas, etc.

Los **Planes de Operación** del Sistema proporcionarán la máxima disponibilidad y seguridad del sistema y minimizará los costes operativos. Dichos Planes, debe incluir las programaciones necesarias para días laborales, fines de semana, festivos, distinguiendo tramos de hora punta y valle y asimismo presentarán una correspondencia total con el resto de Planes necesarios del Sistema, relativos a las horas, calidad y cantidad de los servicios de transporte proporcionados.

Asimismo se contarán con planes y procedimientos para la gestión de las incidencias en función de su gravedad y afección a la circulación de trenes, lo que repercute en un mejor servicio al viajero al minimizar el impacto de estas incidencias. Existirán mecanismos de coordinación entre la operación y el mantenimiento.

Manuales de Mantenimiento:

Un aspecto fundamental en la explotación de un Sistema Ferroviario es el completo desarrollo de **Manuales de Mantenimiento** que incluyan:

1. Tipos de actividades de mantenimiento.
2. Mantenimiento correctivo .
3. Mantenimiento preventivo.
4. Mantenimiento predictivo.
5. Recursos humanos.
6. Recursos técnicos.
7. Sistemas de gestión del mantenimiento.

000186

Los **manuales de mantenimiento** incorporarán las instrucciones técnicas destinadas a preservar un elemento en un estado en el que pueda desarrollar las funciones requeridas, o restituirle a tal estado. Incorporarán, entre otra, las siguiente información: detalles técnicos del elemento, operaciones y acciones de mantenimiento preventivo (inspecciones, calibraciones, ajuste, sustitución de componentes, lubricación), procedimientos para búsqueda de causas de averías, desmontajes y montajes, reparación, diagramas causa-efecto, herramientas especiales requeridas, repuestos recomendados y de seguridad, etc.

El mantenimiento de los sistemas ferroviarios prestará especial cuidado en aspectos de:

- Seguridad del sistema ferroviario:
La seguridad deberá ser la prioridad en el desarrollo de la filosofía y estrategia del mantenimiento tanto para los viajeros como para el personal adscrito a los trabajos de mantenimiento. Se logrará mediante el uso de medios productivos adecuados, formación específica de los operarios y técnicos, medios de protección personal y procedimientos operativos para la ejecución de los trabajos de mantenimiento, incluyendo asimismo restricción de accesos a determinadas áreas, vías y cuartos técnicos.
Los sistemas ferroviarios estarán diseñados según la filosofía de fallo-seguro, es decir cualquier evento que pueda poder en peligro la seguridad del sistema y/o subsistemas, provocará que el subsistema/sistema se encamine hacia el lado de la seguridad, es decir, la parada (o situación degradada).
- Disponibilidad y fiabilidad del sistema ferroviario.
El sistema ferroviario proporcionará alta disponibilidad a costes contenidos, mediante una adecuada gestión.
La gestión del mantenimiento proporcionará el conocimiento necesario para poder ir reduciendo los mantenimientos (no los relativos al mantenimiento de seguridad) de los equipos y sistemas, pero manteniendo y aumentando los niveles de disponibilidad. Estas actuaciones proporcionarán una optimización de los costes de mantenimiento.
- Proporcionar un sistema de transporte limpio y atractivo.
Un adecuado mantenimiento del sistema proporcionará la percepción de un medio de transporte atractivo y como medio habitual de desplazamiento. proporcionarse conseguirán adecuadas frecuencias de material rodante, regularidad horaria, limpieza en los trenes e instalaciones (vestíbulos, andenes y zonas comunes), rápida reparación de elementos afectados por vandalismo, adecuados niveles de iluminación en el material rodante y estaciones, buena climatización, alta disponibilidad de escaleras mecánicas y ascensores, máquinas de venta de títulos de transporte, etc..

M.1) MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA.

El **Manual de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura** (Obras Civiles, Instalaciones Ferroviarias e Instalaciones No Ferroviarias) cuenta con una estructura orientada a gestionar y mantener adecuadamente todas las instalaciones del Sistema Ferroviario:

A. Operación del Obras Civiles y Vía: Procedimientos necesarios para la gestión de:

- Talleres.

- Túneles y Estructuras Civiles Ferroviarias (pozos, galerías, etc.)
- Superestructura de Vía y Vía.

B. Operación de Instalaciones Ferroviarias: Procedimientos para la operación de las Instalaciones Ferroviarias (generalmente ubicadas en túneles y estructuras anexas):

- Energía.
- Línea Aérea de Contacto.
- Señalización Ferroviaria.
- Puertas de Andén.
- Telecomunicaciones, Control y Seguridad.

C. Operación de Instalaciones No Ferroviarias: Se desarrollan los Procedimientos para la operación de las Instalaciones No Ferroviarias (básicamente ubicadas en las Estaciones):

- Climatización/Ventilación.
- Escaleras Mecánicas.
- Ascensores.
- Venta de Títulos de Transporte y Control de Peaje.
- Distribución Eléctrica e Instalaciones de Baja Tensión.
- Suministro de Agua Potable y Recogida de Aguas Residuales/Pluviales.
- Instalación Contra Incendios.

D. Mantenimiento de Obras Civiles y Vía: Se desarrollan los Planes de Mantenimiento de:

- Talleres.
- Túneles y Estructuras Civiles Ferroviarias (pozos, galerías, etc.)
- Superestructura de Vía y Vía.

E. Mantenimiento de Instalaciones Ferroviarias: Se desarrollan los Planes de Mantenimiento de las Instalaciones Ferroviarias:

- Energía.
- Línea Aérea de Contacto.
- Señalización Ferroviaria.
- Puertas de Andén.
- Telecomunicaciones, Control y Seguridad.

F. Mantenimiento de Instalaciones No Ferroviarias: Se desarrollan los Planes de Mantenimiento de las Instalaciones No Ferroviarias (básicamente ubicadas en las Estaciones):

- Climatización/Ventilación.
- Escaleras Mecánicas.
- Ascensores.
- Venta de Títulos de Transporte y Control de Peaje.
- Distribución Eléctrica e Instalaciones de Baja Tensión.
- Suministro de Agua Potable y Recogida de Aguas Residuales/Pluviales.
- Instalación Contra Incendios.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



M.2) MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA

000100

El *Manual de Operación y Mantenimiento del Material Rodante* proporciona toda la información necesaria para la explotación de los vehículos ferroviarios:

A. Operación del Material Rodante: Se desarrollan los Procedimientos para la correcta conducción y operación del Tren:

- Una descripción general pensada para que el lector se familiarice con los componentes y las funciones básicas del vehículo;
- Ubicación, función y operación de todos los controles, medidores, indicadores e interruptores.
- Procedimientos para preparar los vehículos para su funcionamiento;
- Procedimientos para operar los vehículos en la estación de clasificación y en servicio;
- Procedimientos de retirada del servicio "en condiciones de seguridad" del vehículo;
- Procedimientos de emergencia;
- Notas, precauciones y advertencias de seguridad;
- Síntomas de problemas y métodos de diagnóstico que permitan al operador recuperar los vehículos durante un fallo o cualquier otro incidente.
- Herramientas especiales: esta sección describe cómo usar las herramientas especiales en los equipos.

B. Mantenimiento del Material Rodante: Se desarrollan los Planes de Mantenimiento del Tren:

- Manual de descripción técnica (DT);
- Manual de mantenimiento preventivo (MP);
- Manual de mantenimiento correctivo (MC);
- Manual de herramientas especiales y equipos de prueba (MHEEP).

Estos Planes de Mantenimiento se detallarán para cada uno de los sistemas que componen el Tren:

- Sistema del vehículo;
- Caja;
- Equipo de alta tensión, sistema de propulsión, equipo de propulsión;
- Sistema auxiliar, sistema de iluminación, armario de baja y media tensión;
- Bogie motor, sistema de lubricación de las pestañas, caja de cambios;
- Acoplamiento automático;
- Sistema freno y neumático;
- Sistema de puertas;
- Calefacción, ventilación y aire acondicionado;
- Sistema de supervisión y control del tren (SSCT);
- Sistema de comunicaciones internas.


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 

N. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE HITOS (OBRAS Y MATERIAL RODANTE)

N.1. Hitos de obra



SOBRE 02. Resumen Ejecutivo

Las obras se desarrollarán en varias etapas, de forma que se vayan poniendo en servicio diferentes sectores de las líneas:

000189

- La **Etapa 1** prevé la puesta en servicio de un primer sector de la Línea 2 entre la Municipalidad de Ate y Plaza Bolognesi.

Para optimizar el diseño y aprovechar las instalaciones para la posterior operación de la línea en su conjunto, se ha determinado que el tramo que se priorice debe de ser contiguo al Patio Taller de Santa Anita, y concretamente se ha definido como prioritario el tramo ubicado en el sector Oeste desde el mismo Patio.

La construcción de este tramo prioritario se denomina consecuentemente como "**Etapa 1A**", mientras que el resto de la Etapa 1 se denomina "**Etapa 1B**".

- La **Etapa 2** prevé la puesta en servicio del sector de la Línea 2 entre la Parque Murillo y Puerto del Callao, y del Ramal Av. Faucett-Gambetta, perteneciente a la Línea 4.

Se ha considerado que la Firma del Contrato se realizará el 1 de mayo de 2014, estableciéndose dicho mes como Mes 1 de las obras. El inicio efectivo de los trabajos de la Etapa 1A se prevé en junio de 2014.

EXIGENCIAS DEL CONTRATO

El Contrato de Concesión exige un plazo de finalización para cada una de las Etapas. Estos plazos son los siguientes:

- **Plazo ETAPA 1A: 810 días, contados a partir de la fecha de cierre**
- **Plazo ETAPA 1B: 1320 días, contados a partir de la fecha de cierre**
- **Plazo ETAPA 2: 1860 días, contados a partir de la fecha de cierre**

HITOS DE MOVILIZACIÓN

Los siguientes hitos describen las duraciones establecidas para la movilización e implantación de las obras; también están incluidos los hitos de adquisición de maquinaria, aprovisionamientos y diseño:

HITOS DE MOVILIZACIÓN		
	INICIO	FIN
H01 - MOVILIZACIÓN E IMPLANTACIÓN	02-jun-14	29-nov-14
H01 1 - MOVILIZACIÓN E IMPLANTACIÓN	02-ene-15	30-abr-15
H01 2 - MOVILIZACIÓN E IMPLANTACIÓN		
H02 - ADQUISICIÓN TUNELADORAS, EQUIP. TBM, INST. ESPECIFICAS TBM, Y FABRICA DOVELAS		
	INICIO	FIN
H02 1 - ADQUISICIÓN TUNELADORAS, EQUIP. TBM, INST. ESPECIFICAS TBM, Y FABRICA DOVELAS	01-jul-14	29-Aug-14
H02 2 - ADQUISICIÓN TUNELADORAS, EQUIP. TBM, INST. ESPECIFICAS TBM, Y FABRICA DOVELAS	01-oct-14	31-jul-15
H03 - ADQUISICIÓN EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO		
	INICIO	FIN
H03 1 - ADQUISICIÓN EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO	02-feb-15	28-feb-15
H03 2 - ADQUISICIÓN EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO	01-abr-15	30-abr-15
H03 3 - ADQUISICIÓN EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO	01-sep-15	30-sep-15
H03 4 - ADQUISICIÓN EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO	02-ene-16	30-ene-16
H03 5 - ADQUISICIÓN EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO	02-ene-17	31-ene-17
H03 6 - ADQUISICIÓN EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO	01-jul-17	31-jul-17
H03 7 - ADQUISICIÓN EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO	02-ene-18	31-ene-18
H03 8 - ADQUISICIÓN EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO	02-jul-18	31-jul-18
H04 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS (MOV01, MOV02, MOV03, MOV04, MOV08, MOV09, MOV10, MOV15, MOV17, MOV18, MOV19, MOV20)		
	INICIO	FIN
H04 1 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	01-sep-14	31-oct-14
H04 2 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	02-ene-15	31-ene-15
H04 3 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	02-mar-15	31-mar-15
H04 4 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	01-jul-15	31-jul-15
H04 5 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	02-ene-16	30-ene-16
H04 6 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	01-abr-16	30-abr-16
H04 7 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	01-oct-16	31-oct-16
H04 8 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	02-ene-17	31-ene-17
H04 9 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	01-jul-17	31-jul-17
H04 10 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	02-ene-18	31-ene-18
H04 11 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	02-ene-19	31-ene-19
H05 - DISEÑO		
	INICIO	FIN
H05 - DISEÑO	02-jun-14	30-jul-16

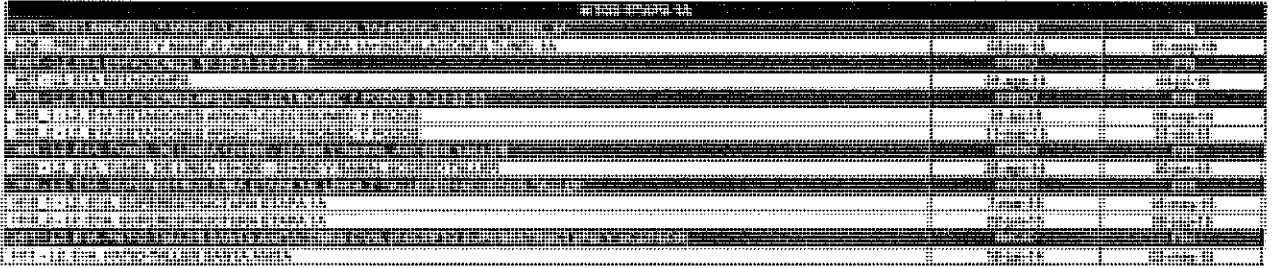


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

ETAPA 1A

A continuación se detallan los hitos de obras de esta etapa:

000190



ETAPA 1B

La Etapa 1B prevé la puesta en servicio del sector de la Línea 2 entre la Municipalidad de Ate y Plaza Bolognesi (a excepción del ya puesto en servicio en la Etapa 1A).

A continuación se detallan los hitos de obra de esta etapa:

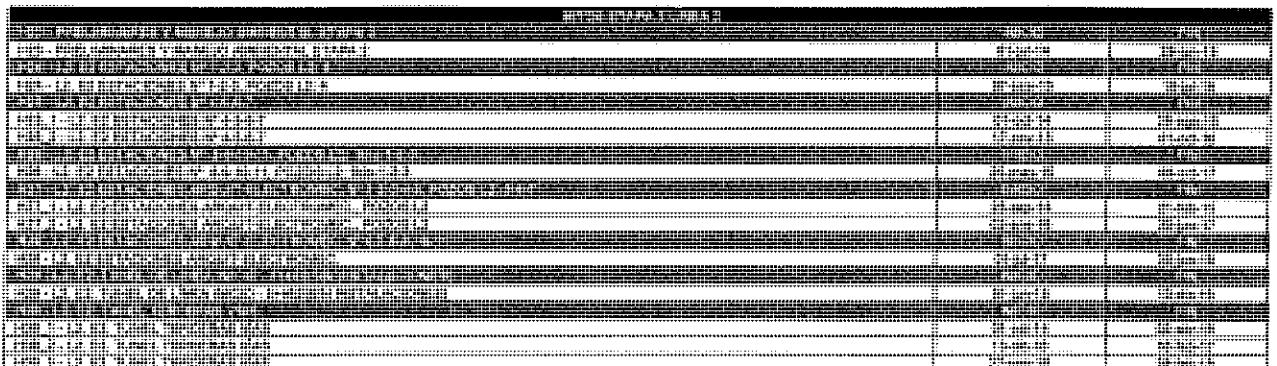


ETAPA 2

La Etapa 2 prevé la puesta en servicio del sector de la Línea 2 entre la Parque Murillo y Puerto del Callao, y del Ramal Av. Faucett-Gambetta, perteneciente a la Línea 4.

Línea 2

A continuación se detallan los hitos de obra de esta etapa:





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



Nº	CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1.	DFTRTS	Congelación de diseño de las interfaces tecnológicas del sistema y de instalación de vías	Versión final de las interfaces con instalación de vías (como gálibo), radio mínimo de la curva, pendiente, componentes para instalación de vías (rieles, apartaderos, topes de parachoques, etc.) y Sistema tecnológico (tendido aéreo) Estos requisitos deben definirse y acordarse para poder definir el proyecto del material rodante.

Línea 4

000101

A continuación se detallan los hitos de Obras de esta etapa:

Nº	CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1.	DFTRTS	Congelación de diseño de las interfaces tecnológicas del sistema y de instalación de vías	Versión final de las interfaces con instalación de vías (como gálibo), radio mínimo de la curva, pendiente, componentes para instalación de vías (rieles, apartaderos, topes de parachoques, etc.) y Sistema tecnológico (tendido aéreo) Estos requisitos deben definirse y acordarse para poder definir el proyecto del material rodante.

CONCLUSIÓN

Los hitos marcados en el cronograma elaborado se han fijado, por tanto, priorizando la seguridad en el cumplimiento de estos niveles y la puesta en servicio de las fases del metro, y considerando, a su vez, la óptima distribución de los recursos. El plazo total ofertado, de acuerdo con los hitos detallados en cada uno de los apartados anteriores es, para cada una de las Etapas, el siguiente:

- Plazo ofertado ETAPA 1A: 810 días, contados a partir de la fecha de cierre
- Plazo ofertado ETAPA 1B: 1320 días, contados a partir de la fecha de cierre
- Plazo ofertado ETAPA 2: 1860 días, contados a partir de la fecha de cierre

N.2. Hitos del material rodante

Para el consecución de los hitos de Provisión del Material Rodante solicitados en el pliego de condiciones resulta esencial que se respeten los hitos de interfaz hacia los Civil Works, Railways Infrastructure, Signalling System y On Board Equipment detallados en la siguiente tabla.

Nº	CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1.	DFTRTS	Congelación de diseño de las interfaces tecnológicas del sistema y de instalación de vías	Versión final de las interfaces con instalación de vías (como gálibo), radio mínimo de la curva, pendiente, componentes para instalación de vías (rieles, apartaderos, topes de parachoques, etc.) y Sistema tecnológico (tendido aéreo) Estos requisitos deben definirse y acordarse para poder definir el proyecto del material rodante.



Nº	CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
2.	DFSOBE	Congelación de diseño del Sistema de señalización y del Equipo de Bordo	<p>Versión final de las especificaciones técnicas del Sistema de Señalización y de todo el Equipo de Bordo (telecomunicaciones, radio, PIS...).</p> <p>Esto incluye:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Interfaces mecánicas y eléctricas (cantidad y tipos) 2. Peso 3. Lista de repuestos 4. Requisitos para las Instalaciones Mecánica y Eléctrica 5. Requisitos EMI <p>Estos requisitos deben proporcionarse a AnsaldoBreda para poder definir el proyecto del material rodante.</p>
3.	MATAVA-xx	Disponibilidad del Sistema de Señalización en todos los equipos de Bordo para la instalación	Disponibilidad del Sistema de Señalización y de todos los equipos de Bordo, en la fábrica de AB, para la instalación a bordo de cada tren (o del tren xx)
4.	FVOBEI-xx	Disponibilidad de personal calificado de ASTS para llevar a cabo la instalación	Disponibilidad de personal calificado de ASTS para llevar a cabo la instalación de los "Primeros trenes" (dos trenes) de los componentes y equipos del sistema de señalización y de los equipos de bordo por cada tren (o del tren xx)
5.	WORKSHOPAV	Disponibilidad de depósito-taller y área de servicio	<p>Disponibilidad de depósito / taller y área de servicio para las actividades de puesta en servicio de AnsaldoBreda (estáticas).</p> <p>Los requisitos mínimos de depósito y área de servicio se describen en el documento interno de consorcio P/N: GML0001B – especificaciones del lugar para las pruebas.</p>
6.	PARKAV1B	Disponibilidad de zona estacionamiento Etapa 1B	Disponibilidad de zona estacionamiento para los trenes de la Etapa 1 B
7.	PARKAV2	Disponibilidad de zona estacionamiento Etapa 2	Disponibilidad de zona estacionamiento para los trenes de la Etapa 2
8.	LINEAV-FT-E1A	Línea – disponibilidad primer tramo – E1A	<p>Línea – acceso al primer tramo (unos 2 km) – disponibilidad para la actividades de AnsaldoBreda (pruebas dinámicas).</p> <p>Los requisitos mínimos del depósito y de la área de servicio se describen en el documento interno de consorcio P/N: GML0001B – especificaciones del lugar para las pruebas.</p>
9.	LINEAV-CL-E1A	Línea – disponibilidad total de la línea – E1A	Línea – acceso a la línea completa – disponibilidad para la actividades de

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

N°	CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
			AnsaldoBreda (pruebas dinámicas) Etapa 1A Los requisitos mínimos del depósito y de la área de servicio se describen en el documento interno de consorcio P/N: GML0001B – especificaciones del lugar para las pruebas
10.	LINEAV-CL-E1B	Línea – disponibilidad total de la línea – E1B	Line – acceso a la línea completa – disponibilidad para la actividades de AnsaldoBreda (pruebas dinámicas) Etapa 1B Los requisitos mínimos del depósito y área de servicio se describen en el documento interno de consorcio P/N: GML0001B – especificaciones del lugar para las pruebas.
11.	LINEAV-CL-E2	Línea – disponibilidad total de la línea – E2	Line – acceso a la línea completa – disponibilidad para la actividades de AnsaldoBreda (pruebas dinámicas) Etapa 2. Los requisitos mínimos del depósito y área de servicio se describen en el documento interno de consorcio P/N: GML0001B – especificaciones del lugar para las pruebas.

Contenido de Hitos de Provisión del Material Rodante por Etapas

Etapa 1A

Para la etapa 1A se proveerán N° 5 trenes de conformidad con lo descrito en la propuesta técnica (sección D.1.10).

Los trenes se entregarán:

- habiendo hecho exclusivamente las pruebas estáticas y dinámicas y de homologación previstas en el plan de pruebas que se adjunta a la presente propuesta (consulte la sección L.1) relativas a la parte a cargo del proveedor del material rodante (= marcha en manual).
- Las pruebas estáticas y dinámicas y de homologación efectuadas serán todas aquellas que se podrán efectuar en el tramo de línea correspondiente a esta Etapa (las otras se repetirán más adelante).
- Quedarán excluidas todas las pruebas de tipo y de serie relativas a los sistemas / aparatos (incluso montados a bordo del tren) no en el SOW del proveedor del material rodante (en concreto: TLC, Señalización, PIS, Radio...).

Los trenes habrán obtenido la aprobación del ente “certificador” (para la parte de pruebas permitidas por la línea).

Los trenes podrán estar sujetos a limitaciones que no influirán en el servicio (ej. velocidad máxima) en función de las pruebas que se habrán podido efectuar en el tramo de línea disponible.

Etapa 1B

Para la Etapa 1B se proveerán ulteriores N° 15 trenes (total 20) de conformidad con lo descrito en la propuesta técnica (sección D.1.10).

Los trenes se entregarán:

000194

- habiendo hecho exclusivamente las pruebas estáticas y dinámicas y de homologación previstas en el plan de pruebas que se adjunta a la presente propuesta (consulte la sección L.1) relativas a la parte a cargo del proveedor del material rodante (= marcha en manual).
- Las pruebas estáticas y dinámicas y de homologación efectuadas serán todas aquellas que se podrán efectuar en el tramo de línea correspondiente a esta Etapa (las otras se repetirán más adelante).
- Quedarán excluidas todas las pruebas de tipo y de serie relativas a los sistemas / aparatos (incluso montados a bordo del tren) no en el Alcance de trabajo del proveedor del material rodante (en concreto: TLC, Señalización, PIS, Radio...).

Los trenes habrán obtenido la aprobación del ente "certificador" (para la parte de pruebas permitidas por la línea).

Los trenes podrán estar sujetos a limitaciones que no influirán en el servicio (ej. velocidad máxima) en función de las pruebas que se habrán podido efectuar en el tramo de línea disponible.

Etapa Segunda

Para la Etapa Segunda se suministrarán ulteriores N° 22 trenes (total 42) de conformidad con lo descrito en la propuesta técnica (sección D.1.10).

Los trenes se entregarán:

- habiendo hecho exclusivamente las pruebas estáticas y dinámicas y de homologación previstas en el plan de pruebas que se adjunta a la presente propuesta (consulte la sección L.1) relativas a la parte a cargo del proveedor del material rodante (= marcha en manual).
- Las pruebas estáticas y dinámicas y de homologación efectuadas serán todas aquellas que se podrán efectuar en el tramo de línea correspondiente a esta Etapa.
- Quedarán excluidas todas las pruebas de tipo y de serie relativas a los sistemas / aparatos (incluso montados a bordo del tren) no en el Alcance de trabajo del proveedor del material rodante (en concreto: TLC, Señalización, PIS, Radio...).

Los trenes habrán obtenido la aprobación del ente "certificador" para la parte de pruebas permitidas por la línea.

Los trenes podrán estar sujetos a limitaciones que no influirán en el servicio (ej. velocidad máxima) en función de las pruebas que se habrán podido efectuar en el tramo de línea disponible.

O. INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A

O.1 ESTUDIOS BÁSICOS

Topografía de detalle

La información topográfica utilizada en el desarrollo de la Primera Etapa A del proyecto, es la realizada en el estudio de Preinversión a nivel de Perfil 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, por la empresa consultora: Asesores Técnicos Asociados (ATA), y por el Estudio Complementario de la Etapa 1ª realizada por GEODATA, al ser estas las que afectan a dicha zona. En el punto O.1.1. *Topografía de Detalle*, se detalla cómo se realizó el control y levantamiento topográfico. Durante la fase de licitación se ha actualizado el levantamiento topográfico con las modificaciones surgidas desde su realización

y será necesario realizar un levantamiento topográfico complementario de la zona Patio Taller Santa Anita, a fin de poder realizar la triangulación de la parcela.

Estudio geotécnico

Basado en el estudio de Geología y Geotecnia completo del corredor se ha particularizado al tramo que forma parte de la Etapa.

En la zona de estudio se han reconocido y diferenciado las mismas seis Unidades Geotécnicas que a lo largo de toda la traza. La distribución de estas unidades se incluye en los planos correspondientes elaborados, que corresponden a los perfiles longitudinales geológico-geotécnicos elaborados. De acuerdo con la caracterización geotécnica de los materiales realizada se incluyen los parámetros geotécnicos de cálculo en la tabla siguiente.

Unidad geotécnica (síntesis)	γ_{ap} (KN/m ³)	W (%)	% Pasa tamiz # 0,08 mm	LL (%)	IP (%)	Clasif. U.S.C. S.	c' (KPa)	ϕ (°)	Vs (m/s)	E _{max} (MPa)	E _{estático} (MPa)	ν
R RELLENOS	16,7	10,7	25	0	0	SM 25%; GP 25%; GC 13%; ML 13%; CL 13%	0	28	200	174	17	0,3
CL/CM ARCILLAS Y LIMOS	17,38	23,7	80	35,5	12,6	ML 42%; CL 37%; MH 19%	8	26	260 (200-600)	181	23	0,25
SM ARENAS LIMOSAS	16,95	9,1	34	0	0	SM 54%; SM-SP 11%; SP 11%; SC 7%; ML 7%; GM-GP 4%	5	30	200	176	35	0,3
GP-S suelta	20	3,8	0	0	0	GP 76%; GW 9%	15	34	400 (150-650)	208	42	0,3
GP-S firme	22	3,3	0	0	0	GP 81%; GM-GP 8%; GW 4%; GM 4%	32	39	750 (400-1050)	915	183	0,3
D DIORITA												

Parámetros geotécnicos propuestos para el cálculo.

Del Estudio Geotécnico elaborado es posible extraer las siguientes conclusiones generales:

- No se ha detectado un sustrato rocoso a cota de túnel que y no se esperan, a priori, otras zonas sensibles con este riesgo potencial, aunque esta presencia no puede descartarse totalmente.
- Desde el punto de vista deformacional, y centrándose en el Aglomerado de Lima, puede decirse que la campaña de sísmica pasiva efectuada avalaría los valores de módulo definidos, si bien se han de hacer las puntualizaciones siguientes:
 - Por un lado los valores G_{máx} asignados serían una envolvente conservadora.
 - Por otro lado se carece de datos directos de los módulos 'estáticos' por la dificultad de realizar dilatómetros o placas de carga.
 - Una vez obtenidos ensayos dilatométricos efectuados por Proinversión en la Etapa 1A, se ha constatado que los valores de módulos elásticos inicialmente considerados para las gravas de Lima son del mismo orden.
- La permeabilidad de la grava quedaría caracterizada por un valor medio de $7.62 \cdot 10^{-5}$ m/s, pero en esta zona tiene menor importancia en la fase constructiva al no haberse encontrado nivel freático en los sondeos efectuados en el tramo.

Estudio sísmico

El Análisis de Riesgo Sísmico realizado tiene por objeto determinar los parámetros sísmicos en la zona de implantación de la Primera Etapa A de la línea 2 de la Red Básica del Metro de Lima y Callao, con objeto de determinar los parámetros sismotectónicos a aplicar en la zona de actuación, y especialmente en las obras a proyectar. Este estudio se basa en la determinación de la peligrosidad sísmica, la cual se define como la probabilidad de excedencia de un cierto valor de la intensidad del movimiento del suelo producido por terremotos, en un determinado emplazamiento y durante un periodo de tiempo establecido.

Se ha evaluado la peligrosidad sísmica mediante métodos deterministas y probabilísticos.

Estudio determinista

Es un método que se basa en que la sismicidad es aleatoria en cada zona y el máximo sismo podría ocurrir en cualquier lugar de la misma. Presenta la ventaja de una aplicación sencilla. Los inconvenientes son el desconocimiento de la probabilidad asociada a ese máximo movimiento, así como la caracterización de las fuentes sísmicas únicamente por el mayor terremoto, sin intervenir su ley de recurrencia.

A partir de este estudio se ha estimado una aceleración pico máxima de 0,40g.

Estudio probabilista

Los métodos probabilistas consideran los efectos de todos los terremotos que pueden afectar a un emplazamiento dado y tienen en cuenta las leyes de recurrencia de los mismos. Dan como resultado estimaciones de la probabilidad de excedencia para cada valor de la intensidad del movimiento esperado en el emplazamiento durante un periodo de tiempo dado, quedando así representada la peligrosidad por curvas de probabilidad.

A partir de este análisis se han determinado, una aceleraciones promedios máximas de 0'32, 0'42, 0'51 y 0'64g para los periodos de retorno de 200, 475, 1.000 y 2.500 años respectivamente. Teniendo en cuenta un punto del trazado de la Primera Etapa A de la línea 2 y las condiciones locales se estiman las siguientes aceleraciones máximas:

Zonas de estudio	Perfil de punto	Factor de	Aceleración horizontal máxima (g) para periodos de retorno				
			200	475	1.000	2.500	
Pto. 4 Etapa 1A	P.K. 19+500 L2	C	1,00	0,314	0,409	0,499	0,634

Aceleraciones máximas para los distintos emplazamientos analizados y los periodos de retorno considerados.

Estudios de tráfico

Desvíos generales

Dentro del plan de desvíos generales de tránsito para la ejecución de las obras de la Línea 2, la Etapa 1A se inscribe dentro del "Sector 2", que comprende un itinerario alternativo para el tránsito a fin de liberar el mayor número de vehículos de la Carretera Central; este Sector 2 de desvío general comprende concretamente el tramo comprendido entre la Avenida 28 de Julio y la Separadora Industrial. Se prevé desviar el tránsito (público, privado y pesado) por la Avenida J. de la Riva Agüero hasta la Plaza del Óvalo de San Agustino donde se tomará la calle César Vallejo hasta cruzar la carretera Panamericana. A partir de este punto se plantean diferentes desvíos para cada tipo de tránsito y sentido de los mismos hasta el final del desvío previsto para este sector, ubicado en el cruce de la Carretera Central y la Separadora Industrial.

Desvíos locales

Los microdesvíos proyectados consisten en los cambios de itinerario y/o modificación del número de carriles en las calles afectadas por las obras afectadas debido a la ejecución de las estaciones y los pozos de ventilación. Por supuesto, al existir los desvíos generales antes citados para el tráfico de largo recorrido, el tránsito por estas vías será mucho menor al habitual, limitándose tan sólo al tránsito vecinal y de servicios que no puedan encontrar un itinerario alternativo.

Se procede al cierre mediante valla perimetral de una zona de trabajos suficiente para ejecutar completamente la estación o el pozo y alojar las instalaciones de trabajo necesarias para tal fin (casetas de obra, zonas de acopio, silos, etc). Esta zona de trabajos ocupará normalmente la zona central de la avenida, por lo que se habilitarán carriles provisionales alrededor de la zona de obra para el paso del tránsito vehicular. En una segunda fase se


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

completará la ejecución de los accesos a la estación o pozo liberando la zona de vía donde la obra ya esté completada y vallando la zona necesaria para finalizar los trabajos. 000107

Estudio de interferencias

Para el desarrollo del proyecto de licitación de las obras previstas se ha procedido a identificar las interferencias de los servicios públicos del tramo correspondiente a la "Etapa 1A", así como a establecer las especificaciones técnicas o condiciones para su ejecución en obra, contemplando en todo momento que su ejecución se realice de manera que se cumpla con el plazo previsto de finalización de la primera Etapa 1A. Para ello se ha llevado a cabo un estudio complementario a la información proporcionada en el Estudio de Preinversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto y el Contrato de Concesión, de manera que los datos obtenidos por la investigación, la recopilación de información, la coordinación con las compañías afectadas, y verificaciones en campo, han permitido contrastar y complementar la información de los estudios facilitados.

O.2 GEOMETRIA (TRAZADO)

La Etapa A corresponde al Tramo 5, comprendido entre las estaciones de Evitamiento y Mercado Santa Anita, y cuenta con 5 estaciones y 4 pozos de ventilación y emergencia interestación. Adicionalmente, y para compatibilizar la construcción del Tramo 4 con la explotación de la Primera Etapa A, se prevé construir también en esta etapa una longitud de túnel de 60 m antes de la estación de Evitamiento donde se ha ubicado una sala de ventilación provisional de túnel necesaria para esta etapa de explotación. De manera similar se prevé la construcción en esta etapa de un tramo del telescopio y el ramal a taller situado después de la estación de Mercado Santa Anita, para permitir tanto compatibilizar las obras con la explotación de la Primera Etapa A como ubicar otra sala provisional de ventilación de túnel.

Las principales características de la Etapa 1A son las siguientes:

Progresivas:	Inicio 19+260
	Fin 23+660
Longitud del tramo	4.400 m
Estaciones	5 (todas de paso, 2 provisionalmente terminales)
Pozos de ventilación y emergencia	4
Patio taller	1
Ramales a taller	2 (uno solo obras civiles sin superestructura)
Otros	2 salas de ventilación, provisionales

Los parámetros empleados como base para el diseño del trazado son los mismos establecidos en el punto A.5.1. Diseño del trazado de la Propuesta Técnica.

Si bien se ha mantenido el trazado en planta previsto en A.5.1, se ha decidido, por condicionantes del material rodante, situar las estaciones en tramos sin pendientes, en vez del 0.3% previsto anteriormente. Este ajuste se ha realizado para todas las estaciones de la Línea 2 para comprobar su factibilidad, si bien se incluye en este apartado exclusivamente el tramo comprendido entre las progresivas 19+260 y 23+660 o Tramo 5.

No se ha previsto en esta etapa zonas terminales para inversiones de marcha, puesto que se trata de una etapa muy corta y se ha considerado la realización de las inversiones de marcha por delante de la estación, de manera que tanto Evitamiento como Mercado Santa Anita funcionarán en esta etapa con un único andén de embarque y desembarque.

O.3 TÚNELES



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Túneles

La elección de método de excavación tradicional en este tramo, responde a una mejor adecuación a los plazos de obra previstos para la puesta en servicio de la Primera Etapa A y cumple con las provisiones del Contrato de Concesión.

El diseño de las secciones de revestimiento para la excavación por métodos convencionales, se ha basado en integrar el espacio necesario para la explotación de la línea en una geometría lo más circular posible, con el objeto de optimizar el revestimiento; la sección circular es la que mejor soporta las cargas del terreno y la acción sísmica, lo que permite menores espesores de hormigón en el revestimiento.

La excavación de la mayor parte del tramo consiste en una excavación en suelos, es decir, excavando el terreno mediante medios mecánicos convencionales de modo secuencial y por fases. En el tramo que afecta al substrato rocoso, de acuerdo a la información disponible, el substrato está muy fracturado y por tanto el método de excavación también es válido.

Las fases en las que se divide cada una de las secciones son: avance, destroza y contrabóveda. Estas fases en función de las características del terreno pueden subdividirse y el avance se ejecutará utilizando la técnica del "machón" central, que no implica una penalización ni en el rendimiento ni el coste, dado el tipo de excavación a emplear y aporta un plus de seguridad en el frente de excavación.

La ejecución de la excavación, revestimiento primario, impermeabilización y revestimiento definitivo de los túneles se realizará de acuerdo a procesos cíclicos. Se ha considerado conservadoramente un rendimiento medio de ejecución de 2,3 a 2,5 m por día.

El revestimiento del túnel se construirá en dos etapas. El revestimiento primario que estará constituido, básicamente, por hormigón proyectado y cerchas y el definitivo constituido por hormigón armado convencional.

Se han planteado tres secciones tipo de revestimiento primario con el siguiente criterio:

- Sección Tipo A: Se aplicará si la totalidad del frente de excavación está constituido por las gravas denominadas "GP-S f", es decir, las de densidad relativa muy elevada ($V_p \geq 1500$ m/s).
- Sección Tipo B: Se aplicará si parte del frente de excavación presenta las gravas denominadas "GP-S s", es decir, las de menor densidad relativa ($V_p < 1500$ m/s).
- Sección Tipo C: Se aplicará si la totalidad de la sección presenta las gravas denominadas "GP-S s", es decir, las de menor densidad relativa ($V_p < 1500$ m/s).

En el tramo del ramal a patio de talleres de Santa Anita excavado en mina, se prevé utilizar únicamente la sección definida.

SECCIÓN TIPO	TIPO TERRENO DE	HORMIGÓN PROYECTADO (cm)	CERCHAS Tipo Espaciamiento (m)	LONGITUD DE PASE (m)	CONTRABÓVEDA (*)
A	Conglomerado de Lima	5,0 + 15,0	TE-70 De 1,0 m a 2,0 m	De 1,0 a 2,0	NO
B		5,0 + 20,0	TE-130 A 1,0	1,0	NO
C		5,0 + 20,0	TE-130 A 1,0	1,0	SI
RAMAL A PATIO TALLERES		5,0 + 20,0	TE-130 A 1,0	1,0	NO

NOTAS:

(*) Se refiere a la necesidad de contrabóveda en el revestimiento primario, en el definitivo las cuatro secciones tipo tienen contrabóveda.

Secciones Tipo de Revestimiento Primario

Se ha realizado un cálculo numérico para comprobar las secciones y los resultados obtenidos, así como una memoria explicativa, se incluyen en el punto O.3.1.

Los metros iniciales de la excavación del avance se efectuará al abrigo de un paraguas de micropilotes de 12 m de longitud, en general. El paraguas será ejecutado previamente al inicio de la excavación desde la estación o pozo que hará las funciones de pozo de ataque.

Se han previsto tratamientos especiales, constituidos por aquellos elementos, técnicas o procesos constructivos que pueden aplicarse de manera ocasional y no de forma sistemática en zonas donde las características geotécnicas sean particularmente bajas o se detecte la presencia de agua aunque de acuerdo a la información existente, en este tramo, el nivel de agua en el terreno está muy por debajo del túnel.

Los tratamientos previstos y detallados se incluyen también en el punto O.3.1 de la Propuesta Técnica

Para garantizar la estabilidad del túnel de línea a largo plazo, el diseño incluye la construcción de un anillo de hormigón armado, aislado del soporte primario mediante una lámina de impermeabilización y una lámina de geotextil.

El revestimiento definitivo se ha dimensionado sin tener en cuenta el revestimiento primario y teniendo en cuenta las siguientes acciones debidas a la carga estática del terreno a largo plazo y la carga sísmica.

Con los resultados obtenidos se determina el espesor de hormigón necesario, así como la cuantía de acero para el armado del mismo.

Para el caso del túnel de línea se han obtenido los espesores y cuantías que se presentan en adjunta. Para el túnel del ramal de conexión al patio de Santa Anita, son válidas las cuantías de la Sección Tipo B.

SECCIÓN	ESPESOR DE HORMIGÓN (cm)			CUANTÍA DE ACERO (kg/m ³)		
	A	B	C	A	B	C
BOVEDA	0,30	0,30	0,30	100	100	70
CONTRABOVEDA	0,30	0,50	0,50	240	240	70
HASTIAL	0,50	0,30	0,50	95	95	95


Espesor de hormigón y cuantía de armado del túnel de línea

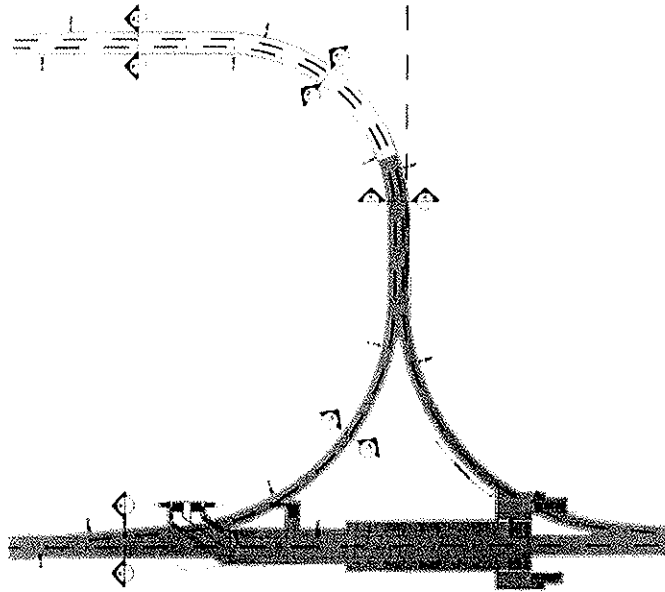
En los túneles ejecutados por métodos convencionales y como principio fundamental de la filosofía del Nuevo Método Austriaco (NATM) para la ejecución de los túneles, la adecuada auscultación y control sistemático de los trabajos de excavación y sostenimiento forma parte esencial del método.

El seguimiento comprende el control geométrico y topográfico, la comprobación de las secciones transversales, gálibos y soleras, así como la auscultación mediante la realización de medidas específicas de convergencia, extensométricas y de presión.

Ramal a talleres

Como se puede apreciar en la figura adjunta, anexo a la Estación de L2 de Mercado Santa Anita se ubica dos "pantalones" o recintos de pantallas que bifurcan el túnel de línea, realizado con excavación en trinchera y que vuelven a unirse para configurar un único túnel que será el acceso a talleres de Santa Anita.


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



Planta de la estación Mercado Santa Anita y los ramales al patio taller

La zona de conexión se resuelve con un recinto apantallado con gálibo interior variable y espesor de pantallas de 100cm. La cubierta se resuelve con un dintel tipo usado en estaciones. Existe un solo nivel intermedio a modo de arriostramiento, el cual se materializa con una losa de hormigón armado de 80cm de canto. Por último, el cierre se realiza por medio de una losa plana de hormigón armado de 60cm de canto

Los denominados ramales tienen cuatro secciones tipos, que se pueden ver en la imagen anterior.

- Sección 2-2 y 3-3, la única diferencia es que ambas secciones tienen la misma configuración en alzado, la única diferencia estriba en el gálibo interior. En la sección 2-2- es mono rail y la 3-3 tiene las dos vías que provienen de las dos bifurcaciones.
- Sección 4-4, corresponde con la sección crítica en la que ya no es necesario o posible la colocación de una losa intermedia de arriostramiento.
- Sección 5-5, corresponde con la sección crítica en la que ya no es posible, por gálibo vertical ferroviario, la colocación de una cobertura.
- Sección 6-6, se corresponde con la zona más somera de la rasante, de modo que esta zona permite la ejecución de un muro en (U).

El ramal sentido Municipalidad de ATE se ejecutará en mina en una zona tal como se ha comentado en el apartado anterior.

Pozos de ataque

En cuanto los pozos de ataque para la ejecución del túnel de línea de la Primera Etapa 1A hay que señalar que dado los condicionantes existentes para la puesta en servicio en un plazo lo más corto posible, se han planteado ataques simultáneos desde todos pozos de ventilación del tramo.

Los pozos de ventilación que se incluyen dentro de esta primera Etapa A, se han dispuesto cenitales, para mejorar el rendimiento en cuanto a la excavación de túnel de línea. Los metros iniciales de la excavación del avance del túnel de línea, se efectúan al abrigo de un paraguas de micropilotes de 12 m. de longitud, en general. Una vez ejecutado el paraguas con la correspondiente viga de atado, se procederá a la demolición de la zona correspondiente a la sección, quedando la parte sin demoler, perfectamente sujetas por la viga de atado. Seguidamente se procede a la excavación del túnel.


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

0.4 ESTACIONES

000201

Definición arquitectónica

Descripción General de la Arquitectura de Estaciones Etapa 1A

Las cinco estaciones de la etapa 1A tienen características arquitectónicas muy similares diferenciándose por los requerimientos de evacuación reflejados en los bloques de escaleras requeridos por la demanda, si lleva la necesidad de albergar las salas técnicas de SER de la Línea 2, o si es una estación profunda.

En general, estas estaciones se sitúan debajo de la vía pública, y se conforman mediante un recinto de pantallas perimetral y losas de hormigón armado. La losa de vestíbulo sirve para acodalar la pantalla, porque las estaciones de la línea tienen una profundidad significativa. La losa dintel ejerce esta misma función en la cota superior de las pantallas. El cajón de las estaciones tiene dos partes, una zona ancha y una zona estrecha cuyas dimensiones varían según los requerimientos de la estación.

En esta etapa, las estaciones 20-Evitamiento y 24-Mercado Santa Anita sirven como estaciones terminales. Se incluyen salas de ventilación temporales, con rejillas a nivel de calle, para asegurar la capacidad de ventilación hasta que se terminen las siguientes etapas de la línea.

Las cinco estaciones que componen la primera etapa del proyecto tienen en común la organización y funcionamiento similar a toda la Línea 2 --menos las estaciones intercambiadores y la estación en caverna-- creando espacios donde los pasajeros se sienten más seguros porque se mueven en lugares conocidos.


Con estos datos, se divide las 5 estaciones en lo siguiente:

TIPO	CARACTERÍSTICOS TIPOS			ESTACIÓN
1.6 SER	C&C	2 cañones a cada andén con escalera pedestre de 2,40 m de ancho	9.95 m	20_Evitamiento
1.7 SER	C&C	3 cañones a cada andén con escalera pedestre de 2,40 m de ancho	7.45 m	21_Óvalo Santa Anita
1.5	C&C	2 cañones a cada andén con escalera pedestre de 2,40 m de ancho	7.45 m	22_Colectora Industrial
1.5	C&C	2 cañones a cada andén con escaleras pedestres de 2,40 m de ancho	7.45 m	23_La Cultura
1.2 SER	C&C	2 cañones a cada andén con escaleras pedestres de 1,80 m de ancho	7.45 m	24_Mercado Santa Anita

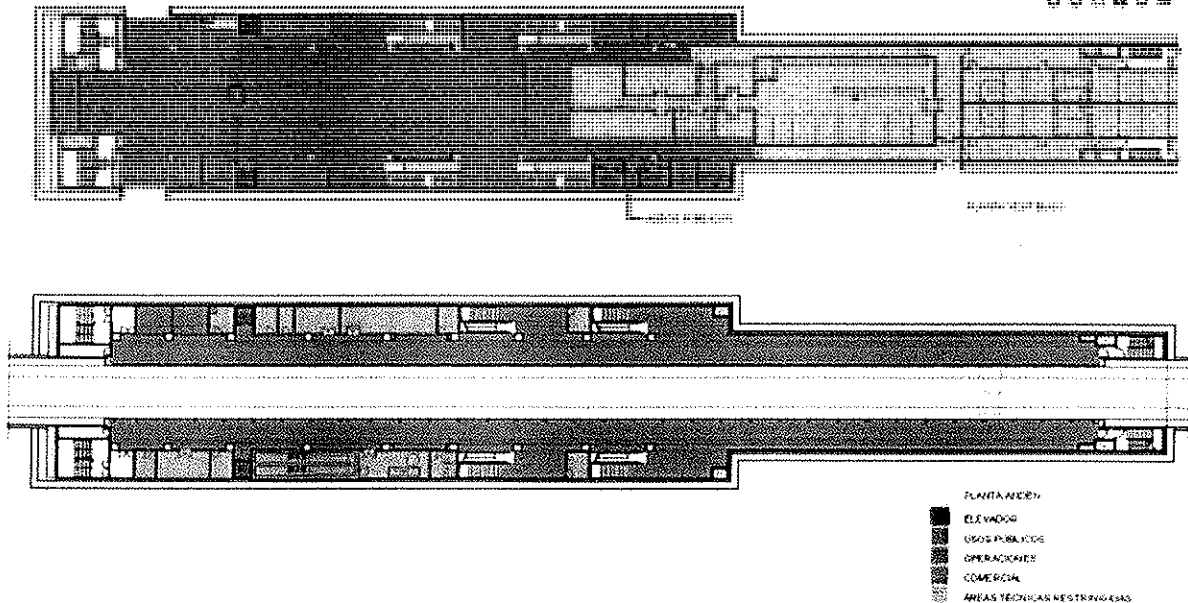
Distribución de los Ambientes

Siguiendo el tipo base establecido, el diseño de estas estaciones permite evitar que los pasajeros se desubiquen y, consecuentemente, se acumulen sin control. Las cinco estaciones funcionen de una manera muy similar y son poco cambiado del diseño base.

Las estaciones se conforman con dos niveles, uno de vestíbulo y otro de andenes. La organización de la estación parte desde la zona pública para asegurar que el pasajero, indistintamente de donde embarque o desembarque, se sienta siempre seguro y localice rápido los recorridos de acceso/salida. El resto de las dependencias necesarias para el correcto funcionamiento de la estación, alrededor de la acción de los usuarios, se distribuye de una manera racional y eficiente.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 

000202



Las estaciones tienen locales similares a los tipos, algunos con espacios técnicos adicionales.

ACCESO DESDE EL EXTERIOR

Los accesos a estas 5 estaciones están dimensionados para permitir un paso ágil de los usuarios en la entrada y en la salida y al mismo tiempo permitir una eventual evacuación en situaciones de emergencia. Se posibilita a los discapacitados físicos y sensoriales acceder a la estación sin dificultades, y de manera sencilla. Cada acceso tiene escaleras pedestres y mecánicas y se sitúa un ascensor en cada acceso con el fin de posibilitar la entrada a la estación de personas con movilidad reducida.

Estas estaciones no tienen cubierta ni cerramiento al nivel de la calle y para evitar la entrada de personas a la estación durante los horarios de cierre de la línea, cada acceso tiene puerta enrollable de seguridad en una meseta entre el nivel de la calle y el nivel de vestíbulo.

VESTÍBULO

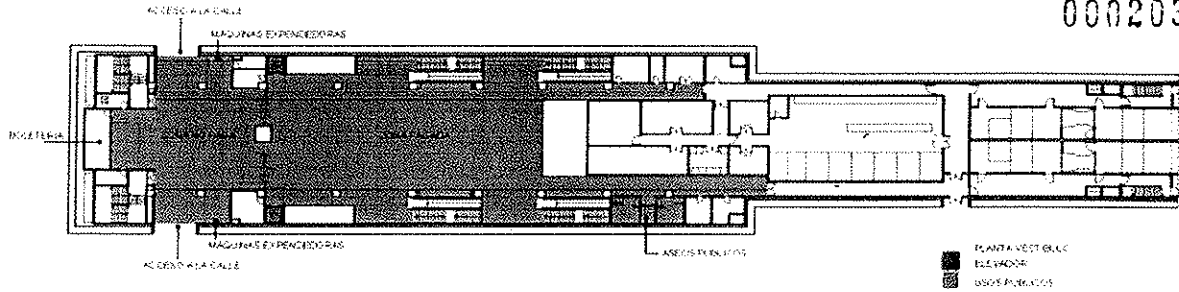
El vestíbulo de la estación es el primer elemento de distribución de los flujos de pasajeros para la conexión entre salida y andenes. El espacio público es abierto y alto, con falso techo a una altura mínima de 4.75 m sobre el suelo, con los recorridos a la vista, dando a los usuarios el sentido de seguridad tan necesaria en una estación de metro.

Se compone de 2 partes principales:

- Zona no paga, a donde cada acceso exterior comunica directamente. Hay libre acceso y circulación y en esta zona se encuentra la boletería y las máquinas expendedoras.
- Zona pagada, accesible solo después haber validado el billete, y da acceso directamente a la circulación vertical hacia los andenes. Hay acceso desde esta área a servicios al público como los aseos y oficinas de operaciones. También se encuentran zonas comerciales y desde esta zona se puede acceder a los espacios técnicos.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

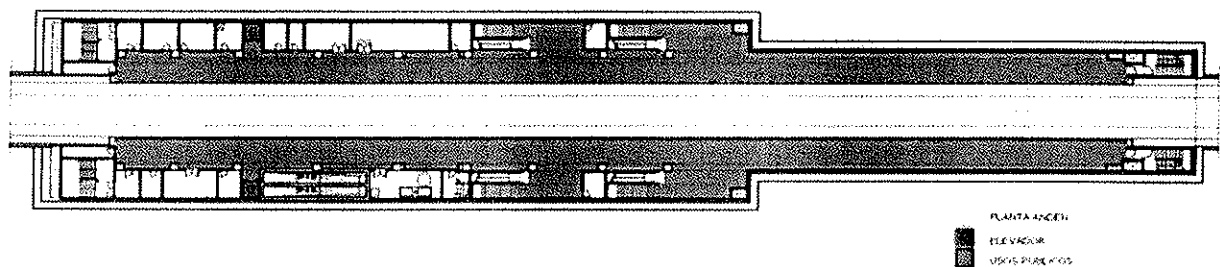




ANDENES

Las estaciones tienen andenes laterales de 135 m de largo y ancho de 4 m delimitados por los accesos al andén y las puertas de andén. Además, el paso libre desde el límite de las puertas de andén y cualquier obstáculo fijo no tendrá un ancho menor de 3.2 m. La altura del andén

El acceso del vestíbulo a cada andén tiene un ascensor y el número de cañones y sus dimensiones depende de la demanda de cada estación.



En los extremos de cada andén se sitúan las salidas de evacuación:

- Una escalera sale directamente al exterior, y tiene 1.35 m de ancho.
- Una, con 2.40 m establecido de acuerdo con la demanda de la estación, va al vestíbulo, que en este diseño es seguro, y de allí al exterior a través de las dos entradas principales de la estación.
- En los espacios entre escaleras se ubican locales con fines técnicos de soporte para las instalaciones.


Accesibilidad y dimensionamiento de andenes

ACCESO A LAS ESTACIONES

Las 5 estaciones tienen un funcionamiento similar basado en la existencia de un área de no pago, a la que se llega a través de dos accesos provenientes de la calle, un área de pago común y un vestíbulo interno, que distribuye a los viajeros entre los dos andenes laterales.

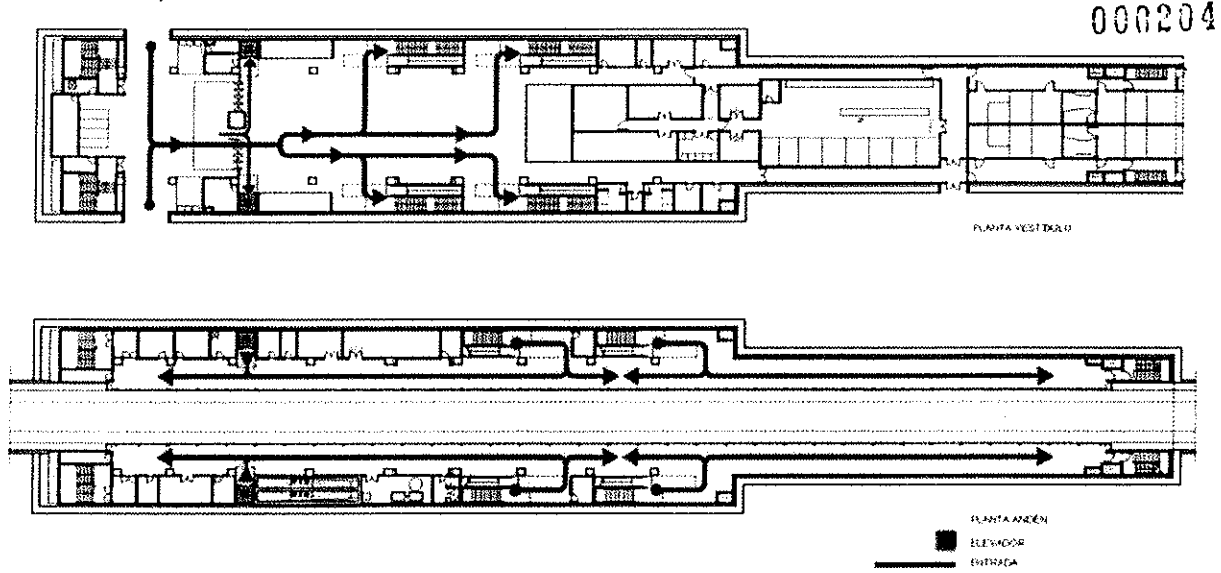
Se desemboca al área de no pago por los laterales a través de escaleras fijas y mecánicas, o elevadores, adaptando dichos brazos a la singularidad de la zona de la ciudad en la que se inserta la estación.

Al área de pago, que es un gran vestíbulo de circulación al que desembocan los cañones de acceso a cada uno de los andenes, se accede a través de la línea de torniquetes. También hay un ascensor que sirve a cada andén desde el vestíbulo. Ese mismo vestíbulo sirve para hacer el cambio de andén.

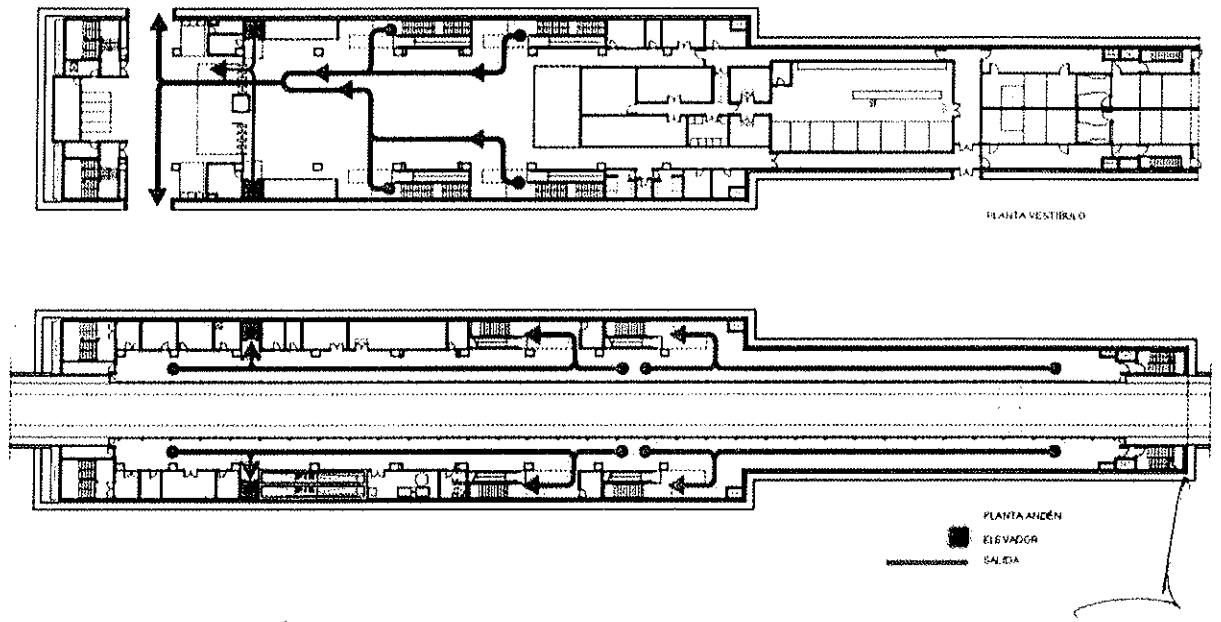

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL



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



Para facilitar el flujo, la salida de las estaciones es igual a la de entrada, garantizando la comodidad de los usuarios.



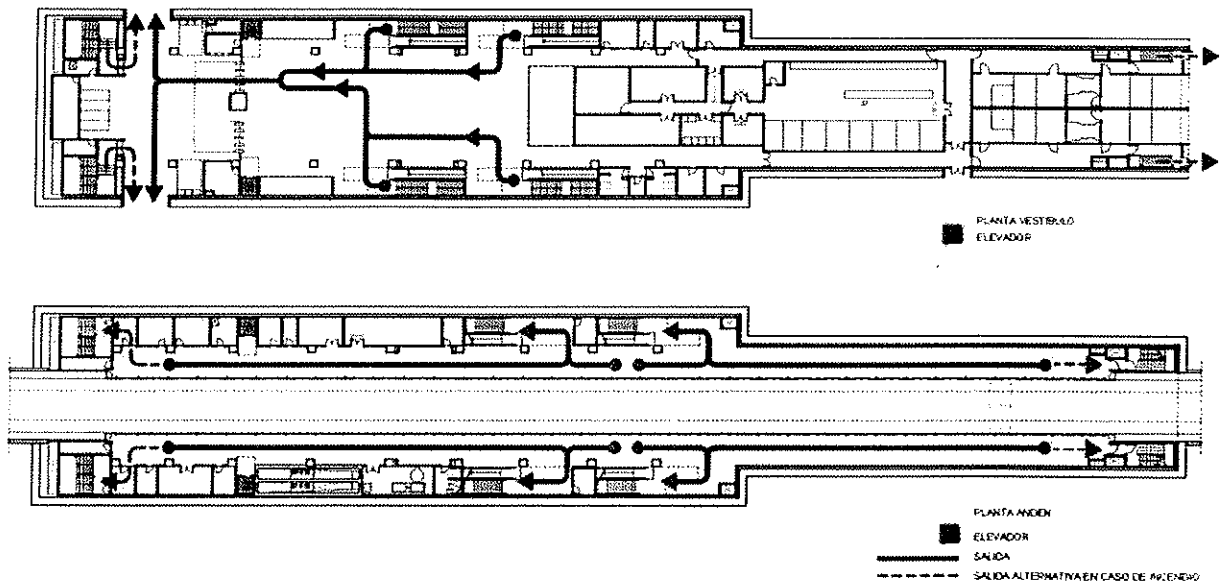
RUTA DE EVACUACIÓN EN CASO DE INCENDIO

En el caso de incendio, las rutas de evacuación son iguales en las cinco estaciones. Hay tres rutas de salida desde el andén: la misma ruta de la entrada, por los cañones, y en cada extremo de andén se encuentran escaleras de evacuación. Desde el lado estrecho de la estación, las escaleras suben directamente al nivel de la calle. Desde el otro extremo del andén, se sube las escaleras de evacuación al nivel del vestíbulo, que es un sitio seguro, y se accede a la calle por los accesos públicos. No se consideran los ascensores como un elemento que favorezca la evacuación en caso de emergencia, excepto para las personas con movilidad

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



reducida.



CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA DE ACCESIBILIDAD

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

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

DIMENSIONAMIENTO FUNCIONAL Y DE SEGURIDAD DE ANDÉN

Todos los espacios de la estación, sobre todo los espacios públicos, se han dimensionado atendiendo a dos criterios fundamentales: funcionalidad en casos de emergencia, y funcionalidad durante el ejercicio a diario de la estación. Al hacer los de funcionalidad en los dos casos se define la dimensión de andén. En el caso de estos 5 cinco estaciones, los andenes tienen una distancia libre de 3.20 m desde las puertas de andén a los pilares y 4.00 m de las puertas de andén a la circulación vertical. La altura de andén en todas las estaciones excepto Evitamiento es de 6.45 m. En Evitamiento es de 8.95 m.

DIMENSIONAMIENTO FUNCIONAL

Siguiendo los requerimientos descritos en del Estudio de Factibilidad, se han hecho los cálculos para asegurar que los Niveles de Servicio cumplen los criterios y asegurar el funcionamiento óptimo para el uso diario en la demanda más exigente.

Se explica con detalle en el punto A.7.5 como se han calculado los niveles de servicio.

En el punto O.4.1. en las secciones de detalle de cada estación se presenta los datos significativos para los cálculos de la estación.

La tabla a continuación representa un resumen de las cinco estaciones, con los cálculos del horizonte 2047, representando el año más exigente.



LINEA	ESTACION	ANCHO DE PASADIZO (mm)	ESPESOR DE LA LOSA (cm) (con un ancho promedio de 120cm y 100cm)	CAPACIDAD (PERSONAS)	TIPO DE LOSA	TIPO DE PASADIZO	TIPO DE PASADIZO	TIPO DE PASADIZO	TIPO DE PASADIZO	TIPO DE PASADIZO
1.6S	20_ EVITAMIENTO	2047	5.15 (A)	8.4 (A)	A	A	-	5	3	4
1.7S	21_ ÓVALO STA. ANITA	2047	21 (A)	2.2 (C)	A	B	-	13	8	9
1.5	22_ COLECTORA INDUSTRIAL	2047	5.59 (A)	5.2 (A)	A	A	-	5	3	4
1.5	23_ LA CULTURA	2047	5.32 (A)	3.8 (A)	A	A	-	6	3	4
1.2S	24_ MERCADO SANTA ANITA	2047	7 (A)	7 (A)	A	A	-	5	1	2

DIMENSIONAMIENTO DE SEGURIDAD

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

Los cálculos para cada estación se encuentra en el apéndice del punto O.4.1.

Estructuras

La denominada Etapa 1ª está integrada por la ingeniería de diseño de las estaciones; Evitamiento, Óvalo Santa Anita, La Cultura, Colectora Industrial y Mercado Santa Anita.

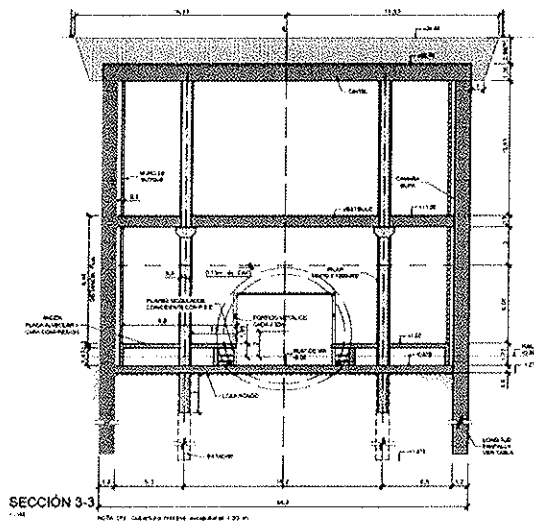
Estas cinco estaciones está diseñadas para ser ejecutadas por medio de excavación en trinchera o cut & cover. Son estaciones enmarcadas sobre un recinto apantallado, cuyo espesor de pantallas oscila entre 120cm y 100cm, según el caso.

Se podría diferenciar las estaciones en dos grandes grupos: a) Estaciones con losa de cubierta materializada como una losa maciza de concreto reforzado y b) Estaciones con losa de cubierta que se materializan por medio de vigas prefabricadas con losa de compresión.

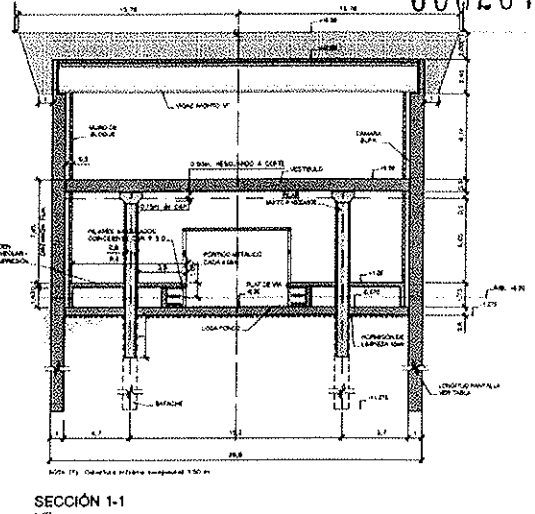
Dentro del primer grupo se encuentran las estaciones Evitamiento y Óvalo San Anita, dejando las otras tres estaciones como estaciones del segundo grupo. A continuación se muestra unas secciones tipo para cada caso.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



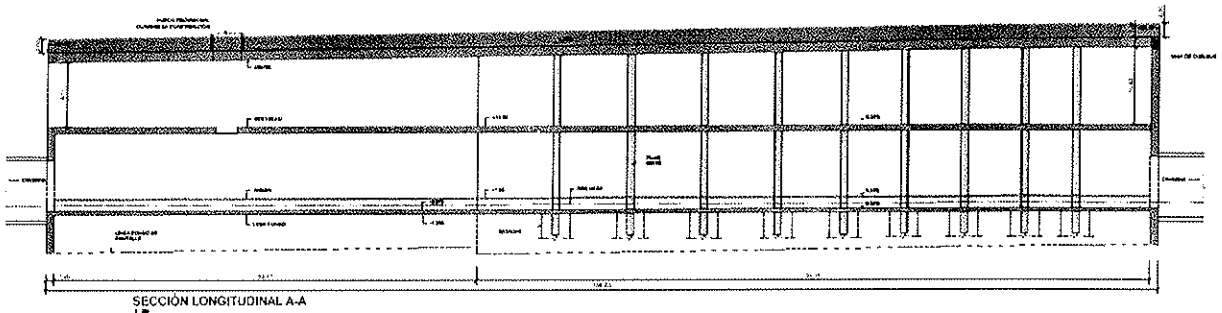


Tipología 1.

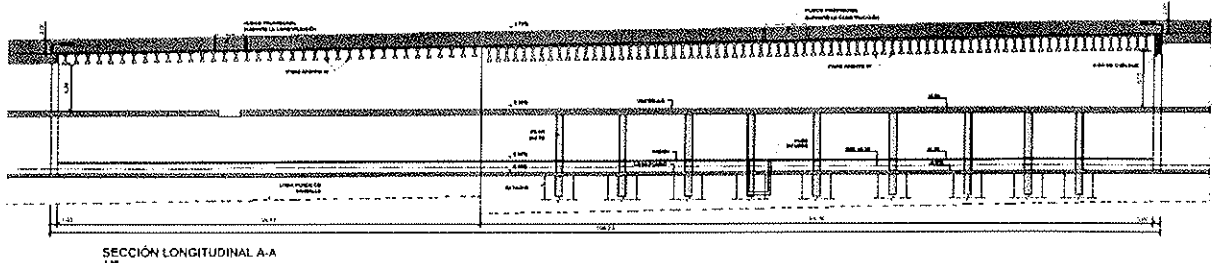


Tipología 2.

Secciones transversales por tipología



Tipología 1.



Tipología 2.

Secciones longitudinales por tipología

Tal y como se aprecia en las figuras anteriores, en el caso de estaciones cuya cubierta se realiza por medio de vigas prefabricadas, los pilares (pilares-pantalla) sólo deberán llegar al forjado intermedio o vestíbulo.

Al ser estaciones que puede ser ataque de los tramos en caverna, se ha dejado prevista la losa de fondo de 60cm a la cota necesaria para poder acometer los trabajos de ataque del túnel convencional.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL




0.5 PATIO TALLER SANTA ANITA

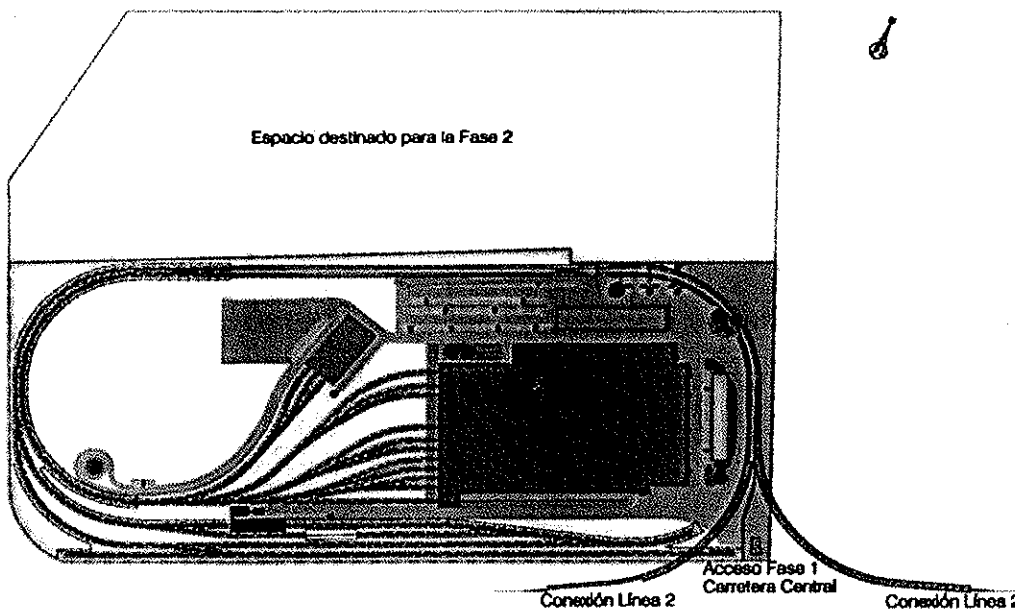
Descripción funcional y arquitectónica

Las actividades que se llevarán a cabo dentro del patio-taller serán el mantenimiento, la reparación y el estacionamiento del Material Rodante utilizado en la Línea 2, garantizando el correcto funcionamiento del servicio de Metro.



Constructivamente se establece un modelo constructivo unitario que da respuesta a todas las edificaciones con estructuras prefabricadas de concreto y fábricas de cierre mediante paneles prefabricados del mismo material. Las coberturas se llevan a cabo con materiales ligeros sobre sub estructura de concreto en el caso de los servicios industriales y mediante losa de concreto en los edificios administrativos. En el caso de estos últimos y en todos los ambientes viveros, la capa de cerramiento se trasdosa con tabiquería seca, consiguiendo el requerimiento estético mínimo y permitiendo la instalación trasdosada de las redes eléctricas y sanitarias.

En la Fase 1, en la que se llevará el trazo de conexión subterránea con la línea 2 y todas las construcciones técnicas y administrativas que garantice un funcionamiento completo del patio-taller, el acceso se llevará a cabo desde Carretera Central en el vértice sureste de la parcela. Dicho acceso conecta directamente con la zona vivera, Edificio Administrativo y dependencias de los Talleres. A continuación se incluye el esquema de la Fase 1 con la situación del acceso inicial y de las edificaciones que se llevarán a cabo en esta etapa.



- TALLERES
- EDIFICIO ADMINISTRATIVO
- EDIFICIO PARA EL MATERIAL RODANTE AUXILIAR
- EDIFICIO SER+AIRE COMPRIMIDO+DEPÓSITOS Y BOMBEO
- ZONA DE LAVADO AUTOMÁTICO DE TRENES
- EDIFICIO DE SEGURIDAD Y CONTROL DE ACCESO
- ZONA DE ALMACENAJE DE RESIDUOS Y RESIDUOS PELIGROSOS

Esquema de ordenación de la Fase 1 del patio taller Santa Anita


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

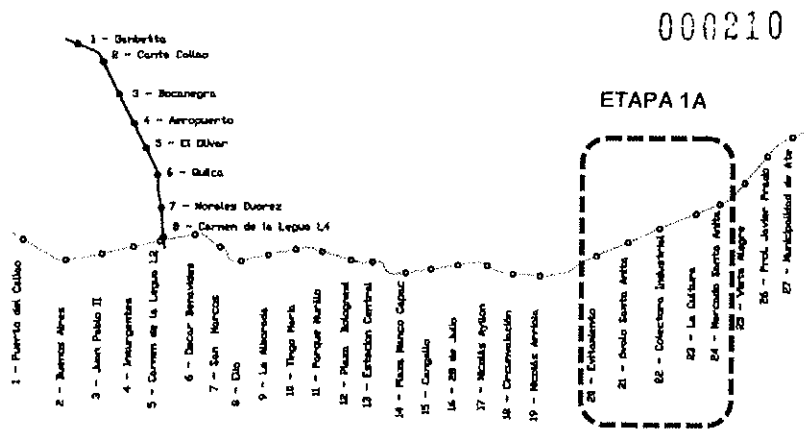
Excavaciones y muros de contención

La parcela en la que se ubica el patio taller se encuentra a diferente nivel con respecto a la calle. Por este motivo, ha sido necesario bordear todo el perímetro con un muro de altura variable (hasta 8 metros).

La excavación a realizar en la parcela se llevará a cabo mediante medios mecánicos, siendo el volumen total de desmonte de 272.374 m³ y el de terrapién 106.910 m³.

0.6 CRONOGRAMA ETAPA A

La **Etapa 1** prevé la puesta en servicio de un sector de la Línea 2 entre la Municipalidad de Ate y Plaza Bolognesi. La construcción de un tramo prioritario entre las Estaciones de Evitamiento y Mercado de Sta. Anita se denomina "**Etapa 1A**".



Las obras principales que se desarrollarán en esta etapa son las siguientes:

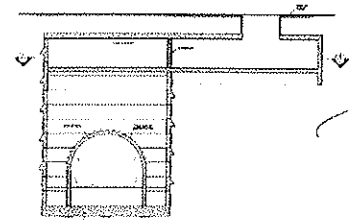
- Pozos de ventilación: pozos cenitales PV20, PV21, PV22 y PV23
- Túnel de P.K. 19+472 (final estación Evitamiento) a 23+455 (inicio estación Mercado Santa Anita). Se han considerado incluidos en esta fase unos tramos al inicio y al final, para poder conexionar posteriormente con la etapa 1B sin parar el servicio. Por tanto el tramo que se ha considerado es el comprendido entre los PP.KK. 19+000 y 23+900.
- Estaciones: Evitamiento, Ovalo Santa Anita, Colectora Industrial, La Cultura y Mercado Santa Anita
- Talleres y conexión con los mismos: Santa Anita
- Superestructura ferroviaria correspondiente
- Electrificación y señalización
- Suministro de material rodante
- Pruebas y circulación en vacío



Las obras comenzarán con la ejecución de los **pozos** necesarios para iniciar el ataque de los túneles: PV20, PV21, PV22 y PV23. Se realizan mediante secciones de anillos circulares de modo descendente para formar un recinto

de trabajo para los túneles con método NATM.

Una vez finalizados los túneles se ejecuta la estructura interior y la conexión subterránea en superficie que alberga la ventilación y salidas de emergencia, mediante pantallas.



Una vez finalizados el recinto de trabajo de cada uno de los pozos, comenzará la ejecución de los **túneles**. Serán necesarios ocho equipos, que trabajarán atacando desde los pozos en dirección a las estaciones, dos equipos saliendo de cada pozo. Los equipos 9 y 10 realizarán primero un tramo anexo de la Etapa 1B (saliendo de los pozos PV19bis y PV24) y posteriormente las secciones que sirven para poder conexionar con dicha etapa sin parar el servicio.

En esta etapa se ejecutarán cinco **estaciones**, como ya hemos comentado. Las cinco se excavarán en Cut & Cover, construyéndose de manera simultánea, para cumplir con los hitos de finalización de Etapa.

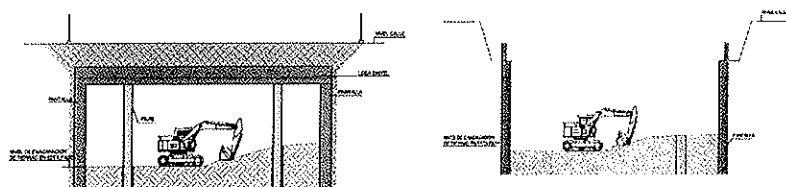
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

Dentro de las estaciones Cut & Cover distinguimos varias tipologías, en función del tipo de cubierta que tengan. En este tramo encontramos tipo losa (Evitamiento y Ovalo Santa Anita) y tipo vigas (Colectora Industrial, La Cultura y Mercado Santa Anita).

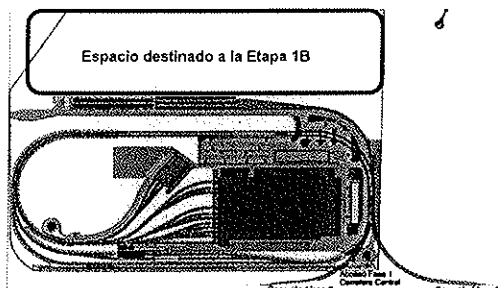
000211

Se incluyen dentro de la programación todos los trabajos necesarios para su ejecución:

- Desvíos: hasta que se finalice la cubierta y se pueda restablecer la superficie.
- Obra civil. Se incluyen en este capítulo los trabajos siguientes:
 - Ejecución de pantallas y pilas
 - Ejecución de cubierta (losa o vigas prefabricadas + capa de compresión)
 - Excavación sobre losa de vestíbulo. En el caso de tipología de cubierta tipo losa, esta excavación se realizará bajo dicha losa una vez realizada esta. En el caso de tipología de vigas, la excavación se realizará a cielo abierto, para posteriormente ejecutar la losa de vestíbulo y colocar las vigas de cubierta y realizar la capa de compresión.



- Ejecución de losa de vestíbulo
- Excavación bajo losa de vestíbulo
- Ejecución de losa de fondo
- Ejecución de losa de andén y estructuras interiores
- Accesos: pantallas, losa de cubierta, excavación bajo losa, losa de fondo y estructuras interiores
- Arquitectura.
- Saneamiento
- Equipamiento electromecánico: ventilación, contraincendios, electricidad y escaleras mecánicas y ascensores
- Equipamiento del sistema: puertas corredizas en andén
- Inserción urbana. Una vez finalizadas las cubiertas, se podrá restablecer la superficie.



Como ya hemos señalado, el proyecto contempla la ejecución de dos **talleres**: Santa Anita y Bocanegra. En esta Etapa se desarrollará el de Santa Anita, correspondiente a la Línea 2, así como la conexión con los túneles de dicha línea (mediante Cut & Cover en las zonas de pantallas o con excavaciones a cielo abierto en la zona de muros en U; en el caso del ramal derecho, se ha previsto un tramo en mina debido a la

interferencia con una edificación en construcción). Ya que se dispone de poco tiempo hasta la puesta en servicio, los trabajos de esta Etapa se centrarán en lo estrictamente necesario para la misma, dejando para la Etapa 1B el resto.

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. En esta etapa se ha planificado su ejecución con cuatro equipos.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

Los trabajos de vía darán paso a las actividades relativas al **equipamiento ferroviario**, tanto en estaciones como en túnel y talleres. En las estaciones, las actividades principales engloban cableados e instalación de equipos, mientras que en los túneles, además, se incluye la instalación de catenaria. En el Patio de Santa Anita se tendrá en cuenta la disponibilidad necesaria para la llegada del **material rodante** y la realización de las pruebas, tanto estáticas como dinámicas.

Para esta etapa se prevé el suministro de 5 trenes, tal y como exige el Contrato, estando disponibles en el mes 24 desde la Fecha de Cierre. Tras estas pruebas estáticas y dinámicas, los vehículos estarán listos para las **Pruebas de puesta en marcha**.

Existe el compromiso de entregar la obra a finales del mes de mayo de 2016. En ese momento se estarán realizando pruebas, pero los trenes podrán entrar en funcionamiento en GoA2. Por tanto, la obra se considerará finalizada antes de los 810 días contados a partir de la Fecha de Cierre, tal y como exige el Contrato de Concesión. Tras este periodo comenzarán las pruebas en GoA4.

El camino crítico de esta primera etapa comprende los siguientes trabajos:

- Obra civil Estación Colectora Industrial
- Obra civil Estación Mercado de Santa Anita
- Montaje de vía
- Instalaciones ferroviarias y electrificación
- Pruebas



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL






Ubicador del Contenido Mínimo de la Propuesta Técnica

INDICE GENERAL PROPUESTA TÉCNICA	
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"

INDICE GENERAL DE LA PROPUESTA TÉCNICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABÉ GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL 

Sobre N° 2. Propuesta Técnica

000214


A continuación se presenta el índice general desarrollado para la Propuesta Técnica del Consorcio Nuevo Metro de Lima para el Proyecto "Línea 2 y ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao.

Este índice se ha desarrollado partiendo del contenido indicado en las Bases del Concurso, y se incluirá en todos los tomos de la Propuesta Técnica.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 

000215


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
TOMO 4				Apéndice 5: Ensayos de laboratorio
				Apéndice 6: Cálculos analíticos de estabilidad en el frente
				Apéndice 7: Planos
TOMO 5		A.5.		TRAZO, DISEÑO GEOMÉTRICO Y SUPERESTRUCTURA DE VÍA DE LA LÍNEA PRINCIPAL
			A.5.1.	Diseño del Trazado
				Apéndice 1: Planos
TOMO 6			A.5.2	Tipo de Superestructura de vía
				Apéndice 1: Planos
			A.5.3.	Parámetros de diseño y conservación de la vía férrea incluyendo sus tolerancias geométricas

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

TOMO				CONTENIDO
				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
				Apéndice1.Planos
			A.6.4.	Memoria de Cálculo de las Estructuras Permanentes
				Apéndice 1. Modelización numérica para la comprobación del revestimiento primario
				Apéndice 2. Obtención de los esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos.
				Apéndice 3. Modelización numérica revestimiento definitivo
				Apéndice 4. Dimensionamiento del revestimiento definitivo del túnel de línea
				Apéndice 5. Dimensionamiento del revestimiento definitivo de cavernas
		A.6.5.	Selección de TBM	
TOMO 8		A.6.6.		Pozos de ataque para TBM
			A.6.6.1.	Pozos de ataque para TBM

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 

TOMO				CONTENIDO
				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
		A.6.9.		Excavación en trinchera (método Cut & Cover)
				Apéndice 1. Cálculos ramales Bocanegra
				Apéndice 2. Cálculos Terceras Vías
				Apéndice 3. Cálculos ramales Santa Anita
				Apéndice 4. Planos
TOMO 9		A.6.10.		Excavación en caverna
				Apéndice 1. Esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos
				Apéndice 2. Modelización numérica para la obtención de esfuerzos en el revestimiento definitivo
				Apéndice 3. Dimensionamiento del revestimiento definitivo de las cavernas
				Apéndice 4. Planos
TOMO 10	A.7.			ESTACIONES DE PASAJEROS


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 

TOMO				CONTENIDO	
		A.7.1.		Memoria Descriptiva General por estación Apéndice 1: Planos definición funcional	
		A.7.2.		Arquitectura por tipología de estación. Apéndice 1: Planos. Estaciones tipo	
		A.7.3.		Excavación y tratamiento de consolidación por tipología Apéndice 1: Planos. Proceso constructivo estaciones	
	TOMO 11		A.7.4.		Memoria de cálculo de las estructuras permanentes por tipología. Apéndice 1: Dimensionamiento estructural. Estaciones C&C
					Apéndice 2: Dimensionamiento estructural. Estaciones caverna
					Apéndice 3: Planos. Estructuras de estación.
TOMO 12		A.7.5.		Accesibilidad del sistema y dimensionamiento de los andenes. Apéndice 1. Cálculos de evacuación. Apéndice 2. Niveles de servicio de estaciones tipo Apéndice 3: Planos de rutas de evacuación	
		A.7.6.		Instalaciones ferroviarias en estación	
			A.7.6.1	Sistema de alimentación eléctrica	
			A.7.6.2	Sistema de las puertas de andén	
			A.7.6.3	Sistema de control de pasajeros	
			A.7.6.4	Sistema de telecomunicaciones	
			A.7.6.5	Sistema de señalización	
			A.7.6.6	Dimensionamiento de torniquetes	
	TOMO 13		A.7.7.		Simulaciones del flujo de pasajeros Apéndice 1. Cálculos de Evacuación


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



TOMO				CONTENIDO
				Apéndice 2. Informes de simulación
		A.7.8		Instalaciones no ferroviarias o equipamiento electromecánico por tipología de estación
			A.7.8.1.	Instalaciones no ferroviarias.
			A.7.8.2.	Hidrología y drenaje
				Apéndice 1: Planos
	A.8.			INTEGRACIÓN FÍSICA E INSERCIÓN URBANA
		A.8.		Memoria descriptiva de integración física e inserción urbana
				Apéndice 1: Matriz de alteración del entorno urbano
		A.8.1.		Estaciones Línea 2
				Apéndice 1: Planos de inserción urbana. L-2
		A.8.2.		Estaciones Línea 4
				Apéndice 1: Planos de inserción urbana. L-4
TOMO 14		A.8.3.		Soluciones de ingeniería
		A.8.4.		Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Línea 2
		A.8.5.		Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Ramal Av. Faucett- Av. Gambetta Línea 4
		A.8.6.		Patios talleres (Santa Anita y Bocanegra)
				Apéndice 1: Planos
		A.9.		PATIOS TALLERES Y POZOS DE VENTILACIÓN Y/O SALIDAS DE EMERGENCIA
			A.9.1.	Memoria descriptiva general
			A.9.2.	Diseño funcional y dimensionamiento de los patios taller
				Apéndice 1: Equipos
				Apéndice 2: Planos generales
TOMO 15		A.9.3		Arquitectura de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o salidas de emergencia

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 

TOMO				CONTENIDO	000220
			A.9.3.1.	Arquitectura de los Patios Taller.	
				Apéndice 1: Planos	
			A.9.3.2.	Arquitectura de los Pozos de ventilación y salidas de emergencia	
				Apéndice 1: Planos definición geométrica	
			A.9.4	Estructuras de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia	
			A.9.4.1.	Estructuras de los Patios Taller.	
				Apéndice 1: Planos de edificios y nave taller	
			A.9.4.2.	Estructuras de los Pozos de ventilación y emergencia	
				Apéndice 1: Planos de estructuras y procedimientos constructivos	
	TOMO 16			A.9.5	Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes
			A.9.5.1.	Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes. Patios taller	
			A.9.5.2.	Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes. Pozos	
				Apéndice 1: Pozos laterales sin presencia de nivel freático	
				Apéndice 2: Pozos cenitales sin presencia de nivel freático	
				Apéndice 3: Pozo cenital tramo túnel TMB en presencia de nivel freático	
			A.9.6.	Esquema ferroviario y Diseño de la superestructura de vía Férrea, alimentación eléctrica y señalización de los Patios talleres	
			A.9.6.1.	Esquema ferroviario y superestructura de vía de los patios talleres	
				Apéndice 1: Planos	
			A.9.6.2.	Esquema alimentación eléctrica de los patios talleres.	
			A.9.6.3.	Esquema ferroviario y Señalización de los patios talleres.	
			A.9.7.	Instalaciones no ferroviarias de patios taller y pozos de ventilación y emergencia	
	A.10.		DESvíOS		
			Apéndice 1: Planos macrodesvíos		


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 

TOMO				CONTENIDO	000221
	B			DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES	
	B1			Equipos y materiales para el proyecto, las obras civiles y el equipamiento	
				<u>Equipos</u>	
			B.1.a.1	Selección de procedencia y tecnología	
			B.1.a.2	Seguridad, oportunidad y optimización	
			B.1.a.3	Gestiones y ruta crítica	
				Gestiones. Transporte a pie de obra	
				Gestiones. Importación	
				Gestiones. Requerimientos de montaje y desmontaje	
				Ruta crítica. Cronograma de suministro	
				<u>Materiales</u>	
			B.1.b.1	Selección de procedencia y tecnología	
			B.1.b.2	Seguridad, oportunidad y optimización	
			B.1.b.3	Gestiones y ruta crítica	
				Gestiones. Transporte a pie de obra	
				Gestiones. Importación	
				Gestiones. Acopios	
				Ruta crítica. Cronograma de suministro	
	C			DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO	
	C.1			INSTALACIONES FERROVIARIAS	
TOMO 17		C.1.1.		Diseño, suministro e instalación de la superestructura de vía	
				Apéndice 1: Planos	
		C.1.2.		Instalaciones ferroviarias	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL




TOMO	CONTENIDO
	<u>Diseño</u>
	C.1.2.1 Señalización y control
	C.1.2.2 Puertas de andén
	C.1.2.3 Mando y control centralizado
	C.1.2.3.1 SCADA-DWH
	C.1.2.3.2 IWS
	C.1.2.3.3 Service Availability
	C.1.2.4 Control de pasajeros
	C.1.2.5 Sistema de Alimentación
	C.1.2.6 Sistema de tracción eléctrica
	C.1.2.7 Sistemas de telecomunicaciones
	C.1.2.7.1 Subsistema de Radiocomunicaciones (radio tierra-tren)
	C.1.2.7.2 Subsistema de Video Vigilancia
	C.1.2.7.3 Subsistema de Relojería
	C.1.2.7.4 Subsistema de Paneles de Indicación (SPI)
	C.1.2.7.5 Subsistema de Difusión Sonora
	C.1.2.7.6 Subsistema de Comunicación Primaria
	C.1.2.7.7 Subsistema de Telefonía Automática de Servicio
	C.1.2.7.8 Subsistema de Telefonía de Emergencia y de Interfonía
	C.1.2.7.9 Subsistema Data Communication System (DCS)
	C.1.2.7.10 Subsistema Integrated Communication Control System (ICCS)
	C.1.2.7.11 Fleet Data Collector
	C.1.2.7.12 Subsistema de a bordo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 

TOMO				CONTENIDO
			C.1.2.8	Puesto Central de comando y control
			C.1.2.9	PLAN PRELIMINAR DE RAMS DEL SISTEMA
				<u>Suministro e instalación</u>
			C.1.2.10	Suministro e instalación
TOMO 18		C.2		INSTALACIONES NO FERROVIARIAS
		C.2.1.		Diseño de las instalaciones no ferroviarias
				Apéndice 1: Cálculos
TOMO 19				Apéndice 1: Cálculos
TOMO 20				Apéndice 1: Cálculos
TOMO 21				Apéndice 1: Cálculos
				Apéndice 2: Planos
TOMO 22				Apéndice 2: Planos
			C.2.2.	Suministro e instalación
TOMO 23	D			DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE
		D1		DISEÑO, FABRICACIÓN, PRUEBAS DE ACEPTACIÓN EN FABRICA, TRANSPORTE, ENSAMBLE Y ACOPLE, PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA E INTEGRACIÓN DEL MATERIAL RODANTE
			D.1.1.	Configuración del tren
			D.1.2.	Vida útil de los trenes y ciclos de servicio.
			D.1.3.	Gálibo
			D.1.4.	Capacidad de transporte del tren
			D.1.5.	Características de los trenes
			D.1.6.	Prestaciones de los trenes
		D.1.7.	Sistema de diagnóstico y transmisión de fallas de los trenes al Puesto Central de Operaciones. Sistema de señalización y comunicación	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

TOMO				CONTENIDO	
		D.1.8.		Salidas de emergencia del tren	
		D.1.9.		Composición estructural de las cajas	
		D.1.10.		Cronograma de suministro del Material Rodante para Primera Etapa A, Primera Etapa B y Segunda Etapa del Proyecto	
		D.1.11.		Design Book	
TOMO 24	E			METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	
		E.1.		METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES, PROVISION DE MATERIAL RODANTE, DE LA OPERACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL CONTRATO Y RELACIÓN DE REPUESTOS ESTRATÉGICOS Y CRÍTICOS	
			E.1.a	Memoria descriptiva	
				E.1.a.1	Plan de construcción de las obras civiles
					Metodología constructiva de las obras civiles
					Informe técnico del procedimiento de construcción de túneles
					Metodología constructiva con tuneladora
					Estrategia del uso de tuneladoras. Planta de dovelas
				E.1.a.2	Relación de repuestos estratégicos y críticos
			E.1.b		Procedimiento de construcción para los túneles y la planta de dovelas
			E.1.c		Listado de equipos y herramientas especiales
			E.1.d		Diagrama espacio-tiempo del desarrollo del proyecto
			E.2		RELACIÓN DE REPUESTOS ESTRATÉGICOS Y CRÍTICOS
		E.3		LA PROVISIÓN DEL MATERIAL RODANTE Y OPERACIÓN	
TOMO 25	F			ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO EN LAS DISTINTAS FASES DEL PROYECTO	
		F.1.		Organización del equipo de trabajo en las distintas fases del proyecto	
	G			CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	
		G.1.		CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

TOMO			CONTENIDO	000228
TOMO 30	O		INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A	
	O.1.		ESTUDIOS BÁSICOS	
		O.1.1.	Topografía de detalle	
			Apéndice 1: Planos	
		O.1.2	Estudio geotécnico	
			Apéndice 1: Registro de sondeos mecánicos	
			Apéndice 2: Registro de calicata	
			Apéndice 3: Registro de la investigación geofísica	
			Apéndice 4 Ensayos de laboratorio	
TOMO 31			Apéndice 4 Ensayos de laboratorio	
			Apéndice 5: Planos	
		O.1.3.	Análisis de riesgo sísmico	
			Apéndice 1: Mapa neotectónico del Perú	
			Apéndice 2: Curvas de probabilidad de excedencia para aceleración espectral T=0 s.	
			Apéndice 3: Espectros de peligro uniforme	
			Apéndice 4: Espectros de diseño sísmico	
		O.1.4.	Estudio de desvíos de tráfico	
			Apéndice 1 :Planos	
		O.1.5.	Estudio de interferencias	
			Apéndice 1: Planos	
		O.2.	GEOMETRIA (Trazado)	
	O.2.1.	Trazado de las vías		
		Apéndice 1: Planos		

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



HOJA EN BLANCO

HOJA EN BLANCO

HOJA EN BLANCO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

