

"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"**CONDICIONES Y REQUERIMIENTOS DE LOS TRENES DE RODADURA FÉRREA 000008****Índice**

1	GENERALIDADES	2
2	CONDICIONES AMBIENTALES.....	2
3	VÍA	2
4	GÁLIBO	3
5	ALTA Tensión DE ALIMENTACIÓN	3
6	INTERFERENCIAS ELECTROMAGNÉTICAS.....	4
7	COMPOSICIÓN DE LOS TRENES	4
8	DIMENSIONES DE LOS TRENES	6
9	DEFINICIÓN DE PESO Y CARGA PARA LOS CÁLCULOS DEL DESEMPEÑO DE LOS TRENES 8	
10	DESEMPEÑO DE LOS TRENES.....	9
10.1	VELOCIDADES	9
10.2	TRACCIÓN Y FRENADO	9
10.3	FRENO DE ESTACIONAMIENTO	12
10.4	CICLOS DE SERVICIO	12
10.5	TIPOS DE SERVICIO.....	15
10.6	REGÍMENES EXCEPCIONALES DE SERVICIO.....	15
10.7	SIMULACIONES, CÁLCULOS Y GRÁFICAS	16
11	NIVEL ACÚSTICO Y VIBRACIONES	18
11.1	NIVEL DE RUIDO PRODUCIDO EN CAMPO LIBRE POR UN TREN	18
11.2	NIVEL DE RUIDO EN EL INTERIOR DE LOS CARROS	19
11.3	VIBRACIONES	19
12	NORMAS	19
13	SEGURIDAD	19
13.1	CLASIFICACIÓN DE LA GRAVEDAD DE LOS ACONTECIMIENTOS	19
13.2	CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS	20
13.3	OBJETIVOS CUANTITATIVOS	21
13.4	ANÁLISIS PRELIMINAR DE LOS RIESGOS	21
14	MANTENIBILIDAD	21
14.1	Objetivo	21
14.2	CRITERIOS DE MANTENIBILIDAD	22
14.3	MANIOBRAS PARA MANTENIMIENTO Y ENCARRILAMIENTO.....	23



"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"

000009

1 GENERALIDADES

Los trenes diseñados, fabricados y suministrados por ZELC pueden funcionar satisfactoriamente en el ambiente, en las condiciones de operación y topográficas descritas en las especificaciones técnicas.

Las dimensiones y pesos máximos especificados en la solución técnica de ZELC respetan estrictamente las demandas relativas. Se proponen trenes y equipos que permitan un desempeño eficiente y económico. Los trenes son concebidos y diseñados para una vida útil mínima de 30 años, bajo las condiciones de servicio establecidas, y son capaces de operar ya sea en túnel o a la intemperie, en este último caso a nivel de superficie o elevado, bajo las condiciones del medio ambiente que prevalecen en la Ciudad de México, considerando que cubrirán un recorrido aproximado de 150,000 kilómetros por tren anualmente.

Véanse las dimensiones principales y pesos en Anexo 2: PLANO DE COMBINACIÓN DE TREN, Anexo 3: PLANO GENERAL DE TREN y Anexo 6: EXPLICACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE PESO POR EL TREN.

2 CONDICIONES AMBIENTALES

La Ciudad de México se encuentra a una altura media de 2,240 m sobre el nivel del mar y su clima se caracteriza por una temperatura ambiente con variaciones entre -6 y 42°C, con una precipitación pluvial anual promedio de 985 mm, con eventuales tormentas intensas y una humedad relativa de 75 a 90%; además de estar expuesta a niveles altos de contaminación ambiental.

Los trenes son diseñados y contruidos de tal forma que el ambiente al que estarán expuestos no provoque ninguna perturbación en su funcionamiento, no ocasione avería de los elementos que los constituyen ni su deterioro o destrucción.

ZELC garantiza la estanqueidad de todos los elementos que lo requieran, en función de las condiciones a las que están expuestos, estableciéndose el grado de protección adecuado según Normas IEC o equivalentes. Además, los procedimientos aplicables para evitar la corrosión corresponden al objetivo de garantizar la vida útil de los carros en un mínimo de 30 años, conforme se indica en el numeral "Pintura" de la especificación técnica. El lavado de los coches puede realizarse con una máquina automática con producto detergente del tipo aniónico con PH de 7 a 9.5 y eventualmente productos con base solvente que pueden contener componentes clorados, a presión o en forma manual.

Los trenes pueden estacionarse por un periodo largo al aire libre sin protección específica y sin sufrir deterioro.

ZELC considera que la experiencia de "EL S.T.C." en cuanto a las temperaturas alcanzadas en el interior de algunos cofres de los carros de la red actual, es que se han registrado temperaturas de hasta 82°C, cuando los trenes se encuentran en operación.

ZELC ha tomado en consideración las condiciones ambientales del tiempo de México, por lo cual el tren propuesto puede funcionar bien en la condición de operación.

3 VÍA

Como es una línea de nueva construcción, ZELC ha tomado en cuenta para el diseño de los trenes, las características definitivas acordadas por "EL S.T.C." con el constructor de la obra.



"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"

000010

civil y electromecánica. Para efectos de la solución técnica ZEIL utiliza la información del apéndice A "Información correspondiente al gálibo, envolvente dinámica del tren, perfil, trazo, marchas tipo y características del riel de la línea 12".

ZEILC considera en nuestros diseños la disposición y gálibos de los elementos de la vía, de la obra civil y electromecánica así como de los trenes en las condiciones límite de carga, perfil y trazo de la vía, respetando tanto estática como dinámicamente las distancias mínimas establecidas en las normas de aplicación ferroviaria. Y ofrecerá los cálculos de gálibos de tren en la fase de diseño.

Los trenes pueden circular en una vía con una trocha de 1,435 mm.

Los trenes propuestos puede adoptarse a las siguientes condiciones:

Rampas y pendientes del 4%

Los radios de curvatura mínimos en vías secundarias y principales, están en función del trazo de la línea, de la zonas de maniobras y de la velocidad máxima de circulación a fin de garantizar la correcta inscripción en curva dentro de los márgenes normativos de seguridad ferroviaria y confort, además de asegurar el correcto desempeño y vida útil tanto de las ruedas como del riel. Pueden cumplir con los requisitos técnicos del trazo de las vías tanto principales como secundarias en el apéndice A "Información correspondiente al gálibo, envolvente dinámica del tren, perfil, trazo, marchas tipo y características del riel de la línea 12".

El desnivel máximo entre el piso de los carros y el andén es de 0- 50 mm tomando en cuenta que estos tienen una altura de piso referido a la superficie de rodadura de 1140 mm.

Las fosas de los talleres de mantenimiento y las fosas de visita en terminales, cuentan con vías férreas en sobre-elevación con relación al nivel general del suelo. Las ruedas férreas se apoyan y guían sobre el riel y pueden ser fácilmente revisadas. Los talleres cuentan con alimentación de alta tensión a fin de alimentar los trenes, durante las maniobras y el mantenimiento.

4 GÁLIBO

ZEILC considera en el diseño de los trenes el espacio dentro del cual deben quedar alojadas las cajas y los órganos instalados bajo bastidor, los componentes del bogie, pantógrafo y catenaria en su desarrollo estático y dinámico. Se establecen las dimensiones del tren a fin de asegurar su libre circulación en tramo recto y en curvas, de manera que se garanticen, en todas las circunstancias, condiciones satisfactorias de seguridad.

Para efectos de la solución técnica ZEILC considera la información de las condiciones mecánicas y eléctricas del apéndice A "Información correspondiente al gálibo, envolvente dinámica del tren, perfil, trazo, marchas tipo y características del riel de la línea 12" y garantiza la marcha normal y segura de los trenes. ZEILC validará que la información detallada y definitiva respecto a la obra civil y electromecánica es compatible con el seguro desempeño dinámico del material rodante propuesto, en la fase de revisión de diseño.

5 ALTA TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN

La alta tensión nominal de la alimentación en la línea es de 1500 VCD, dependiendo de las condiciones de carga de la Línea o imprevistas, con una variación en esta tensión de 1000



Handwritten signature or initials.

"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"

a 1800 VCD. Para los cálculos de comportamiento, ZELC considera la aparición aleatoria de sobre tensiones en la línea de suministro, que son comunes a los sistemas de tracción eléctrica según las normas IEC 850 y IEC 1287, enmarcadas en la normatividad de aplicación ferroviaria, de tal forma que el diseño de los elementos de protección, filtros de entrada, inversor, etc., garanticen el correcto funcionamiento y desempeño del tren ante todas las condiciones de variación y transitorios de la tensión de alimentación.

El suministro de energía eléctrica se efectúa por catenaria rígida en túnel y flexible para el tramo superficial, elevado y zona de talleres. La tensión eléctrica de tracción es distribuida por la catenaria como polo positivo y es captada por pantógrafos montados en la parte superior de las cajas de cada carro motrices. El polo negativo está constituido por los rieles de la vía férrea y los trenes se conectan a ésta a través de al menos una escobilla por cada eje motriz. Para la puesta a masa se tiene por lo menos una escobilla por eje en los Bogies remolque, preferentemente alternadas.

6 INTERFERENCIAS ELECTROMAGNÉTICAS

Los trenes y sus equipos no perturban o son perturbados por los campos electromagnéticos producidos o radiados por los diversos sistemas de potencia, información, control o mando instalados en los trenes o existentes en la instalación fija, así como de fuentes externas a las instalaciones de "EL S.T.C." Se respetan las Normas IEC61000 y EN 50-121 ó equivalentes.

Por lo que ZELC va a realizar los ensayos que estipulan las normas para comprobar el cumplimiento de esta exigencia.

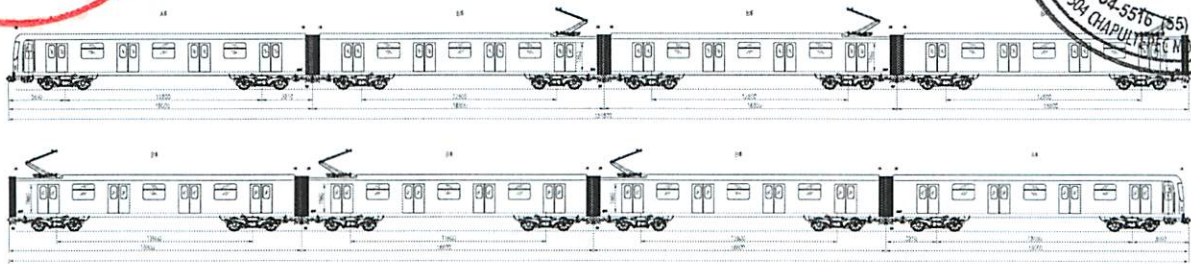
En la etapa de revisión de diseños ZELC presentará a "EL S.T.C.", máximo 3 meses antes de la puesta en servicio del tren prototipo, los resultados de los estudios que demuestren el cumplimiento de lo aquí solicitado.

En el caso que durante la operación de los trenes se presenten fenómenos de interferencia en los términos aquí estipulados, serán corregidos por ZELC.

Véanse las detalles acerca de compatibilidad electromagnética en Capítulo IV.
COMPACTIBILIDAD ELECTROMAGENÉTICA.

7 COMPOSICIÓN DE LOS TRENES

ZELC presenta las propuestas de 8 carros, respetando el gálibo y la relación de motorización de la línea 12 de México, indicando las configuraciones de sistemas principales y figuras. Hay



000011



"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"

6 pantógrafos en el tren. Se compone el tren como lo indicado en la figura 1:

000012

Fig1 Combinación de Tren

Las configuraciones de sistemas principales y piezas son:

-	A	*	B	*	B	*	B	*	B	*	B	*	B	*	A	-
	CAB		-		-		-		-		-		-		CAB	
	CARBODY		CARBODY		CARBODY		CARBODY		CARBODY		CARBODY		CARBODY		CARBODY	
	GANG		GANG (2)		GANG (2)		GANG (2)		GANG (2)		GANG (2)		GANG (2)		GANG	
	PDOOR (8)		PDOOR (8)		PDOOR (8)		PDOOR (8)		PDOOR (8)		PDOOR (8)		PDOOR (8)		PDOOR (8)	
	CDOOR (2)		-		-		-		-		-		-		CDOOR (2)	
	BOGIE (2)		BOGIE (2)		BOGIE (2)		BOGIE (2)		BOGIE (2)		BOGIE (2)		BOGIE (2)		BOGIE (2)	
	-		PAN		PAN		PAN		PAN		PAN		PAN		-	
	-		MOTOR (4)		MOTOR (4)		MOTOR (4)		MOTOR (4)		MOTOR (4)		MOTOR (4)		-	
	-		BR		BR		BR		BR		BR		BR		-	
	-		INV		INV		INV		INV		INV		INV		-	
	SIV		SIV		SIV		SIV		SIV		SIV		SIV		SIV	
	DC/DC		-		-		-		-		-		-		DC/DC	
	BATT		-		-		-		-		-		-		BATT	
	VU (2)		VU (2)		VU (2)		VU (2)		VU (2)		VU (2)		VU (2)		VU (2)	
	CVU		-		-		-		-		-		-		CVU	
	CMP		-		-		-		-		-		-		CMP	
	BCU		BCU		BCU		BCU		BCU		BCU		BCU		BCU	
	DBU (4)		DBU (4)		DBU (4)		DBU (4)		DBU (4)		DBU (4)		DBU (4)		DBU (4)	
	LIGHT		LIGHT		LIGHT		LIGHT		LIGHT		LIGHT		LIGHT		LIGHT	
	PIS		PIS		PIS		PIS		PIS		PIS		PIS		PIS	
	CCTV		CCTV		CCTV		CCTV		CCTV		CCTV		CCTV		CCTV	
	VCM		-		-		-		-		-		-		VCM	
	HMI		-		-		-		-		-		-		HMI	

Nota:

CAB --- Cabina de Conducción

CARBODY --- Caja

--- Enganche Automático

* --- Enganche semi-permanente

GANG --- Pasillo de intercurrencia



"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"

000013

PDOOR --- Puerta de acceso a salón de pasajeros

CDOOR --- Puerta de acceso a cabina de conducción

BOGIE --- Bogie

PAN --- Pantógrafo

MOTOR --- Motor de tracción

BR --- Resistencia de Frenado

INV --- Convertidor de tracción

SIV --- Convertidor Estático

DC/DC --- Sistema de Alimentación de Baja Tensión

BATT --- Batería

VU --- Unidad de Ventilación de Salón de Pasajeros

CVU --- Unidad de Ventilación de Cabina de Conducción

CMP --- Compresor de Aire

BCU --- Unidad de Control de Frenado Neumático (Set)

DBU --- Unidad de Frenado de Disco

LIGHT --- Sistema de Iluminación(Set)

PIS --- Sistema de Señalización de Pasajeros (Set)

CCTV --- Sistema de Control de Vigilancia (Set)

VCM --- Unidad de Control de Vehículo

HMI --- Monitor de Chofer

La potencia de los motores son tal que permita garantizar las características de marcha indicadas en el presente documento numeral 2.10. "Desempeño de los trenes".

Veánse los detalles de composición de tren en Anexo 2: PLANO DE COMBINACIÓN DE TREN.

8 DIMENSIONES DE LOS TRENES

ZELC diseña y construye los carros con un peso mínimo; de cualquier manera éstos no superan la carga máxima de 15 toneladas por eje, aún cuando el más pesado de los carros se encuentre en sobrecarga excepcional, la cual se define posteriormente. Véanse los detalles en Anexo 6: EXPLICACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE PESO POR EL TREN.

Peso de Tren en Varias Condiciones de Operacion

Condición de Operación	Peso de Carro A (kg)	Peso de Carro B (kg)	Peso de Tren(kg)
------------------------	----------------------	----------------------	------------------



"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"

AW0	31271	34968	272350
AW1	41491	46378	361250
AW2	45341	50578	394150
AW3	52971	59118	460650

000014

ZELC permite que los factores de desempeño y de seguridad se degraden con el fin de reducir el peso de los carros. La instalación y disposición de los asientos es longitudinal tipo banca y apoyada en cantiliver para optimizar la capacidad, el confort y el tiempo de entrada y salida de los usuarios. Véanse los detalles en anexo 3: PLANO GENERAL DE TREN y Anex 4: PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE SALÓN DE PASAJEROS.

Las principales dimensiones a considerar para los trenes, se muestran en la siguiente tabla:

Parámetro	Valor
Longitud del tren(entre frentes y colas de tren) *	151 , 800mm
Longitud de carro A	19 , 500 mm
Longitud de carro B	18 , 800 mm
Ancho del coche	2 , 800 mm
Altura del piso referenciada al piso	3 , 650 mm
Altura del piso referenciada a la superficie de rodadura	1 , 140 mm
Separación entre coches (pasillo de intercurrencia)*	920 mm
Altura de pasillo de intercurrencia	1900 mm
Rango de operación de pantógrafo referenciado a la superficie de rodadura	4 , 330-5 , 140 mm
Fuerza de contacto del pantógrafo sobre catenaria	6-12daN 之间
Motorización mínima (relación entre numero de motrices y numero total de carros que forman el tren)	62.5%
Distancia entre ejes de pivotes	12,600 mm
Peso de remolque	≤32t
Peso de carro motriz	≤35t
Ancho de puerta abierta de salón de pasajeros	1400 mm
Diámetro de rueda nueva	860 mm
Diámetro de rueda desgastada	770 mm
Distancia de rodadura	1435 mm
Máxima Velocidad de Marcha	90 km/h



"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"

Nota: Las medidas definidas de los parámetro con estrella (longitud de tren y distancia de carros) en la fase de revisión de diseño serán fijas en todo el proceso de fabricación.

000015

ZELC asegura la correcta operación del pantógrafo con la catenaria (rígida y flexible) en todas las condiciones de operación.

9 DEFINICIÓN DE PESO Y CARGA PARA LOS CÁLCULOS DEL DESEMPEÑO DE LOS TRENES

Para el diseño y desempeño se consideran los siguientes estados de carga:

Peso en vacío AW0	Es el peso de los distintos carros sin carga de pasajeros.
Carga normal AW1	Está constituida por el peso en vacío de cada uno de los carros, más la carga de los pasajeros, (como mínimo 38 pasajeros sentados en carro con cabina y 42 en carros sin cabina, más los pasajeros de pie que resulten a razón de 4 por m ² , más el peso que resulte de dos pasajeros en silla de ruedas en los carros con cabina).
Carga nominal AW2	Está constituida por el peso en vacío de cada uno de los carros, más el peso de los pasajeros por cada carro como mínimo 38 pasajeros sentados en carro con cabina, más los pasajeros de pie que resulten a razón de y 42 en carros sin cabina, más los pasajeros de pie que resulten a razón de 6 por m ² , más el peso que resulte de dos pasajeros en silla de ruedas en los carros con cabina)
Sobrecarga excepcional AW3	Estará constituida por el peso en vacío de cada uno de los carros, más la carga de los pasajeros, (como mínimo 38 pasajeros sentados en carro con cabina y 42 en carros sin cabina, más los pasajeros de pie que resulten a razón de 10 por m ² , más el peso que resulte de dos pasajeros en silla de ruedas en los carros con cabina).
Masas de inercia:	Las masas de inercia que considere ZELC para la determinación del desempeño del tren, se presenta en forma explícita y plenamente justificadas. Véanse los detalles en anexo 7: CÁLCULO DE DESEMPEÑO DE TREN. Se definirán las detalles en la fase de diseño.

Notas:

El peso medio de cada uno de los pasajeros se considera de 70 kg.

Para el cálculo de las masas por los pasajeros de pie, también se considera el área de los pasillos de intercurrencia.



"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"

Véanse los detalles en Anexo 6 EXPLICACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE PESO POR EL TREN y Anexo 9: CÁLCULO DE CARGA NOMINAL DE PERSONAS.

000016

10 DESEMPEÑO DE LOS TRENES

El sistema de Tracción-Frenado cumple con los requerimientos y el comportamiento dinámico que se detalla más adelante y que se refiere al desempeño del tren.

10.1 VELOCIDADES

La velocidad límite de servicio en vía recta es de 85 km/h. La velocidad máxima es 90 km/h.

10.2 TRACCIÓN Y FRENADO

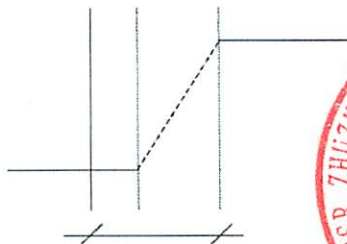
El mando de la tracción y el frenado es continuo para evitar variaciones bruscas del par motor y tiene así suavidad de marcha y comodidad de los pasajeros.

Los tiempos de respuesta del Sistema de Tracción-Frenado nunca son mayores a los indicados en la siguiente tabla:

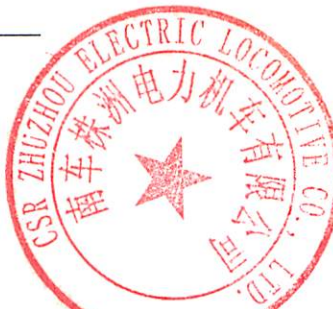
		SIGNIFICADO	Trt	Trp	Ttr
1	N-Ti	De neutro a cualquier posición de tracción	3.8	0.7	3.1
2	N-Fi	De neutro a cualquier posición de frenado de servicio	1.6	0.6	1.0
3	Ti-Tj	De una posición de tracción a cualquier otra posición de tracción	1.3	0.7	0.6
4	Fi-Fj	De una posición de frenado de servicio a cualquier otra posición de frenado de servicio	1.3	0.6	0.7
5	N-Fu	De una posición de tracción a cualquier posición de frenado de servicio	1.3	0.6	0.7
6	Ti-Fu	De neutro a frenado de urgencia	2.0	0.6	1.4
7	Ti-Fu	De cualquier posición de tracción a frenado de urgencia	2.0	0.6	1.4
8	Fi-Fu	De cualquier posición de frenado de servicio a frenado de urgencia	1.3	0.6	0.7

Donde:

Orden /Trp/Ttr/100%/



Trt



"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"

Trp = TIEMPO DE RETARDO PURO

Ttr = TIEMPO DE TRANSICIÓN

Trt = TIEMPO DE RETRASO TOTAL

000017

Las exigencias de desempeño en tracción y frenado se dan a continuación para trenes de 8 carros con las hipótesis siguientes:

Tensión nominal de alimentación.

Vía recta horizontal.

Vía seca.

ZELC propone usar el modo de control de tracción-frenado sin clase, que es maduro y confiable y cuenta con las siguientes ventajas técnicas en comparación con el modo de control por clase:

Precisión de estacionamiento más alta

Control de aceleración/desaceleración de tren más precisa

Poco impacto en tracción y frenado y comodidad mejorada para los pasajeros

Más favorable a la combinación de frenado eléctrico-neumático

Los desempeños de tracción y frenado de tren de 8 carros son:

A. La aceleración promedio de 0-40 Km/h es de 1.1 m/s^2 con carga normal en terreno plano horizontal. Así mismo existe la posibilidad de ajustes para la misma, desde 0.8 m/s^2 hasta 1.2 m/s^2 , con pasos de 0.1 m/s^2 . El control permite una aceleración independiente de la carga a valores iguales o inferiores a la carga normal.

B. El frenado eléctrico máximo produce una desaceleración de entre 0.8 y 1.1 m/s^2 para velocidades de 90 a 80 km/h con carga normal y desde 80 km/h a 5 km/h se tiene una desaceleración constante de 1.1 m/s^2 con la misma carga.

C. A una velocidad menor a 5 km/h, el frenado eléctrico es sustituido por el frenado neumático, esta sustitución se realiza en forma conjugada, de tal manera que los cambios en la desaceleración sean imperceptibles durante esta transición. En todos los casos que se demande una desaceleración mayor a la máxima que el frenado eléctrico pueda proporcionar, este se complementará con frenado neumático.

D. En caso de que el frenado eléctrico (regenerativo o reostático) no sea capaz de suministrarse parcial o totalmente, éste es complementado o sustituido por el frenado neumático, con cambio imperceptible en la desaceleración al momento de la sustitución, lo que el control del frenado neumático es diseñado en condiciones de seguridad y de tal forma que garantice las desaceleraciones comandadas por el conductor (manipulador) o por el sistema de Pilotaje Automático.

Véanse los detalles en Anexo7: CÁLCULO DE DESEMPEÑO DE TREN.

Las resistencias para el frenado reostático son capaces de disipar el 100% de la energía máxima producida durante el frenado eléctrico y ser enfriadas por ventilación natural.



"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"

000018

Con el propósito de obtener las máximas ventajas de recuperación de energía, el sistema cuenta con un equipo de control que vigile en todo momento la receptividad de la línea durante el curso del frenado eléctrico, utilizando al máximo las posibilidades de este modo de frenado. La energía generada durante el frenado eléctrico (regenerativo más reostático) es en promedio de al menos el 40 % respecto a la energía consumida en la fase de tracción bajo las condiciones del ciclo A1, y se demuestra su cumplimiento durante las pruebas tipo. Se exige el cumplimiento de una tasa de regeneración de al menos el 35% en condiciones reales de servicio de la línea 12.

El esfuerzo eléctrico de frenado regenerativo es prioritario, según las condiciones de receptividad de la línea, sobre los esfuerzos de frenado reostático y neumático. El esfuerzo de frenado eléctrico reostático, es prioritario sobre el esfuerzo del frenado neumático, excepto cuando operen los sistemas de seguridad del tren (FU mandado por el Pilotaje Automático, FU mandado a través del manipulador, dispositivo de hombre muerto, palanca de emergencia -KFS-, apertura del bucle de seguridad, entre otros), en este caso el freno neumático deberá actuar de inmediato.

El esfuerzo de frenado eléctrico puede satisfacer la demanda de frenado de carro motriz, no se necesita la fuerza de remolque.

Bajo condiciones de frenado eléctrico igual o menor a F6, el esfuerzo de frenado, se aplica solo en los carros motrices, el frenado neumático en los remolques bajo estas condiciones es nulo entre 80 y 5 km/h. A una velocidad menor de 5 km/h el frenado eléctrico es compensado por el frenado neumático.

El frenado neumático tiene prioridad cuando sea requerido por los sistemas de seguridad del tren.

En cada una de las posiciones de frenado, el tren suministrará las desaceleraciones siguientes en vía recta y horizontal que se indican:

Para el grado de frenado de urgencia FU: 1.3 m/s^2 con carga nominal (su accionamiento será exclusivamente neumático).

Para el grado máximo de frenado de servicio F6: 1.1 m/s^2 , con carga normal

Para las posiciones intermedias, entre el frenado mínimo y el frenado máximo de servicio de F1 a F6, se requiere una variación de desaceleración proporcional al desplazamiento del manipulador.

El jerk en tracción y frenado de servicio es menor a 0.8 m/s^3 en carga normal. El jerk tiene la posibilidad de ajuste a través de software en caso de que se requiera.

ZELC en nuestra solución técnica entrega la documentación técnica donde se demuestra teóricamente el cumplimiento de los requerimientos antes citados y deberá considerarse en las simulaciones de desempeño de los trenes, motivo de esta especificación. Véase detalles en anexo 22: CÁLCULO DE FRENADO NEUMÁTICO.



"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"**10.3 FRENO DE ESTACIONAMIENTO**

000019

Este tipo de frenado tiene por objetivo imposibilitar el desplazamiento del tren bajo el efecto de la gravedad cuando este último esté detenido. Se acciona automáticamente a la pérdida de presión de frenado a partir de una presión descendente de 4 Bar en el conducto de equilibrio y manualmente a través de un conmutador de mando eléctrico desde la cabina de conducción. Esta inmovilización se asegura aún en las condiciones más desfavorables que se presenten en la operación. El freno de estacionamiento estando el tren con sobrecarga excepcional se asegura su inmovilización en rampas de 4.0%, aun con un carro sin freno de estacionamiento.

Cuando esté aplicado el freno de estacionamiento se impide la tracción del tren.

Véanse los detalles en Anexo 22: CÁLCULO DE FRENADO NEUMÁTICO.

10.4 CICLOS DE SERVICIO

El programa de servicio de la red del metro de la Ciudad de México comprende de las 5:00 a las 0:30 horas para días laborables, es decir 19.5 horas máximo de funcionamiento diario. El kilometraje anual medio a recorrer por cada tren será de aproximadamente 150,000 km.

ZELC en la solución técnica considera dichas condiciones.

Condiciones de desempeño previstas para la línea 12:

Aceleración media de 0- 40Km/h: 1.1 m/s^2

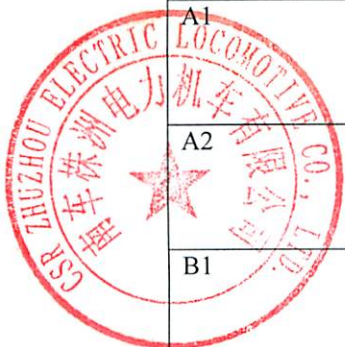
Desaceleración máxima de servicio a carga normal: 1.1 m/s^2

Véanse los detalles en el Anexo 7: CÁLCULO DE DESEMPEÑO DE TREN y Anexo22: CÁLCULO DE FRENADO NEUMÁTICO.

ZELC realiza el diseño de acuerdo con el apéndice "Información correspondiente al gálibo, envolvente dinámica del tren, perfil, trazo, marchas tipo y características del riel de la línea 12".

Para efectos de diseño, ZELC considera los siguientes ciclos y tipos de servicio, con base en los estados de carga del tren y la pendiente de la vía:

CICLO	CARGA	TOPOGRAFÍA
A1	Normal	plano y recto
A2	Nominal	plano y recto
B1	Normal	pendiente +2%
B2	Nominal	pendiente +2%



"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"

000020

ZELC considera los ciclos especificados por el comprador y realiza los cálculos. Véanse los detalles en anexo 7: CÁLCULO DE DESEMPEÑO DE TREN.

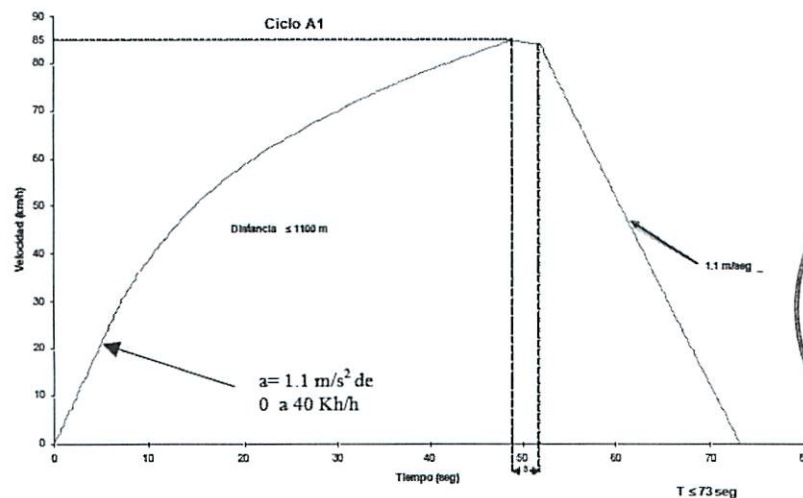
Ciclo A1:

Para carga normal.

CICLO A1	
CONDICIONES DEL CICLO	RESULTADOS ESPERADOS
Fase de tracción: Aplicar la tracción máxima T5 hasta alcanzar la velocidad de 85 km/h	Aceleración media de 0- 40 Km/h = 1. 1 m/s² Tiempo máximo para alcanzar la velocidad de 85
Fase de marcha libre: Aplicar neutro durante 3 seg.	
Fase de frenado: Aplicar durante toda la fase de frenado un grado de frenado F6 (eléctrico), hasta el paro del tren.	Desaceleración constante = 1.1 m/s² a partir de 80 Km/h. Compensación de frenado eléctrico por neumático por debajo de los 5 km/h.
Tiempo de estacionamiento = 17 segundos	- Distancia total recorrida $\leq 1,100$ metros. - Tiempo del ciclo sin considerar el tiempo de estacionamiento ≤ 73 segundos

Ciclo A1

VELOCIDADES (km/h)



Ciclo B1 :



"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"

Para carga normal.

CICLO B1	
CONDICIONES DEL CICLO	RESULTADOS ESPERADOS
• Recorrido en rampa con pendiente del 2	Aceleración máxima = "la que se obtenga con el grado máximo de tracción"
Fase de tracción: Aplicar la tracción máxima T5 hasta alcanzar la velocidad de 75 km/h	
Fase de marcha libre: Aplicar neutro durante 3 seg.	
Fase de frenado: Aplicar durante toda la fase de frenado un grado de frenado F6 (eléctrico), hasta el paro del tren. (con línea 100% receptiva)	Sustitución del frenado eléctrico por neumático por debajo de los 5 km/h.
Tiempo de estacionamiento = 17 segundos	Distancia total recorrida $\leq$ 1100 metros.

000021

Ciclo A2 :

Para carga nominal.

CICLO A2	
CONDICIONES DEL CICLO	RESULTADOS ESPERADOS
Fase de tracción : Aplicar la tracción máxima T5 hasta alcanzar la velocidad de 85 km/h	Aceleración máxima = "la que se obtenga con el grado máximo de tracción"
• Una vez alcanzada la velocidad = 85 km /h, comandar el inicio del proceso de frenado.	
Fase de frenado: Aplicar durante toda la fase de frenado un grado de frenado F6 (eléctrico), hasta el paro del tren. (con línea 100% receptiva)	Sustitución del frenado eléctrico por neumático por debajo de los 5 km/h.
Tiempo de estacionamiento = 17 segundos	• Distancia total recorrida $\leq$ 1100 metros

Ciclo B2 :

Para carga nominal.

"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"

Ciclo B2	
CONDICIONES DEL CICLO	RESULTADOS ESPERADOS
• Recorrido en r	Aceleración máxima = "la que se obtenga con el grado máximo de tracción"
Fase de tracción: Aplicar la tracción máxima T5 hasta alcanzar la velocidad de 75 km/h	
Fase de frenado: Una vez alcanzada la velocidad máxima = 67 km/h, comandar el inicio del proceso de frenado.	Sustitución del frenado eléctrico por neumático por debajo de los 5 km/h.
Tempo de estacionamiento = 17 segundos	• Distancia total recorrida $\leq 1,100$ metros

000022

10.5 TIPOS DE SERVICIO

El servicio convencional comprende los servicios continuo y de afluencia.

El servicio continuo se define como:

10 veces (10 ciclos A1 + 5 ciclos B1 + 10 ciclos A1).

El servicio de afluencia se define como:

8 veces (10 ciclos A2 + 5 ciclos B2 + 10 ciclos A2).

La secuencia de la simulación de los ciclos de carga será de la siguiente manera:

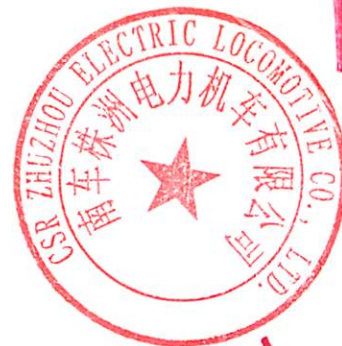
Continuo-Afluencia-Continuo-Afluencia-Continuo.

10.6 REGÍMENES EXCEPCIONALES DE SERVICIO

Con un carro motriz inactivo, bajo estas condiciones, el tren puede seguir prestando servicio convencional por un periodo de por lo menos 6 horas, sin que haya afectaciones a los equipos del sistema de Tracción-Frenado.

Con dos carros motrices inactivos, bajo estas condiciones, el tren puede seguir prestando servicio convencional durante un periodo mínimo de 60 minutos sin que haya afectaciones a los equipos del sistema de tracción- frenado, con la reducción proporcional de la velocidad por la reducción del esfuerzo tractivo.

En el caso de que un tren no pueda reemprender la marcha por sus propios medios, es auxiliado por otro tren en vacío, que puede ser cualquier tren motivo de esta especificación, el cual es acoplado a él para retirarlo del servicio, ya sea empujándolo o jalándolo. La tracción se asegura de que el tren en vacío pueda empujar a otro tren en vacío a una velocidad de 5 Km/h por la rampa máxima de 4%, con los radios de curvatura mínimos indicados en el perfil de Línea del apéndice A "Información correspondiente al gálibo, envolvente dinámica



"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"

del tren, perfil, trazo, marchas tipo y características del riel de la línea 12", sin que se presente afectación alguna a los distintos equipos de tracción.

000023

En caso de falla o aislamiento de frenado eléctrico de una o más motrices, la desaceleración del tren según el grado de frenado comandado no sufre variación respecto al valor especificado, ya que bajo estas condiciones deberá compensarse con la actuación del frenado neumático. Asimismo el sistema es concebido, de tal forma que el frenado neumático tenga prioridad cuando sea requerido por los sistemas de seguridad del tren (Pilotaje Automático, bucle de seguridad, palanca de emergencia -KFS-, dispositivo de hombre muerto, frenado de urgencia, entre otros).

Véanse las detalles en anexo 7: CÁLCULO DE DESEMPEÑO DE TREN y en anexo 20: EXPLICACIÓN DE TECNOLOGÍA DE SISTEMA DE FRENADO NEUMÁTICO.

10.7 SIMULACIONES, CÁLCULOS Y GRÁFICAS

10.7.1 ZELC incluye, en su solución técnica, las simulaciones preliminares para los siguientes casos del inciso a) al inciso f). Véanse las detalles en anexo 7: CÁLCULO DE DESEMPEÑO DE TREN.

También se presenta un resumen de la energía generada durante el frenado eléctrico (regenerativo mas reostático) y la energía consumida, bajo las diferentes condiciones de operación.

ZELC entregará las simulaciones definitivas, durante la etapa de revisión de diseños.

- a) Cada uno de los ciclos de servicio, que son: A1, B1, A2 y B2.
- b) Servicio continuo: 10 veces (10 ciclos A1 + 5 ciclos B1 + 10 ciclos A1).
- c) Servicio de afluencia: 8 veces (10 ciclos A2 + 5 ciclos B2 + 10 ciclos A2).
- d) Regímenes excepcionales de servicio, esto es:

Ciclo B1, con un carro motriz inactivo.

Ciclo B1, con dos carros motrices inactivos.

Maniobra de socorro a un tren vacío, por un tren vacío del modelo motivo de esta especificación, en rampa de 4.0%.

- e) Recorrido de la línea 12, vuelta completa, a las velocidades permitidas por la misma, según los datos consignados en el Apéndice A "Información correspondiente al gálibo envolvente dinámica del tren, perfil, trazo, marchas tipo y características del riel de la línea 12", en los siguientes casos:

con carga nominal del tren, considerando tiempos de estacionamiento en anden de 17 segundos.



"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"

000024

con carga normal del tren, considerando tiempos de estacionamiento en anden de 17 segundos.

f) Recorrido en línea 12, vuelta completa, a las velocidades permitidas por la misma, según los datos consignados en el Apéndice A "Información correspondiente al gálibo, envolvente dinámica del tren, perfil, trazo, marchas tipo y características del riel de la Línea 12" para cada uno de los siguientes casos:

con un carro motriz inactivo, con carga excepcional del tren, considerando tiempos de estacionamiento en anden de 17 segundos.

con dos carros motrices inactivos, con carga excepcional del tren, considerando tiempos de estacionamiento en anden de 17 segundos.

10.7.2 Cálculos

Las simulaciones antes mencionadas, contemplan e indican para cada caso, los parámetros básicos considerados, entre los que destacan:

Pesos considerados, desglosando lo referente a los carros, pasajeros y cargas de inercia.

Perfil topográfico de la línea 12 considerado en el apéndice A "Información correspondiente al gálibo, envolvente dinámica del tren, perfil, trazo, marchas tipo y características del riel de la Línea 12".

- ☐ Esfuerzo involucrados, desglosando los referentes a tracción, frenado, curvatura, pendiente, resistencia al avance. se deben incluir los tiempos de respuesta a los diferentes mandos de tracción y frenado.

Rendimientos considerados para el equipo de tracción.

Valores máximos y mínimos de operación de la tensión de línea.

- ☐ Condiciones ambientales de temperatura máxima y mínima.

Véanse las detalles en anexo 7: CÁLCULO DE DESEMPEÑO DE TREN. ZELC presenta los datos detallados en la fase de diseño.

10.7.3 Gráficas

Se deberá describir la metodología utilizada para la realización de las simulaciones. Los resultados obtenidos que se presenten contienen, por lo menos, los siguientes parámetros y gráficas que muestren, en función del tiempo:

- a) La velocidad.
- b) La distancia recorrida.
- c) La aceleración.



"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"

- d) Tiempos de recorrido.
- e) La tensión de línea.
- f) La corriente de línea.
- g) La corriente de motor.
- h) La tensión de motor.
- i) La energía consumida.
- j) La energía generada durante el frenado eléctrico
- k) Presión neumática de frenado.
- l) El jerk en tracción y frenado.

etc.

Para la demostración del cumplimiento de las simulaciones como parte de las pruebas tipo, se acuerda conjuntamente entre "EL S.T.C." y ZELC, la programación y protocolos para la ejecución de las pruebas dinámicas del tren, previo a la puesta en servicio del tren prototipo (primer tren).

11 NIVEL ACÚSTICO Y VIBRACIONES

El material rodante es concebido para generar el mínimo de vibraciones y de ruido, a efecto de minimizar las afectaciones a los usuarios y al entorno. Esta concepción del material rodante permite:

Disminuir, desde su origen, los ruidos y las vibraciones generadas por los órganos principales y auxiliares.

Limitar, al máximo posible, las transmisiones de ruido y vibraciones, tanto en el interior como en el exterior de los carros. El diseño y montaje de los equipos bajo bastidor y en el interior de la caja limitará el ruido perceptible en el interior y el exterior de los carros.

En caso necesario, se preverán revestimientos para el aislamiento fónico. Éstos se fabricarán en materiales conforme a la Norma NF F 16-101, categoría A1 (resistencia al fuego y emisión de humos) o equivalente.

Atenuar, lo máximo posible, los ruidos emitidos por las diferentes paredes y partes de la estructura de la caja y, al mismo tiempo, lograr que las frecuencias resonantes estén desacopladas en cualquier punto del rango normal de funcionamiento.

11.1**NIVEL DE RUIDO PRODUCIDO EN CAMPO LIBRE POR UN TREN**

Los trenes propuestos por ZELC cumplen con las exigencias de las normas ISO 3099 en cuanto al nivel de ruido continuo equivalente, medido a 7.5 m del eje de la vía, durante el tiempo de paso de un tren que circula en las condiciones de campo libre, no excederá de los 80 dB, a una velocidad estabilizada de 60 km/h $\pm$ 5%. Este requerimiento es verificado durante la etapa de pruebas en el primer tren que se fabrique (tren prototipo).

000025



"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"

000026

11.2 NIVEL DE RUIDO EN EL INTERIOR DE LOS CARROS

Los trenes propuestos por ZELC cumplen con las exigencias de las normas ISO 3381 en cuanto al nivel de ruido continuo en el interior del salón de pasajeros, durante el tiempo de paso de un tren que circula en las condiciones de campo libre, no excederá de los 75 dB, a una velocidad estabilizada de 60 km/h $\pm$ 5%. Este requerimiento es verificado durante la etapa de pruebas en el primer tren que se fabrique (tren prototipo).

11.3 VIBRACIONES

La concepción de los equipamientos, así como la forma de fijarlos, se realiza en forma tal que se minimice la transmisión de vibraciones al carro a través de los puntos de unión. Las uniones entre la estructura y los equipos se conciben para evitar toda amplificación eventual que conduzca a fenómenos de resonancia.

ZELC entrega en la etapa de revisión de diseños, los documentos preliminares que demuestren que la operación de los carros está dentro del rango del nivel de vibraciones que indican las normas para obtener el máximo confort, asegurando la condición de estar fuera del rango de la frecuencia de resonancia.

Todos los equipos operan sin afectaciones y para ello consideran los valores máximos de amplitud, frecuencia y tiempo, conforme a los criterios y metodología de las normas IEC 60077 y 60322 o equivalentes de aplicación ferroviaria.

La verificación de cumplimiento de estos valores se realiza durante las pruebas tipo.

12 NORMAS

Las normas que se aplicarán al estudio, diseño, fabricación, ensayos y mantenimiento de los trenes son de carácter internacional de aplicación ferroviaria; ZELC propone normas equivalentes a las internacionales, aún cuando sean de carácter local, siempre y cuando las normas propuestas hayan sido previamente puestas a consideración de "EL S.T.C.", para su validación y aprobación y estas hayan sido aplicadas con buenos resultados a partes, equipos, sistemas y/o trenes utilizados en alguna red de transporte colectivo ferroviario de pasajeros con una operación comercial mayor a diez (10) años.

13 SEGURIDAD

Todos los carros y sus componentes son diseñados y construidos de manera tal que una falla de cualquier naturaleza no se traduzca en incidentes que puedan ocasionar la muerte o lesiones de personas y/o ocasione una destrucción parcial o total de equipos o instalaciones de "EL S.T.C."

13.1 CLASIFICACIÓN DE LA GRAVEDAD DE LOS ACONTECIMIENTOS

Los acontecimientos se clasifican según la gravedad de las consecuencias y se definen cuatro clases:

"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"

Acontecimientos con consecuencias catastróficas.

000027

Se produce una o varias pérdidas de vidas humanas, heridas o afectaciones graves a la salud de varias personas que por consecuencia, ocasionan una lesión grave o incapacidad permanente y/o se producen daños graves al tren o a su entorno. En este tipo de acontecimientos las personas están expuestas colectivamente.

Acontecimientos con consecuencias críticas.

Se produce una herida o una afectación a la salud de una persona que le ocasiona una lesión grave o incapacidad permanente. No implica la pérdida de vidas humanas. En este tipo de acontecimientos las personas están expuestas individualmente.

Entran igualmente los acontecimientos cuyas consecuencias ocasionan un daño notable del tren o de su entorno.

Acontecimientos con consecuencias significativas.

Hay heridas en las personas que no ocasionan lesiones graves ni incapacidad permanente.

Acontecimientos con consecuencias menores.

No hay personas heridas ni degradación sensible del nivel de seguridad ni daño notable del tren ni de su entorno.

ZELC realiza y entrega a "EL S.T.C" en la etapa de revisión de diseño para su análisis, el estudio de seguridad de los trenes a suministrar que considere las definiciones anteriores.

13.2 CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS

En la medida en que avance el estudio de seguridad, ZELC define la clasificación de cada equipo según la gravedad de las consecuencias ocasionadas por una avería cualquiera en la que pueda estar implicado.

Por lo tanto, esta clasificación de los equipos toma en cuenta combinaciones de averías de equipos diferentes que puedan agravar las consecuencias de una avería aislada. Las clases son las siguientes:

Clase A: Equipo en el que, al menos, una avería se traduce en un acontecimiento que tiene consecuencias catastróficas.

Clase B: Equipo en el que, al menos, una avería se traduce en un acontecimiento que tiene consecuencias críticas.

Clase C: Equipo en el que, al menos, una avería se traduce en un acontecimiento que tiene consecuencias significativas.



"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"**13.3 OBJETIVOS CUANTITATIVOS**

De forma general, los dispositivos, órganos o software considerados como de seguridad y sus componentes, son objeto de procedimientos particulares de aprobación y/o de fabricación para demostrar que cumplen con los niveles de seguridad que a continuación se indican.

Un equipo de clase A debe:

Ser concebido según el concepto de seguridad intrínseca, respecto a la o las averías, que conducen a un acontecimiento con consecuencias catastróficas, de forma que su contribución a la creación del mismo, sea tal que la probabilidad global de ocurrencia del acontecimiento sea inferior a 10^{-9} por hora de funcionamiento y por tren.

Un equipo de clase B debe:

Ser concebido según el concepto de seguridad intrínseca respecto a la o las averías, que conducen a un acontecimiento con consecuencias críticas, concebido de forma que su contribución a la creación del mismo, sea tal que la probabilidad global de ocurrencia del acontecimiento sea inferior a 10^{-7} por hora de funcionamiento y por tren.

Un equipo de clase C debe:

Ser concebido de forma que su contribución a la creación de un acontecimiento con consecuencias significativas sea tal que la probabilidad global de ocurrencia del mismo sea inferior a 10^{-5} por hora de funcionamiento y por tren.

13.4 ANÁLISIS PRELIMINAR DE LOS RIESGOS

El análisis preliminar de los riesgos tiene por objetivo efectuar la evaluación de los acontecimientos peligrosos y sus causas, lo que permite identificar los equipos del tren potencialmente peligrosos, determinar la gravedad de sus consecuencias y definir las reglas de su concepción y de los procedimientos que permiten eliminar o dominar las situaciones peligrosas y de accidentes potenciales puestos en evidencia de esta forma.

Para la concepción del material rodante, ZELC mediante un enfoque de sistemas, realiza para el tren en su entorno, un estudio de seguridad, con base en la Norma MIL-STD-882 ó equivalente. Este estudio contiene todos los documentos que permitan validar el cumplimiento de lo establecido en la norma antes señalada y en estas especificaciones.

ZELC presentará durante la fase de revisión de diseños, un estudio detallado que contenga: clase de equipo, equipos incluidos y probabilidad de ocurrencia del riesgo, como una parte del estudio de seguridad denominada "Análisis de Riesgos".

14 MANTENIBILIDAD**14.1 Objetivo**

Con la finalidad de lograr un alto nivel de mantenibilidad del material rodante, la determinación precisa de los procedimientos y de los medios necesarios para el mantenimiento ZELC concibe desde la etapa de diseño de los componentes aplicando los siguientes criterios:

ZELC ofrece los conceptos iniciales de MANTENIBILIDAD en la fase de licitación. Véanse

000028



Handwritten signature or mark.

"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"

las detalles en Capítulo 16 CONFIABILIDAD Y MANTENIBILIDAD. ZELC ofrecerá los planes más detallados en la fase de diseño.

000029

14.2 CRITERIOS DE MANTENIBILIDAD

Como se puede separar el sistema en conjunto, subconjunto y equipo, los siguientes criterios de mantenibilidad se efectura a misma clasificación de los sistemas que se establecen en el numeral 7.2. "Fiabilidad", considerando la descomposición de estos sistemas en conjuntos, subconjuntos y equipos:

Facilidad de detección de las averías. Esta característica se refiere a la aplicación de medios para la detección de averías, integrados desde la concepción de los trenes.

Posibilidad de prueba. La posibilidad de probar un dispositivo es la capacidad para que sea declarado en buen estado o en falla, dentro de los límites de tiempo especificados, según los procedimientos.

Accesibilidad. Para subsistemas, conjuntos, subconjuntos, equipos o elementos instalados en el material rodante se debe brindar al personal de mantenimiento la posibilidad de manipularlos, para ejecutar con los medios necesarios (herramientas, instrumentos de medición y de control) las pruebas y operaciones que exigen la realización de los mantenimientos preventivo y correctivo. Los dispositivos considerados como menos fiables deben tener la mayor accesibilidad.

Intercambiabilidad. Debe ser posible el reemplazo de un subsistema, conjunto, subconjunto, equipo o elemento del material rodante por un dispositivo similar, sin requerirse de ajustes ni modificaciones.

Modularidad. Debe permitir la integración de un conjunto funcional mediante la combinación de subconjuntos y elementos básicos.

Desmontabilidad. Se caracteriza por la posibilidad de fraccionar un conjunto en subconjuntos y elementos componentes.

☐ Detección y regulación de los límites de desgastes. Es la capacidad para detectar y medir con facilidad el desgaste, sobre todo en elementos mecánicos, así como la posibilidad de restituir a éstos las condiciones de operación establecidas.

☐ Facilidad de limpieza. Es la disposición de los sistemas, subsistemas, equipos y órganos para ser limpiados de manera simple y eficaz, tomando en cuenta los aspectos de duración de la limpieza, costos y seguridad.

☐ Seguridad. Son las condiciones de diseño de los sistemas, subsistemas, equipos y órganos que permiten al personal realizar las actividades de mantenimiento sin riesgo de accidentes de trabajo.

Ergonomía. El diseño del tren debe permitir que su mantenimiento se realice bajo condiciones adecuadas a la anatomía humana del operario y a sus movimientos.



"Propuesta para la prestación de servicios a largo plazo Línea 12"

14.3 MANIOBRAS PARA MANTENIMIENTO Y ENCARRILAMIENTO

000030

Los carros permiten maniobras de levante de cajas y descenso de bogies por los equipos previstos para el taller, y podrán ser desplazados por un puente trasbordador.

Cada carro cuenta sobre su bastidor con los soportes necesarios que le permitan hacer las maniobras necesarias dentro y fuera de los talleres. Estos soportes pueden ser utilizados para manipular las cajas por medio de una grúa. El levantamiento de las cajas en el taller.

Las operaciones de encarrilamiento, en vías principales o secundarias, se podrán realizar actuando a la vez sobre la caja y los bogies. La caja cuenta con placas de apoyo dispuestas en los lugares apropiados para realizar este tipo de operaciones utilizando dispositivos de levante entre otros.

Asimismo, tanto la caja como el bastidor del bogie disponen de elementos de fijación que permitan levantar simultáneamente ambas partes para facilitar estas maniobras de encarrilamiento, actuando sobre los puntos de apoyo de las cajas.

