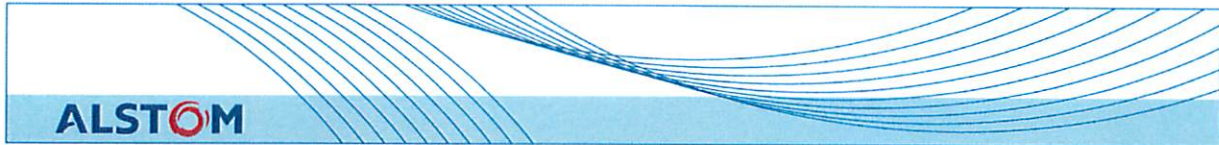


ANEXO 1P - PERFIL TÍPICO

Handwritten signatures and a red vertical line on the right side of the page. The signatures are in blue and red ink. A thick red vertical line runs down the right margin.



ANEXO 1P

PERFIL TÍPICO

1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS.....	2
1.2. DEFINICIONES APLICABLES	2
2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	2
3. CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DE OPERACION DE LOS TRENES.....	3
3.1. MAPA DE LA VÍA	3
3.2. COMPOSICIÓN DE UN TREN	3
3.3. TAMAÑO Y UTILIZACION DE LA FLOTA.....	3
3.4. DISTANCIAS Y CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA.....	4
3.5. CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	4
3.6. TABLA DE TIEMPOS.....	4
3.7. KILOMETRAJE ACUMULADO.....	4
3.8. VELOCIDADES	5
3.9. NÚMERO MEDIO DE VIAJES	5
3.10. CICLOS DE PARADA/PARTIDA DEL TREN	5
3.11. CICLOS DE APERTURA/CIERRE DE LAS PUERTAS LATERALES	6
3.12. FACTORES DE CONVERSIÓN	6
3.13. CONDICIONES TÍPICAS AMBIENTALES	7

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de la Línea 12 – Dorada [4].....	3
---	---



1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este análisis es reunir en un solo documento la información clave de funcionamiento y las condiciones ambientales, así como las características más importantes del tren y vía a ser considerados en los cálculos preliminares y tareas del programa de FDM (ver [1]).

Estas informaciones son de la Especificación Técnica [3]. Algunos datos se derivan de las informaciones existentes y las deducciones apropiadas también se demuestran en este documento.

Parte de la información contenida en este documento también se basan en simulaciones realizadas durante la fase de propuesta y pueden diferir de las reales del proyecto. Por lo tanto, este documento puede sufrir ajustes durante el proyecto para reflejar la situación real y evitar que errores mayores se inserten en los cálculos y las consideraciones en el análisis del programa de FDM.

Para los cálculos de FDM se adoptarán las características de la línea 12 de la Ciudad de México dirigido por el Sistema de Transporte Colectivo.

1.1. LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

FDM	Fiabilidad, Disponibilidad y Mantenabilidad.
FDMS	Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenabilidad e Seguridad
PFDM	Plano de Fiabilidad, Disponibilidad y Mantenabilidad
RAM	Reliability, Availability and Maintainability – Ídem a FDM
RAMS	Reliability, Availability, Maintainability and Safety – Ídem a FDMS
S.T.C / STC	Sistema de Transporte Colectivo

1.2. DEFINICIONES APLICABLES

La lista de definiciones aplicables es presentada en un documento separado, titulado "FDMS - Definiciones aplicables", número Alstom JB005.RA.005.

2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- [1] JB005.RA.001 – Plano de FDM
- [2] JB005.RA.005 - FDMS – Definiciones Aplicables
- [3] ANEXO TÉCNICO – Especificaciones Técnico Funcionales para la Fabricación de un lote de 30 Trenes Férreos que Circularán en la línea 12 del Metro de la Ciudad de México.
- [4] Línea 12 – Línea Dorada Características - <http://www.metro.df.gob.mx/sabias/linea12b.html#7>

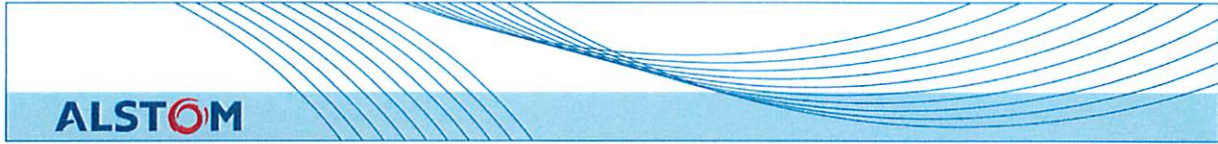
Propuesta
Técnica
Material
Rodante

Revisión 0
Fabricación de 30 Trenes Férreos
STC – Línea 12 del Metro de la Ciudad de México

Noviembre/2009

Pág. 2 de 7

Toda la información contenida en este documento es de propiedad de ALSTOM.



3. CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DE OPERACION DE LOS TRENES

3.1. MAPA DE LA VÍA



Figura 1: Mapa de la Línea 12 – Dorada [4]

3.2. COMPOSICIÓN DE UN TREN

- Carro remolque con cabina de conducto +
- Carro motor intermediario +
- Carro motor intermediario +
- Carro motor intermediario +
- Carro motor intermediario +
- Carro motor intermediario +
- Carro motor intermediario +
- Carro remolque con cabina de conducto

3.3. TAMAÑO Y UTILIZACION DE LA FLOTA

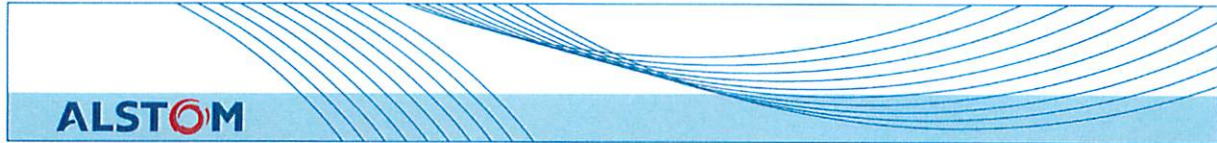
Propuesta
Técnica
Material
Rodante

Revisión 0
Fabricación de 30 Trenes Férreos
STC – Línea 12 del Metro de la Ciudad de México

Noviembre/2009

Pág. 3 de 7

Toda la información contenida en este documento es de propiedad de ALSTOM.



La oferta está compuesta por 30 trenes de rodadura férrea, de 7 coches cada uno, según el punto 3.2, por un total de 210 coches.

3.4. DISTANCIAS Y CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA

- 24.5 Kilómetros de Línea [4].
- 20 Estaciones [4].
- 28 Trenes (al inicio de la operación intervalo de 3.9 minutos) [4].
- 35 Trenes (intervalo mínimo de 2.5 minutos en horas pico) [4].

3.5. CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES

El horario de servicio para efectos de evaluación se considerará de las 5:00hrs a las 00:30 hrs en días hábiles, sábados de las 6:00 hrs a las 00:30 hrs, domingos y días festivos de las 7:00 hrs a las 00:30 hrs [3].

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. [3]

3.6. TABLA DE TIEMPOS

- Tiempo medio de operación por día: 19,5 h [3]
- Tiempo energizado por día: 22 h
- Tiempo medio de parada en las estaciones: 17 s*
- Tiempo para reversar los trenes en las estaciones terminales: 180 s*
- Tiempo medio de trayecto (entre estaciones terminales): aproximadamente 38,5 min*
- Tiempo medio de viaje (ida e volta): aproximadamente 77 min*
- Tiempo medio entre estaciones: aproximadamente 1,92 min*

*informaciones Preliminares considerando AW3.

3.7. KILOMETRAJE ACUMULADO

	Línea 12	UNIDADE (Tren*km)
Kilometraje media acumulada por tren:	$12,500/30=417$	Km/día
	$150,000/12=12,500$	Km/mes
	$150,000^{(1)}$	Km/año
Kilometraje media acumulada	$30 \times 417 = 12,510$	Km/día

Propuesta
Técnica
Material
Rodante

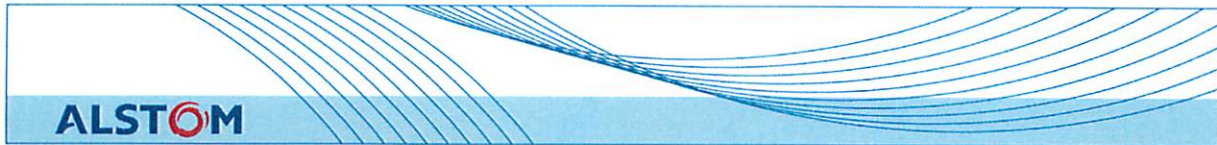
Revisión 0

Fabricación de 30 Trenes Férreos
STC - Línea 12 del Metro de la Ciudad de México

Noviembre/2009

Pág. 4 de 7

Toda la información contenida en este documento es de propiedad de ALSTOM.



pela frota de Trenes:	12,510 x 30 = 375,300	Km/mes
	375,300 X 12 = 4,503,600	Km/año

(1) Información retirada del documento [3].

3.8. VELOCIDADES

- Velocidad media de un tren en operación: **38,2 km/h** ((24.5 Km x 2) / 77 min)

Donde:

- 24.5 Km => tamaño de la línea
- x 2 => considerando ida y vuelta
- 77 min => tiempo medio de ida e volta

- Velocidad media máxima de un tren en operación: **47.4 km/h***
- Velocidad límite de servicio: 85 Km/h [3]
- Velocidad máxima requerida en proyecto: **90 km/h.** [3]

*informaciones Preliminares considerando AW3.

3.9. NÚMERO MEDIO DE VIAJES

$$V = \frac{150,000 \text{ km / año}}{24.5 \text{ km} \cdot 2} = 3061 \text{ pasajeros / año}$$

Si tomamos en cuenta la formación y testes, el número promedio de viajes es un poco más pequeño. Considerando que 5% de la distancia recorrida es con el tren fuera de servicio, el número de viajes al año sería lo siguiente:

$$V = \frac{150,000 \text{ km / año}}{24.5 \text{ km} \cdot 2 \cdot 1.05} \cong 2916 \text{ pasajeros / año}$$

o

$$V = \frac{2916 \text{ pasajeros / año}}{365} \cong 8 \text{ pasajeros / dia}$$

3.10. CICLOS DE PARADA/PARTIDA DEL TREN

$$P = 2916 \text{ pasajeros / año} \cdot 20 \text{ estaciones} \cdot 2 \cong 116640 \text{ paradas / año}$$

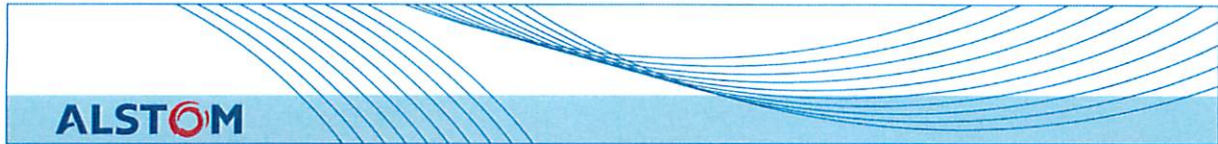
Propuesta
Técnica
Material
Rodante

Revisión 0
Fabricación de 30 Trenes Férreos
STC - Línea 12 del Metro de la Ciudad de México

Noviembre/2009

Pág. 5 de 7

Toda la información contenida en este documento es de propiedad de ALSTOM.



$$P = \frac{116640 \text{ _paradas / año}}{365} \cong 320 \text{ _paradas / día}$$

3.11. CICLOS DE APERTURA/CIERRE DE LAS PUERTAS LATERALES

$$A = 116640 \text{ _paradas / año} \cdot 56 \text{ _puertas / tren} \cdot 0,5 \cong 3,27 \cdot 10^6 \text{ _ciclos / año / tren}^*$$

$$A = \frac{3,27 \cdot 10^6 \text{ _ciclos / año / tren}}{7} \cong 466560 \text{ _ciclos / año / carro}^*$$

$$A = \frac{3,27 \cdot 10^6 \text{ _ciclos / año / tren}}{56} \cong 58320 \text{ _ciclos / año / puerta}^*$$

(*) Excluyendo posibles re-ciclos.

3.12. FACTORES DE CONVERSIÓN

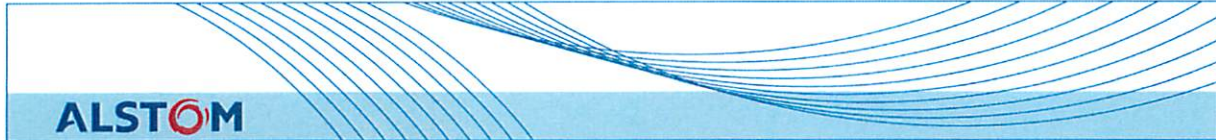
El factor de conversión (F_c) de MTBF para MKBF

$$MKBF = MTBF \cdot F_c$$

Ítems dependientes del tiempo de energizado (electrónicos) o aquellos cuya MTBF se basa en datos en bruto

$$F_{c_i} = \frac{150000 \text{ _km / año}}{22 \text{ _h} \cdot 365 \text{ _días}} = 18,68 \text{ _km / h}$$

Ítems dependientes de la distancia recorrida (Mecánicos) cuyo MTBF se basa en datos líquidos, descontados los tiempos de inactividad, como en ensayos de vida:



$$F_{c_d} = \frac{150000 \text{ km/año}}{\left(19,5 \text{ h} - \frac{17 \text{ s} \cdot 320 \text{ paradas/día}}{3600} - \frac{8 \text{ pasajeros/día} \cdot 180 \text{ s} \cdot 2}{3600}\right) \cdot 365 \text{ días}} \cong 23,91 \text{ km/h}$$

3.13. CONDICIONES TÍPICAS 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. [3]

Es necesario considerar 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. [3]