

**MANUELL • BARRERA Y ASOCIADOS**  
consultoría especializada

## **SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO (STC)**

**“RECOPIACIÓN, ANÁLISIS, EMISIÓN DE OPINIONES TÉCNICAS – JURÍDICAS, PROPUESTAS DE ACCIONES DE MEJORA Y ELABORACIÓN DE MEMORIAS DOCUMENTALES DE: LAS ACCIONES COORDINADAS PARA GARANTIZAR LA OPERACIÓN SEGURA DE LA LÍNEA 12 (Noviembre 2013 al 12 marzo 2014; 13 de marzo de 2014 al 31 de marzo de 2015); EL PROCESO DE CONTRATACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL MATERIAL RODANTE DE LA LÍNEA 12, A TRAVÉS DE LA MODALIDAD DE PPS; ASÍ COMO LA CREACIÓN DEL FIDEICOMISO PARA EL USO DE LOS RECURSOS FINANCIEROS PROVENIENTES DEL INCREMENTO DE LA TARIFA; Y EL DESARROLLO DE LOS PROYECTOS 4 y 5, RELATIVOS AL MANTENIMIENTO A 85 TRENES Y LA REPARACIÓN DE 105 TRENES QUE ESTÁN FUERA DE SERVICIO”.**

**“Acciones coordinadas para garantizar la operación segura de la Línea 12 (noviembre de 2013 al 12 de marzo de 2014)”**

### **SEGUNDO ENTREGABLE**

16 de junio de 2015.

1

# C o n t e n i d o

---

	Pág.
<b>1. ANTECEDENTES</b>	<b>4</b>
1.1. Del Organismo STC y la Red del Metro.	4
1.2. De la Línea 12.	8
1.3. De la Prestación del Servicio.	30
<b>2. ALCANCE</b>	<b>32</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>33</b>
3.1. Objetivo General.	33
3.2. Objetivos Específicos.	33
<b>4. ACTIVIDADES REALIZADAS</b>	<b>34</b>
<b>4.1. Recopilación de la Información.</b>	<b>34</b>
<b>4.2. Análisis de la Información.</b>	<b>42</b>
4.2.1. Mantenimiento a la Línea	42
4.2.1.1. Mantenimiento del Consorcio Constructor	42
4.2.1.2. Mantenimiento a cargo del STC	46
4.2.2. Atención del desgaste ondulatorio prematuro	54
4.2.2.1. Dictamen de ILF	54
4.2.2.2. Reuniones de trabajo	63
4.2.2.3. Evaluación del desgaste de rueda de CAF	68
4.2.2.4. Reperfilado de ruedas y reducción de velocidad de los trenes	71
4.2.2.5. Informe de afectaciones a la operación y seguridad de la Línea	76
4.2.2.6. Recomendaciones de Michel Lannoye	81
4.2.3. Comunicado a la Contraloría General del GDF	83
4.2.4. Suspensión parcial de la Línea	89

4.2.4.1. Clasificación de la problemática	89
4.2.4.2. Aviso de suspensión	93
4.2.4.3. Dictamen de ratificación de la suspensión	94

<b>ANEXOS</b>	<b>117</b>
---------------	------------



## 1. ANTECEDENTES

### 1.1. Del Organismo STC y la Red del Metro.

Como parte de las acciones preponderantes que lleva a cabo el Gobierno del Distrito Federal (GDF) en la Ciudad de México, se encuentra la atención de la demanda social del transporte, en aras de proveer a la población creciente una opción de traslado masiva, segura, económica y que permita optimar y reducir tiempos a los destinos. Para brindar tal atención, el GDF se apoya en el Sistema de Transporte Colectivo (STC) y otros organismos.

El STC es un Organismo Público Descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propios, creado por Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de abril de 1967 y cuyo objeto inicial fue la construcción, operación y explotación de un tren rápido con recorrido subterráneo y superficial para el transporte colectivo en el Distrito Federal, principalmente en la Ciudad de México. Posteriormente, el 4 de enero de 1968, se le adicionó a su objeto de existencia, la operación y explotación del servicio público de transporte colectivo de personas, mediante vehículos que circulen en la superficie y cuyo recorrido complemente el del tren subterráneo. Para el 17 de junio de 1992, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, las reformas al Decreto de Creación del STC en las que se establece que el Organismo Público Descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propios, denominado "Sistema de Transporte Colectivo", con domicilio en el Distrito Federal, tendrá como objeto la construcción, operación y explotación de un tren rápido con recorrido subterráneo y superficial, para el transporte colectivo de pasajeros en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, que comprende áreas conurbadas del Distrito Federal y del Estado de México; también se estipula que este Organismo Público tendrá por objeto, la operación y explotación el servicio público de transporte colectivo de personas, mediante vehículos que circulen en la superficie y cuyos recorridos complementen el del tren subterráneo.

El 26 de septiembre de 2002 se hizo una nueva modificación al Decreto de Creación del STC, la cual fue publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal (GODF) y en el que se instituye el Organismo Público Descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propios, denominado "Sistema de Transporte Colectivo", con domicilio en el Distrito Federal y cuyo objeto es la construcción, mantenimiento, operación y explotación de un tren con recorrido subterráneo, superficial y elevado, para el transporte colectivo de pasajeros en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, áreas conurbadas de ésta y del Estado de México, asimismo, dicho organismo tiene por objeto la adecuada explotación del servicio público de transporte colectivo de personas, mediante vehículos que circulen en la superficie y cuyo recorrido complemente el del tren subterráneo. Finalmente, el 21 de febrero de 2007 fue publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el Decreto de reforma en el que se le adiciona al STC la atribución de prestar servicios de asesoría técnica a organismos nacionales e internacionales en el ámbito de su competencia.

El más reciente fundamento de organización del STC lo constituye su Estatuto Orgánico, publicado el 6 de noviembre de 2007 en la GODF y con modificaciones posteriores en fechas 31 de mayo de 2011 y 10 de abril de 2014. En esos estatutos se indican los siguientes niveles de organización:

- ✓ Consejo de Administración
- ✓ Director General
- ✓ Comité de Control y Auditoría
- ✓ Subdirectores Generales
- ✓ Unidades Administrativas
- ✓ Comisión Interna de Administración y Programación

El STC representa una de las obras civiles y arquitectónicas más grandes de la Ciudad de México, tanto por su dimensión y costo como por el beneficio que otorga a los habitantes. Cabe hacer mención que el STC, como columna vertebral del transporte público en el Distrito Federal, realiza procesos de transformación y crecimiento a la par de los requerimientos del público usuario, permitiendo la incorporación de nuevas tecnologías y ampliación de la red.

Desde sus inicios, el STC ha sido el operador de las Líneas que conforman la red del sistema Metro, siendo la construcción de las mismas a cargo de otras entidades de gobierno, como se menciona en los siguientes párrafos que comprenden las etapas de construcción en la historia del sistema Metro:

❖ Etapas 1 (1967-1969):

La construcción de la primera etapa del Metro estuvo bajo la coordinación del arquitecto Ángel Borja y se integraron equipos de trabajo multidisciplinarios. En esta primera etapa de construcción llegaron a laborar 48 mil obreros, 4 mil técnicos y 3 mil administradores, aproximadamente. Lo anterior permitió terminar en promedio, un kilómetro de Metro por mes, un ritmo de construcción que no ha sido igualado en ninguna parte del mundo. Esta etapa consta de tres Líneas: la 1, en su tramo desde Zaragoza hasta Chapultepec, inaugurada el 4 de septiembre de 1969; la 2, en el tramo de Tacuba a Taxqueña; y la 3, de Tlatelolco al Hospital General. La longitud total de esta primera red fue de 42.4 kilómetros, con 48 estaciones para el ascenso, descenso y transbordo de los usuarios.

❖ Etapas 2 (1977-1982):

La segunda etapa se inicia con la creación de la Comisión Técnica Ejecutiva del Metro, el 7 de septiembre de 1977, para hacerse cargo de la construcción de las ampliaciones de la red. Posteriormente, el 15 de enero de 1978, se crea la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVITUR) del Distrito Federal, organismo responsable de proyectar, programar, construir, controlar y supervisar las obras de ampliación, adquirir los equipos requeridos y hacer entrega de instalaciones y equipos al Sistema de Transporte Colectivo para su operación y mantenimiento, y se integró, de manera

parcial, con personal del Sistema de Transporte Colectivo, quedando bajo responsabilidad de la COVITUR la problemática entera del transporte en el Distrito Federal.

Se pueden identificar dos fases en esta segunda etapa; la primera corresponde a las prolongaciones de la Línea 3: de Tlatelolco a La Raza y de Hospital General a Zapata. Durante la segunda fase, COVITUR preparó un "Plan Rector de Vialidad y Transporte del Distrito Federal" y más adelante, en 1980, el primer "Plan Maestro del Metro". Como arranque de esta segunda fase, se inició la construcción de las Líneas 4 y 5. La Línea 4, de Martín Carrera a Santa Anita, se construyó como viaducto elevado dada la menor densidad de construcciones altas en la zona; esta Línea tuvo un costo mucho menor que las subterráneas y consta de 10 estaciones de las que ocho son elevadas y dos de superficie. La Línea 5 se construyó en tres tramos: el primero, de Pantitlán a Consulado, que se inauguró el 19 de diciembre de 1981; el segundo, de Consulado a la Raza, inaugurado el 1º de junio de 1982; y el tercero, de la Raza a Politécnico, inaugurado en agosto del mismo año. A la edificación de esta Línea (la 5) se le dio una solución de superficie entre Pantitlán y Terminal Aérea; y subterránea, tipo cajón, de Valle Gómez a Politécnico.

❖ Etapa 3 (1983-1985):

Consta de ampliaciones a las Líneas 1, 2 y 3; se inician dos Líneas nuevas, la 6 y la 7. La longitud de la red se incrementa en 35.2 kilómetros y el número de estaciones aumenta a 105. La Línea 3 se prolonga de Zapata a Universidad, tramo que se inauguró el 30 de agosto de 1983; la Línea 1, de Zaragoza a Pantitlán; y la Línea 2, de Tacuba a Cuatro Caminos, en el límite con el Estado de México; estas últimas dos extensiones fueron inauguradas el 22 de agosto de 1984. Con estas ampliaciones, las Líneas 1, 2 y 3 alcanzan su trazo actual. A la Línea 6 se le dio una solución combinada: tipo cajón y superficial; la primera parte, de El Rosario a Instituto del Petróleo, se concluyó el 21 de diciembre de 1983 y consta de 9.3 kilómetros de longitud y siete estaciones, dos de ellas de correspondencia. La Línea 7 corre al pie de las estribaciones de la Sierra de las Cruces, que rodea el Valle de México por el poniente; el trazo queda fuera de la zona lacustre y los puntos que comunica están a mayor altitud que los hasta entonces enlazados por la red, por esto, la solución que se utilizó para su construcción fue de tipo túnel profundo y se entregó en tres tramos: Tacuba-Auditorio, el 20 de diciembre de 1984; Auditorio-Tacubaya, el 23 de agosto de 1985; y Tacubaya-Barranca del Muerto, el 19 de diciembre de 1985.

❖ Etapa 4 (1986-1988):

Esta etapa se compone de las ampliaciones de las Líneas 6 (de Instituto del Petróleo a Martín Carrera) y 7 (de Tacuba a El Rosario), y el inicio de una nueva Línea, la 9, de Pantitlán a Tacubaya, por una ruta al sur de la que sigue la Línea 1. La ampliación de la Línea 6 se inauguró el 8 de julio de 1988 y agregó 4.7 kilómetros y cuatro estaciones a la red; la ampliación de la Línea 7 se terminó el 29 de noviembre de 1988 e incrementó la red con 5.7 kilómetros y cuatro estaciones más. La Línea 9 se edificó en dos fases:

la primera, de Pantitlán a Centro Médico, concluida el 26 de agosto de 1987, y la segunda, de Centro Médico a Tacubaya, inaugurada un año más tarde, el 29 de agosto de 1988. La nueva Línea incorporó a la red 12 estaciones (5 de correspondencia) y 15.3 kilómetros; tiene un trazo paralelo a la Línea 1, con el propósito de descongestionarla, en las horas punta. En la construcción de la Línea 9 se utilizó el túnel circular profundo y el túnel tipo cajón, en 9.5 kilómetros de longitud, partiendo desde Tacubaya; y de Viaducto elevado en el tramo restante.

❖ Etapa 5 (1989-1994):

La primera extensión de la red del Metro al Estado de México se inició con la construcción de la Línea A, de Pantitlán a La Paz. Se optó para esta Línea por una solución de superficie y trenes de ruedas férreas en lugar de neumáticos, ya que se reducían los costos de construcción y mantenimiento. Se edificó un puesto de control y talleres exclusivos para la Línea A. Esta Línea se inauguró el 12 de agosto de 1991, agregó diez estaciones y 17 kilómetros de longitud a la red. La estación Pantitlán la pone en correspondencia con las Líneas 1, 5 y 9. El trazo original de la Línea 8 fue también modificado, ya que se consideró que su cruce por el Centro Histórico de la ciudad y la correspondencia con la estación Zócalo pondrían en peligro la estabilidad de las estructuras de varias construcciones coloniales y se dañarían los restos de la ciudad prehispánica que se encuentra debajo del primer cuadro. El tramo inicial de la Línea 8, de Constitución de 1917 a Garibaldi, se inauguró el 20 de julio de 1994. Al finalizar la quinta etapa de construcción del Metro, se había incrementado la longitud de la red en 37.1 kilómetros, añadiendo dos nuevas Líneas (A y 8) y 29 estaciones.

❖ Etapa 6 (1994-2000):

Los estudios y proyectos del Metropolitano Línea B se iniciaron a fines de 1993 y el 29 de octubre de 1994 dio inicio su construcción en el tramo subterráneo comprendido entre Buenavista y la Plaza Garibaldi. En diciembre de 1997 el Gobierno del Distrito Federal recibió 178.1 kilómetros de red de Metro en operación y en proceso de construcción la Línea B, de Buenavista a Ecatepec, con un avance global de 49%. La Línea B, de Buenavista a Ciudad Azteca tiene 23.7 kilómetros de longitud, con 13.5 kilómetros en el Distrito Federal, cruzando por las delegaciones Cuauhtémoc, Venustiano Carranza y Gustavo A. Madero y 10.2 kilómetros en el territorio del estado de México, en los municipios de Nezahualcóyotl y Ecatepec; con 21 estaciones: 13 en la capital y ocho en el estado de México. La Línea B en su totalidad estaba proyectada para movilizar diariamente a 600 mil usuarios en su conjunto y fue terminada y puesta en operación en toda su longitud durante el segundo semestre del año 2000. Con esta Línea B, la red en su conjunto se incrementó 13% para alcanzar 201.7 kilómetros. De manera adicional forman parte del proyecto diversas obras de vialidad que contribuyen a la integración y reestructuración de los otros medios de transporte: 16 puentes

vehiculares; 4 paraderos de autobuses; 51 puentes peatonales, así como la reforestación de 313 mil metros cuadrados de áreas verdes.

❖ Etapa 7 (2008-2012):

En el año 2008 se empezó la construcción de la Línea 12, la cual fue entregada para su puesta en marcha el 30 de octubre de 2012. El trazo inicial consideró toda la Línea subterránea, sin embargo justo en su proceso de construcción se racionalizó dicho trazo inicial, quedando un tramo subterráneo de las estaciones Mixcoac a Atlalilco, un tramo elevado desde Atlalilco a Zapotitlán y un tramo superficial de Zapotitlán a Tláhuac. La construcción de la Línea 12 estuvo a cargo de la Secretaría de Obras y Servicios (SOBSE) del Gobierno del Distrito Federal, a través de su órgano desconcentrado, Proyecto Metro del Distrito Federal.

En la actualidad, la Red del Metro se compone de 12 Líneas que suman en conjunto 195 estaciones, de éstas 28 son estaciones con correspondencia.

## **1.2. De la Línea 12.**

La adquisición de los predios para la construcción de la Línea 12 correspondió al Sistema de Transporte Colectivo (STC), la construcción de la Línea estuvo a cargo de la SOBSE, a través de Proyecto Metro del Distrito Federal y su operación está a cargo del STC.

La Línea 12 fue construida entre los años 2008-2012 y entregada físicamente por el Consorcio Constructor (ICA, CARSO, ALSTOM), para su puesta en operación, el 30 de octubre de 2012, fecha a partir de la cual el STC la tiene a su cargo. Cabe señalar que el mantenimiento de esa Línea en el primer año de operación fue responsabilidad del Consorcio Constructor como garantía a los sistemas electromecánicos instalados, de acuerdo al contrato de construcción celebrado por la SOBSE (contrato núm. 8.07 C0 01 T.2.022); sin embargo, dada la situación que se presentó en esta Línea y que culminó en su suspensión parcial en marzo de 2014, surge la necesidad de definir las estimaciones del mantenimiento a proporcionarse por el SCT, en cuanto a costos principalmente, para facilitar la planeación y programación de las asignaciones presupuestales que requerirá a partir de que la Línea 12 sea rehabilitada en su totalidad.

Para el mantenimiento de la Línea, a cargo del STC, este organismo realizó en el año 2014 la contratación de los servicios siguientes:

- Mantenimiento preventivo-correctivo a 40 escaleras electromecánicas y 19 elevadores instalados en la Línea 12, adjudicado al proveedor Mitsubishi Electric de México S.A. de C.V., con el contrato núm. STC-CNCS-018/2014.

- Mantenimiento preventivo y correctivo a los sistemas eléctricos, electrónicos y electromecánicos de la Línea 12, contratado mediante instrumento núm. STC-CNCS-091/2014 con ALSTOM Transport Mexico S.A. de C.V.
- Mantenimiento preventivo, correctivo paliativo del sistema de vías de la Línea 12, adjudicado a las empresas Ingenieros en Mantenimiento Aplicado S.A. de C.V. y TSO S.A.S. mediante contrato núm. STC-CNCS-095/2014.

### 1.2.1. Adquisición de predios

Los predios que actualmente ocupan las estaciones, los Talleres Tláhuac y demás infraestructura de la Línea 12, fueron adquiridos en su totalidad por el STC, para los cuales se invirtieron cerca de 505.6 millones de pesos, para 273 predios adquiridos de tres maneras:

- ✓ Compra-venta: 135 parcelas de San Francisco Tlaltenco y 63 predios particulares. 198 en total.
- ✓ Expropiación: 7 parcelas de San Francisco Tlaltenco y 48 predios particulares. 55 en total.
- ✓ Ocupación temporal: 20 ubicaciones.

Adicional a esos 273 predios, el Gobierno del Distrito Federal (GDF) cedió 34 predios de su propiedad para ser ocupados por la Línea 12.

Derivado de la construcción de esa Línea, hubo predios particulares que se vieron afectados y que causaron la generación de un apoyo único por dicha afectación. Para estos casos, el GDF creó el "Programa de Apoyo para las personas afectadas directamente por las obras de construcción de la Línea 12 del Metro" (PROAPAOM), mediante Acuerdo publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal (GODF), el 13 de mayo de 2009, en el que se estipuló la constitución de un Fondo de Apoyo financiado con recursos públicos y cuya operación estaría a cargo del STC. Este diverso de creación tuvo tres cambios posteriores, de fechas 09 de septiembre de 2009, 26 de abril de 2010 y 31 de mayo de 2011, en los que se modificó la ubicación de los predios afectados pasando del tramo "Ermita- Tláhuac" a "Mixcoac-Tláhuac", así como el ejercicio del cual se sujetarían los recursos del fondo de apoyo, pasando de 2009 a 2011.

Por su parte, la Delegación Tláhuac emitió diversos avisos relativos a las reglas de operación y padrón de beneficiados para la atención de ese programa, los cuales fueron publicados en la GODF en las fechas siguientes:

- 28 de febrero de 2012: Reglas de operación del programa PROAPAOM 2012 para otorgar el apoyo a los propietarios y/o poseedores de inmuebles afectados por las obras de construcción de la Línea 12 en la Delegación Tláhuac.
- 18 de octubre de 2013: Reglas de operación del programa PROAPAOM 2013 para dar continuidad al programa de apoyos a los propietarios y/o poseedores de inmuebles afectados por las obras de construcción de la Línea 12 en la Delegación Tláhuac.
- 31 de marzo de 2014: Padrón de beneficiados del programa PROAPAOM 2013 para dar continuidad al programa de apoyos a los propietarios y/o poseedores de inmuebles afectados por las obras de construcción de la Línea 12 y del programa PROAPAOM 2012 parte complementaria para otorgar el apoyo a los propietarios y/o poseedores de inmuebles afectados por las obras de construcción de la Línea 12, ambos en la Delegación Tláhuac.

### **1.2.2. Origen-destino y trazo de la Línea**

La demanda estimada en el proyecto para el uso de esta Línea era superior a los 367,000 pasajeros diarios en día laborable, con lo cual la Línea 12 pasaría a ocupar el cuarto lugar de la Red del Metro y podría alcanzar los 450,000 pasajeros con el ordenamiento del transporte colectivo y la redistribución de viajes locales y regionales, teniendo como propósito dos objetivos principales:

Brindar servicio de transporte masivo de pasajeros en forma rápida, segura, económica y ecológicamente sustentable a los habitantes de siete delegaciones: Tláhuac, Iztapalapa, Coyoacán, Benito Juárez, Xochimilco (desde Tulyehualco), Milpa Alta y Álvaro Obregón.

- 1) Mejorar el desempeño de la totalidad de la Red del Metro, al proporcionar conectividad con las Líneas 2, 3, 7 y 8, en el sur de la Ciudad de México.

Inicialmente el STC elaboró el "Dictamen sobre la factibilidad técnica del proyecto de construcción de la Línea 12 del Metro, Tláhuac – Mixcoac" el 16 de enero de 2007, firmado por el Director General de STC, el Director General de la entonces DGCOT (Dirección General de Construcción de Obras del STC) y el Coordinador de Proyecto de la Línea 12; en ese documento se indica la necesidad de ampliar la red del Metro hacia el Sur-Oriente de la Ciudad, la cual no contaba con este importante servicio. El propósito de este dictamen técnico fue aprobar la viabilidad técnica del proyecto de construcción de la Línea 12, con el objetivo de mejorar la cobertura, calidad y eficiencia del servicio que presta el STC con incorporación de la Línea 12, ampliando la disponibilidad de un medio de transporte rápido y confiable a la población del sur, oriente y poniente, por lo que la Línea 12 estaría conformada por 20 estaciones y 4 correspondencias a las Líneas 2, 3, 7 y con un recorrido

de 24.2 kilómetros. De acuerdo a las demandas y experiencias de la red del Metro, en este dictamen se determinó que los trenes fueran de 9 vagones de rodadura férrea o neumática, con un inicio de 20 trenes con intervalos de 4 minutos y 39 trenes operando a máxima capacidad con intervalos de 2 minutos y se mencionaron algunos beneficios que tendría la contratación de la construcción de la Línea 12 mediante la modalidad de proyecto integral basado en el artículo 3° de la Ley de Obras Públicas del Distrito Federal. Las conclusiones de este dictamen de viabilidad emitido por el STC fueron las siguientes:

- Que la alternativa de origen-destino y trazo para la Línea 12 del STC con mayores ventajas en términos de beneficio social, captación de demanda estimada, conectividad y eficiencia de la Red actual del Metro, disponibilidad y factibilidad de espacios para la ubicación del centro de transferencia modal, encierro y Terminal era la alternativa con origen en Tláhuac y destino en Mixcoac.
- Que con base a los tres tipos de soluciones constructivas genéricas conocidas como "Cajón subterráneo", "Viaducto elevado" y "Viaducto de superficie", así como a las experiencias en el comportamiento de las Líneas, tramos elevados y a la falta de sección a nivel a lo largo del trazo principalmente de la alternativa Tláhuac-Mixcoac, **se recomendó la construcción de la Línea totalmente subterránea.**

También el "Dictamen técnico para la determinación del origen-destino y trazo de la Línea 12 del Metro al sur-orienté de la Ciudad de México", de fecha 27 de junio de 2007 y emitido por el STC, confirmó tanto la alternativa de origen-destino y trazo de Tláhuac a Mixcoac como la recomendación de construir la Línea totalmente subterránea. En este dictamen firmaron los entonces Director General, el Subdirector General de Operación, el Subdirector General de Mantenimiento, el Director de Ingeniería y Desarrollo Tecnológico, el Director de Transportación, el Director de Mantenimiento de Material Rodante, el Gerente de Obras y Mantenimiento, el Gerente de Ingeniería y Nuevos Proyectos, el Subgerente de Proyectos, el encargado de la Gerencia de Instalaciones Fijas, el Subgerente de Planeación Estratégica y dos Asesores de la Dirección General, todos del STC.

De esta manera, el proyecto ejecutivo inicial que desarrolló el STC se trataba de un diseño de la Línea totalmente subterránea (proyecto de ingeniería básica de la Línea 12 actualizado por la empresa Consultoría Metropolitana de Ingeniería, S.A. de C.V., conocida como COMINSA y contratada por el STC en octubre de 2007); sin embargo, este proyecto fue modificado por el Consorcio Constructor a quien se le asignó la obra. Este nuevo proyecto "racionalizado" consideró la construcción de un tramo elevado compuesto por nueve estaciones de paso, dejando atrás el modelo inicial que era completamente subterráneo. El Consorcio Constructor, a manera de justificación, ha referido que participó junto con autoridades del GDF en esta modificación para racionalizar el proyecto inicial, conforme a los recursos que se aprobaron para su financiamiento.

### 1.2.3. Entidad ejecutora de la construcción

La construcción de obra civil y arquitectónica del Proyecto Línea 12 inició en el año 2008 a cargo de la SOBSE del GDF, la cual en primera instancia creó la Dirección General de Obras para el Transporte (DGOT), quien tuvo a su cargo el proceso de Licitación y la contratación; posteriormente creó la Dirección General del Proyecto Metro (DGPM) quien realizó la contratación de dos de las tres supervisoras y finalmente el órgano desconcentrado Proyecto Metro del Distrito Federal (PMDF), siendo este último el que mayor participación tuvo en la ejecución de la obra y quien la recibió del Consorcio Constructor. Estas tres unidades administrativas fueron creadas mediante decretos de reformas y adiciones al Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal, publicados en la Gaceta Oficial del DF (GODF) en las fechas siguientes:

Unidad Administrativa creada por la SOBSE	Fecha de publicación del decreto de creación en la GODF	Órganos de la Administración Pública local dentro de su alcance
Dirección General de Obras para el Transporte (DGOT)	11 de junio de 2007	Sistema de Transporte Colectivo Metro, Metrobus, Transportes Eléctricos, Tren Ligero, Centros de Transferencia Modal.
Dirección General del Proyecto Metro (DGPM)	30 de abril de 2008	Sistema de Transporte Colectivo Metro.
Órgano desconcentrado Proyecto Metro del Distrito Federal (PMDF)	24 de abril de 2009	Sistema de Transporte Colectivo Metro.

El PMDF quedó adscrito a la SOBSE y se le otorgó autonomía de gestión técnica, administrativa y financiera, teniendo como objetivo la construcción, equipamiento y ampliación de la Red del STC, por lo cual tuvo a su cargo el proyecto de la Línea 12. En el decreto de su creación se le dieron las siguientes atribuciones:

- I. *Planear, programar, presupuestar y ejecutar los proyectos estratégicos a su cargo.*
- II. *Efectuar, en coordinación con el Sistema de Transporte Colectivo Metro, los estudios e investigaciones que se requieran con motivo de la ampliación de la red.*
- III. *Coordinar con el Sistema de Transporte Colectivo Metro, el proyecto ejecutivo, la construcción y equipamiento de las obras de ampliación de la red.*
- IV. *Elaborar los proyectos y detalle para la construcción de las obras de ampliación del Sistema de Transporte Colectivo Metro, así como sus obras inducidas y complementarias.*
- V. *Llevar a cabo la adjudicación de las obras públicas y adquisiciones que se requieren para la construcción y equipamiento de instalaciones fijas para la ampliación de la red.*

- VI. *Celebrar los contratos y convenios de obras y adquisiciones que se requieran para la construcción y equipamiento de las instalaciones fijas para las ampliaciones de la red del Sistema de Transporte Colectivo "Metro".*
- VII. *Construir y supervisar las obras e instalaciones fijas de las ampliaciones de la Red del Sistema de Transporte Colectivo Metro, incluyendo sus obras inducidas y complementarias; verificando que se hagan de acuerdo al proyecto, programa y presupuesto autorizado.*
- VIII. *Coordinar con las dependencias, unidades administrativas, delegaciones, órganos desconcentrados y entidades de la administración pública correspondiente, lo relativo a las obras de ampliación de red.*
- IX. *Adquirir, transportar, suministrar e instalar los equipos y material de instalación fija que requieren las ampliaciones de la Red del Sistema de Transporte Colectivo "Metro".*
- X. *Entregar las ampliaciones de la Red del Metro al organismo Sistema de Transporte Colectivo, así como sus obras inducidas y complementarias a las dependencias, órganos, desconcentrados, delegaciones y entidades operadoras.*
- XI. *Efectuar las pruebas requeridas para poner en servicio las ampliaciones de la Red del Sistema del Transporte Colectivo "Metro", garantizando la seguridad integral del servicio; y*
- XII. *Las demás que le contribuyan expresamente la normativa vigente.*

Sin embargo, en nuevas reformas al Reglamento Interior de la Administración Pública del DF, hechas el 12 de agosto de 2013 y publicadas en la GODF núm. 1667, se derogaron los Artículos 205, 206 y 207 que dieron origen al PMDF, condicionando su entrada en vigencia hasta que ese Órgano Desconcentrado concluyera con los compromisos y obligaciones derivados de las obras que haya realizado hasta ese día de publicación.

#### 1.2.4. Estudios previos

Tanto STC como PMDF realizaron estudios previos a la construcción de la Línea, mediante la celebración de convenios de colaboración con instituciones educativas y de contratos con empresas privadas. Para el caso del STC se tuvieron tres convenios con la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México), otros tres con el IPN (Instituto Politécnico Nacional) y dos contratos con empresas privadas, enfocados a:

Estudios previos para la construcción de la Línea, realizados por el STC		
Institución/ Empresa	Fecha	Descripción
UNAM	13-May-2008	Estudio de impacto urbano para la construcción de la Línea 12.
	01-Jul-2008	Estudios para detección de grietas y fisuras del subsuelo a lo largo del tramo Vía Láctea -Tláhuac.
	27-Oct-2008	Actualización del estudio de impacto urbano regional de la construcción de la Línea 12.

Estudios previos para la construcción de la Línea, realizados por el STC		
Institución/ Empresa	Fecha	Descripción
IPN	29-Oct-2007	Actualización del estudio de demanda para la Línea 12.
	01-Jul-2008	Estudios de geofísica en cualquiera de sus modalidades para la detección de estratos resistentes del subsuelo en el tramo de Vía Láctea –Tláhuac.
	15-Oct-2008	Estudios y Proyecto de pozos de absorción de la zona de recarga de acuíferos en la zona de Tláhuac.
Colinas del Buen	10-Oct-2007	Estudios para detección de interferencias en el Subtramo Canal Nacional Tláhuac.
Geotec	11-Oct-2007	Estudios de exploración Geotécnica para el Subtramo Canal Nacional Tláhuac.

### 1.2.5. Contratación para la construcción

La contratación para la construcción de la Línea se llevó cabo mediante el procedimiento de Licitación Pública Internacional, bajo el núm. 30001140-001-08, cuya convocatoria fue publicada en la GODF el día 21 de enero del 2008 y tuvo la descripción de los servicios bajo el esquema de proyecto integral a precio alzado y tiempo determinado. Dentro de las Bases de la Licitación se estableció que los trabajos se realizarían en un plazo máximo de ejecución de 1,305 días naturales, comprendido del 10 de junio de 2008 al 31 de diciembre de 2011 y consideraría dos tramos: el primero de Tláhuac a Axomulco, con fecha de puesta en servicio el 31 de diciembre de 2010 y el segundo de Axomulco a Mixcoac para ponerse en servicio el 31 de diciembre de 2011; de igual forma se estipuló en esas Bases, en su apartado III, que la Licitación buscaba fijar un costo inamovible del proyecto integral para que el concursante no modificara el costo y el plazo de ejecución de los trabajos, situación que no se cumplió al haberse celebrado varios convenios modificatorios en tiempo y en monto del contrato principal de construcción de la Línea (contrato núm. 8.07 C0 01 T.2.022).

En el contrato de construcción, celebrado por la DGOT y el Consorcio Constructor el 17 de junio del 2008 por un importe de 15,290 millones de pesos más IVA, se estipuló que las modificaciones a las especificaciones que se requirieran, las realizaría el GDF mediante comunicado por escrito al Contratista, con el cual dichas modificaciones se considerarían incorporadas al texto del contrato una vez que hubieren sido acordadas por ambas partes mediante escrito y por tanto obligatorias; lo anterior, en virtud de que el contrato no podría ser modificado en monto o plazo, de conformidad con la Fracción II del Art. 44 de la Ley de Obras Públicas del Distrito Federal; pese a esta última disposición, se celebraron posteriormente ocho convenios, entre ellos cuatro modificatorios del plazo de ejecución y otros dos de reconocimiento de obras inducidas que incrementaron el monto original. Estos dos convenios de reconocimiento tuvieron un monto conjunto de 550.7 millones de pesos más IVA.

Como parte de los anexos del contrato de construcción, se incluyó un documento denominado "Descripción pormenorizada de estudios, proyectos y las actividades principales de la obra, que integra la propuesta racionalizada de Línea 12 del STC de la Cd.

de México”, el cual contempló un sistema integral que se entregaría en dos etapas, la primera para el tramo Tláhuac-Axomulco que se entregaría a más tardar el 31 de diciembre del 2010 y la segunda etapa consistente en el tramo Axomulco-Mixcoac a entregar el 31 de diciembre de 2011, siendo que Línea fue entregada completa físicamente hasta el 30 de octubre de 2012.

Para la supervisión de los trabajos de construcción, la entidad ejecutora celebró tres contratos, dos de ellos por parte de la DGPM y uno por parte del PMDF, los cuales fueron los siguientes:

- Contrato de coordinación y control de las supervisiones de obra civil y electromecánica, celebrado por la DGPM con la empresa Integración de Procesos de Ingeniería, S.A. de C.V. (IPISA) el 26 de enero de 2009.
- Contrato de supervisión de obra civil, celebrado por la DGPM con las empresas, de forma conjunta, Lumbreras y Túneles, S.A. de C.V. (LYTSA), Ingeniería Asesoría y Consultoría, S.A. de C.V. (IACSA) y Empresa de Estudios Económicos y de Ingeniería, S.A. de C.V. (EEEISA), el 26 de febrero de 2009.
- Contrato de supervisión de obra electromecánica, celebrado por el PMDF con la empresa Consultoría Integral en Ingeniería, S.A. de C.V. (CONIISA) el 26 de agosto de 2009.

Adicionalmente, el PMDF contrató, con fecha 27 de agosto de 2009, los servicios de consultoría técnica especializada para la revisión, verificación, dictaminación y certificación de la seguridad de operación de los sistemas de la Línea, así como el control técnico y de calidad de los suministros extranjeros; dichos servicios los adjudicó a la empresa extranjera DB INTERNATIONAL GMBH, asociada con las empresas también extranjeras ILF BERATENDE INGENIEURE A.G., TÜV SÜD RAIL GMBH y HAMBURG CONSULT GMBH (conocidas en conjunto como Consorcio Certificador), las cuales emitieron su dictamen para cada uno de los sistemas de la Línea, los cuales son: señalización, pilotaje automático, mando centralizado, energía eléctrica en alta tensión (subestación eléctrica de alta tensión SEAT, subestaciones de rectificación, distribución tracción y catenaria), telefonía de trenes, telefonía directa y automática y vías.

### **1.2.6. Tecnología de los trenes**

Respecto a la selección de la tecnología de los trenes, el STC creó una Comisión Interna para que evaluara la tecnología del material rodante más adecuada para operar la Línea 12, la cual el 06 de septiembre del 2007 presentó un dictamen técnico en el que consideró las experiencias de las áreas de transportación y de mantenimiento al material rodante, a las instalaciones fijas y a la obra civil, tanto en la operación de la Línea A (que tiene trenes de rodadura férrea) como de las 10 Líneas restantes (que tienen rodadura neumática), así

como las opiniones del cuerpo de asesores del STC y la información disponible sobre otros sistemas de Metro del mundo.

El resultado del dictamen fue que ambas tecnologías de los trenes (neumático y férreo) eran técnicamente solventes para ser consideradas en la explotación de la Línea 12, con altos niveles de seguridad, fiabilidad, mantenibilidad y operación, pero concluyó que la tecnología férrea resultaba más conveniente económicamente para operar la Línea. Por su parte, la Gerencia de Ingeniería del STC también realizó un dictamen técnico para la selección del tipo de rodadura del material rodante, en el que mostró los resultados de los análisis desarrollados acerca de las ventajas y desventajas del material rodante, con base en las características propias del tipo de rodadura neumática o férrea, concluyendo en ese dictamen que la mejor opción para la construcción de la Línea 12 era la tecnología férrea; sin embargo los aspectos de compatibilidad con el resto de la red y el análisis de seguridad ferroviaria, sugerían que fuera de tecnología neumática, de conformidad con los resultados del análisis costo-beneficio.

Desde que el STC presentó en febrero de 2008 la primera ficha técnica del material rodante en las juntas de aclaraciones a las bases de la licitación para la construcción de la Línea, se definió la tecnología con rodadura férrea, la cual consideraba trenes compuestos de 8 carros y de una longitud de 152 metros; sin embargo para mayo de 2009 el STC comunicó al PMDF sobre un cambio importante en esos parámetros de la ficha técnica, con el cual la configuración del tren sería de 7 carros y con una longitud de 140 metros, así como se estableció la distancia entre ejes de los bogies en 2,200 mm. Este último parámetro fue modificado mediante escrito por el STC al PMDF en junio de 2010, pasando a 2,500 mm que fue con el que se diseñaron finalmente los trenes y sobre dicho cambio el Consorcio Constructor, mediante consulta realizada al proveedor Vossloh, confirmó que la inscripción del nuevo bogie en los aparatos de cambio de vía no mostraba ningún problema.

### **1.2.7. Arrendamiento de los trenes**

La contratación de los 30 trenes que se requerían para la operación de la Línea 12 estuvo a cargo del STC, la cual se llevó a cabo a través de un contrato de prestación de servicios a largo plazo (PPS) como mecanismo financiero para la adquisición del material rodante. Este proceso de contratación, conforme a la información técnica disponible del STC y con acuerdo del Consorcio Constructor, fue teniendo cambios en sus especificaciones, cambios en sus dimensiones tanto de longitud total del tren, tamaño de los convoyes como del largo y del ancho; cambios en los proveedores potenciales al inicio y quedando finalmente la asignación a CAF, misma que se asocia a Provetren.

Por primera vez en la historia del STC, este organismo recurrió al esquema de arrendamiento de trenes en vez de compra de los mismos, siendo que esta Línea es la primera de toda la red del Metro cuyos trenes no son comprados sino rentados. En este marco se llevó a cabo un contrato de prestación de servicios a largo plazo, conocido como

PPS, el cual se define como el acto jurídico que involucra recursos de varios ejercicios fiscales, sujetos al cumplimiento de un servicio, celebrado para este caso, entre un organismo público y un proveedor, mediante el cual se establece la obligación por parte del proveedor de prestar servicios a largo plazo, ya sea con los activos que éste provea por sí o por un tercero, cumpliendo de conformidad con la calidad del servicio establecida y medida mediante los propios mecanismos establecidos en el contrato; y por parte del organismo público, la obligación de pago por los servicios que le sean proporcionados.

Para el proyecto de arrendamiento de los trenes y la formalización de un contrato PPS, el STC elaboró el análisis costo y beneficio, el cual concluye que el realizar la inversión en el esquema de PPS de trenes férreos para la Línea 12 presentaba mayor viabilidad en términos económicos, financieros, operacionales y riesgos, por lo que consideró ese esquema como el mejor para la contratación del servicio relativo a los trenes. Este proyecto PPS contó con la aprobación de la viabilidad financiera, por parte de la Comisión de Presupuestación, Evaluación del Gasto Público y Recursos de Financiamiento del Distrito Federal, así como con la autorización de recursos por parte de la Secretaría de Finanzas del GDF, lo cual culminó con la contratación del servicio de arrendamiento del lote de 30 trenes mediante el instrumento núm. STC-CNCS-009/2010 con las empresas CAF MÉXICO y PROVETREN, el 31 de mayo de 2010, por un monto de 1,588.1 millones de dólares americanos IVA incluido y por un periodo de 180 meses a partir de la puesta en servicio de los trenes. Este contrato a la fecha actual ha tenido ocho convenios modificatorios.

Para el pago del contrato de arrendamiento, el prestador de los servicios y el STC constituyeron el Contrato de Fideicomiso Irrevocable de Administración y Fuente de Pago núm. F/1509 el 18 de julio de 2011, con la finalidad de servir como fuente de pago de las obligaciones de pago del contrato, teniendo los siguientes participantes:

- Fideicomitente, el Sistema de Transporte Colectivo,
- Fiduciario, Deutsche Bank México S.A. de C.V., Institución de Banca Múltiple, División Fiduciaria,
- Fideicomisario A, Provetren, S.A. de C.V.
- Fideicomisario B, la contraparte de la operación financiera derivada.

### **1.2.8. Aparición de fallas y problemas**

Previo a la puesta en marcha de la Línea, el STC había detectado fallas relacionadas con el sistema de vías, las cuales se suman a otras fallas que se presentaron con posterioridad al inicio de operación de la Línea 12, de fecha 30 de octubre de 2012 y que se conocen en conjunto como "desgaste ondulatorio prematuro". Tal fue el caso de los testimonios presentados por el Gerente Jurídico del STC de fechas 10 y 20 de agosto de 2012 en los que refiere a declaraciones del Director General del STC respecto a que se sentían bamboleos en los trenes y soldaduras en diversos trayectos de la Línea, especialmente en

los tramos comprendidos entre Calle Once a Periférico y del Hospital Veinte de Noviembre a Zapata, así como el testimonio del mismo Gerente Jurídico del STC de fecha 06 de septiembre de 2012 relativo a situaciones observadas en los trayectos del convoy en un recorrido físico realizado en la Línea.

Por otro lado, la Gerencia de Instalaciones Fijas del STC había detectado problemas de deformaciones ondulatorias prematuras en los rieles de varias curvas que comprende el trazado de las vías de la Línea (18 de septiembre de 2012), ello como consecuencia de las pruebas a vacío realizadas y de los viajes de familiarización que efectuó el GDF, previos a la puesta en marcha de la Línea. Esos mismos problemas de desgaste prematuro en las vías fueron remitidos al PMDF para que éste realizara un análisis profundo para determinar las causas de dicho desgaste y su debida solución (03 de octubre de 2012). Unos días después, el 13 de octubre, el STC realizó una medición de la geometría de la vía con el vehículo EM-50, con el que se detectaron situaciones que debían ser corregidas, motivo por el que se informó de dichas situaciones al PMDF el 05 de noviembre de ese mismo año.

El PMDF por su parte, a petición del STC, le solicitó al Consorcio Constructor la sustitución de riel con desgaste prematuro en la inter-estación Zapotitlán – Nopalera donde se encuentran las curvas 11 y 12 de la Línea, acción que fue supervisada por CONIISA, la cual informó sobre la realización de dicho cambio; sin embargo el desgaste ondulatorio volvió a presentarse en ese mismo tramo en un corto tiempo después de haber sustituido el riel.

### **1.2.9. Entrega de la Línea**

El proyecto ya construido fue entregado al PMDF por parte del Consorcio Constructor integrado por la participación tripartita de las empresas Ingenieros Civiles Asociados, S.A. de C.V. (ICA), ALSTOM Mexicana, S.A. DE C.V. (ALSTOM) y CARSO Infraestructura y Construcción, S.A.B. de C.V. (CARSO), el 30 de octubre de 2012, mismo día en que el Consorcio Certificador dictaminó y certificó que los sistemas electro-mecánicos funcionaban correctamente en seguridad, por lo que la Línea 12 podía ponerse en servicio con pasajeros. A su vez, ese mismo día el PMDF hizo entrega de la Línea 12 al STC, mediante una minuta con carácter de entrega preliminar, siendo la conversión a entrega definitiva el 08 de julio de 2013, mediante otra minuta, derivada de la entrega formal que hizo el Consorcio Constructor al PMDF mediante el Acta respectiva de fecha 08 de julio de 2013. La Línea 12 del STC Metro fue inaugurada y puesta en marcha el 30 de octubre de 2012.

Los trabajos de construcción de la Línea estaban programados para terminarse, de acuerdo al contrato original, el día 31 de diciembre de 2011; sin embargo, concluyeron de forma preliminar hasta el 30 de octubre de 2012 cuando se hizo entrega de la Línea para su puesta en operación. La fecha original primeramente se cambió al 30 de abril del 2012 mediante convenio modificatorio núm. 1 celebrado el 26 de diciembre de 2008 y después en el convenio modificatorio núm. 4 celebrado el 30 de abril de 2012 se volvió a aplazar la fecha hasta el 30 de octubre de 2012, posteriormente mediante los convenios modificatorios núm.

5 y 6 se aplazó nuevamente la fecha de conclusión al 15 de abril de 2013 y al 06 de mayo de 2013, respectivamente. El Consorcio Constructor emitió al menos tres avisos de terminación de obra, de fechas del 22 de octubre del 2012, 10 de abril del 2013 y 27 de mayo de 2013.

En la entrega preliminar los actores reconocieron trabajos que se encontraban pendientes en diversas estaciones de la Línea y que a decir de ellos, no afectaban la operación de la misma, por un lado en la Constancia de Hechos entre el Consorcio Constructor y el PMDF y por otro en la Minuta de entrega preliminar del PMDF al STC, en la que el PMDF indica que se encontraba en esa fecha verificando la debida ejecución de las obras derivadas del contrato. El STC por su parte presentó al PMDF una lista de 3,105 trabajos que hasta junio de 2013 estaban pendientes a cargo del Consorcio Constructor; esta lista contempló trabajos faltantes mal ejecutados y fue completada con información enviada por las áreas de Gerencia de Instalaciones Fijas, Gerencia de Obras y Mantenimiento, Dirección de Transportación y Dirección de Mantenimiento de Material Rodante, todas del STC. También las supervisoras LYTSA y CONIISA en este mismo tiempo (junio de 2013) reportaron al PMDF pendientes de la obra de construcción.

La entrega definitiva de la Línea se llevó a cabo el 08 de julio de 2013, mediante el Acta de entrega-recepción del Consorcio Constructor al PMDF, en la que ese Consorcio manifestó que no reconocía ni aceptaba la existencia de trabajos faltantes o mal ejecutados; por el otro lado el PMDF entregó al STC mediante una "minuta de conversión de entrega preliminar a definitiva", reconociendo ambos que existían en ese momento diversos trabajos faltantes o mal ejecutados que a decir de ellos, no impedían el servicio regular y seguro de la Línea.

Sumado a lo anterior, quedaron obras complementarias que fueron excluidas de los conceptos que aceptó realizar el Consorcio Constructor ante el PMDF, las cuales fueron identificadas por la Gerencia de Obras y Mantenimiento del STC en agosto de 2013, entre las que se encontraban: adecuaciones al sistema de energía eléctrica; suministro de los sistemas de voz, CCTV y conexiones eléctricas; y sistema de protección para mantenimiento de estaciones elevadas y superficiales.

#### **1.2.10. Obras y servicios adicionales**

Adicional a la obra de construcción de la Línea adjudicada al Consorcio Constructor (contrato núm. 8.07 C0 01 T.2.022), hubieron otras obras complementarias contratadas por el PMDF y un servicio de adición de funcionalidades a los trenes contratado por el STC; entre ellas se encuentran las siguientes:

<b>Algunas de las obras y servicios adicionales a la construcción de la Línea 12</b>			
<b>#</b>	<b>Descripción</b>	<b>Monto en contratos (IVA incluido)</b>	<b>Contratista adjudicado</b>
<b>Celebrados por el PMDF</b>			
1	Rehabilitación y mantenimiento de vialidades alternas y desvío de tránsito en las delegaciones Tláhuac, Iztapalapa y Benito Juárez, motivado por la construcción de la Línea 12.	133.4 millones de pesos distribuidos en cuatro contratos.	PROINFRA
2	Trabajos de relleno sobre cajón impermeabilizado incluyendo la restitución y rehabilitación del pavimento afectado por la construcción de la Línea 12.	140.9 millones de pesos en un contrato.	ICA y CARSO
3	Proyecto integral para la reubicación del Inmueble Histórico conocido como "Puente Viejo", ubicado en el cruce de la avenida Tláhuac y Anillo Periférico en la Delegación Iztapalapa, motivado por la construcción de la Línea 12.	4.5 millones de pesos en un contrato.	Megarquitectos
4	Construcción de plazoletas en estaciones de la Línea 12.	101.2 millones de pesos en un contrato.	PROINFRA
5	Construcción de la Guardería Nopalera.	30.2 millones de pesos en un contrato.	Ingeniería Total Especializada
6	Rehabilitación de pavimentos en la vialidad coincidente, incluye la rehabilitación de instalaciones hidráulicas según proyecto en la construcción de la Línea 12.	442.5 millones de pesos en un contrato con tres convenios modificatorios.	PROINFRA
7	Terminación de la construcción del paso vehicular canal arco ubicado en prolongación calle José María Morelos y Pavón transversal a la construcción de la Línea 12.	24.8 millones de pesos en un contrato con dos convenios modificatorios.	ALFA Proveedores y Contratistas
8	Proyecto integral para la construcción del edificio de la permanencia de la SEAT Estrella.	38.5 millones de pesos en un contrato.	ALFA Proveedores y Contratistas
9	Diseño e instalación de 49 murales incluyendo la formación de elementos gráficos y fotográficos para los murales, así como la colocación en 20 estaciones de Línea 12.	6.9 millones de pesos en un contrato.	ICA
10	Proyecto integral para la construcción de la nave de vehículos auxiliares, nave de taller de manufactura y reconstrucción, 2° etapa del edificio del puesto central de la Línea (PCL) y permanencia CEPYMAG en talleres Tláhuac.	103.1 millones de pesos en un contrato.	Constructora Agroindustrial Activa
11	Proyecto integral para la construcción de permanencias de Línea ubicadas en el tramo Lomas Estrella – Mexicaltzingo.	38.0 millones de pesos en un contrato.	Constructora Agroindustrial Activa
12	Trabajos extraordinarios no considerados en los alcances del contrato a precio alzado referente al proyecto integral para la construcción de la permanencia de la SEAT Estrella.	2.9 millones de pesos en un contrato.	ALFA Proveedores y Contratistas

<b>Algunas de las obras y servicios adicionales a la construcción de la Línea 12</b>			
<b>#</b>	<b>Descripción</b>	<b>Monto en contratos (IVA incluido)</b>	<b>Contratista adjudicado</b>
13	Trabajos extraordinarios no considerados en los alcances del contrato a precio alzado referente al proyecto integral para la construcción de nave de vehículos auxiliares, nave de taller de manufactura y reconstrucción 2ª etapa del edificio del puesto central de Línea (PCL) y permanencia CEPYMAG en talleres Tláhuac.	19.3 millones de pesos en un contrato.	Constructora Agroindustrial Activa
<b>Celebrados por el STC</b>			
14	Servicio para adicionar funcionalidades complementarias al sistema de pilotaje automático, mando centralizado y señalización del tipo CBTC de la Línea 12.	143.8 millones de pesos en un contrato.	ALSTOM Mexicana

### **1.2.11. Mantenimiento por garantía del Consorcio Constructor**

A partir del 01 noviembre de 2012 y hasta el 31 de octubre de 2013, el Consorcio Constructor quedó contractualmente encargado del mantenimiento correspondiente, a avanzar en la reparación y corrección de los poco más de 3,100 pendientes derivados de la entrega preliminar, para lo cual se establecieron diversos acuerdos y seguimiento de asuntos a través del PMDF como responsable y el STC como entidad operadora, frente al Consorcio Constructor integrado por ICA, CARSO y ALSTOM. Durante ese tiempo correspondió al STC operar la Línea y dar el seguimiento operativo establecido en los manuales, retroalimentar al PMDF respecto del avance de las acciones comprometidas y sobre todo informar respecto de la problemática de manuales de mantenimiento, el desgaste ondulatorio antes descrito, entre otros.

Las acciones de mantenimiento ejecutadas por el Consorcio Constructor fueron supervisadas por CONIISA, la cual con fecha 31 de diciembre de 2013 emitió dos reportes de supervisión en los que indicó que el mantenimiento preventivo y correctivo ejecutado por ese Consorcio tuvo una desviación total que representaba el 18.89% de las actividades que debía ejecutar, debido a la falta de atención por parte del Consorcio Constructor en las zonas donde la vía se encuentra instalada en posición tangente; también indicó el bajo grado de atención a las actividades de rectificación de vía y los pendientes que a esa fecha requerían la atención de fallas presentadas por el STC.

De acuerdo a los permisos autorizados por el STC para realizar trabajos en la Línea, la empresa ICA (integrante del Consorcio Constructor) ocupó aproximadamente la mitad de esos permisos durante todo el primer año de operación de la Línea, mientras que la otra mitad quedó distribuida entre ALSTOM, CARSO, CONIISA y CAF, con lo cual sumaron 2,662 permisos de los cuatro tipos (energizaciones, libranzas, permisos en horas de servicio y permisos en horas fuera de servicio) en el mismo periodo referido.

### 1.2.12. Atención del desgaste ondulatorio prematuro

Posterior a la puesta en marcha de la Línea, las acciones para atender la problemática presentada en el sistema de vías contemplaron a los rieles y a los trenes. Tanto el Consorcio Constructor como el STC hicieron diversas aclaraciones y comentarios en torno a esta problemática y junto con los demás actores (PMDF, supervisoras y certificadoras) celebraron diversas reuniones de trabajo a fin de dar solución a la problemática.

Por su parte, la supervisora CONIISA consideró que la afirmación del Consorcio Constructor respecto a que las afectaciones por desgaste ondulatorio prematuro presentado en la mesa de rodamiento del riel en curvas con radio menor a 380 metros se advertían “como inconvenientes y consecuencias de un trazo con curvas de radio menor a 250 metros, fuertes vibraciones y desgaste ondulatorio del riel”, dentro de la memoria de cálculo de implantación de vía núm. PMDF-11-VI.13-612000-III-0001-10296-M-01, se manifestaba como un vicio oculto detectado de manera prematura desde las marchas en vacío de los trenes.

Por otro lado, el PMDF contrató los servicios de los Consultores de ILF para “determinar los motivos y recomendar acciones derivado del problema de desgaste ondulatorio”, los cuales tuvieron como producto un dictamen de fecha 14 de noviembre de 2013 que señaló como causa del desgaste ondulatorio excesivo a la falta oportuna del mantenimiento del sistema de vías en los elementos de compactado deficiente de balasto, falta de control del par de apriete en fijaciones, durmientes y soldaduras y como causas que incrementan el desgaste ondulatorio y afectaciones a los aparatos, el dictamen indicó al achatamiento de ruedas en algunos trenes, la falta de reperfilado de las ruedas de algunos trenes y golpes en los aparatos de vía y en las juntas de dilatación por desgaste excesivo de la rueda. Estos servicios prestados por los Consultores de ILF fueron adjudicados directamente por el Subcomité de Obras del PMDF en su Segunda Sesión Extraordinaria celebrada el 11 de septiembre de 2013, en la que se mencionó que el desgaste de los rieles se presentó inicialmente en las curvas más cerradas de la Línea pero que se extendió a toda la Línea, caracterizado por un ruido excesivo, al igual que se presentaban daños a los durmientes y daños en las fijaciones aun cuando la calidad del riel cumple con las especificaciones requeridas; dichos daños a los durmientes y a las fijaciones se manifestaron, dentro de esa Sesión del Subcomité referido, como posible “motivo de un descarrilamiento” que podría causar un accidente de consecuencia mayor.

Por el lado de los trenes, el STC llevó a cabo los trabajos de reperfilado de ruedas y el prestador del servicio de arrendamiento CAF presentó un informe sobre desgaste ondulatorio en el que indica las causas típicas y las soluciones implantadas en los numerosos casos de desgaste ondulatorio de carriles que sufren las administraciones ferroviarias y su posible aplicación en la Línea 12 del STC. Este informe de CAF presentado en agosto de 2013 destacó que *“las causas de la corrugación no pueden buscarse sólo en una posible incompatibilidad geométrica del contacto rueda-carril, ni en un estudio genérico*

de inscripción en curvas, sino que son debidas a un conjunto de circunstancias”, entre éstas últimas refirió al diseño de la infraestructura, el diseño de los vehículos y a las condiciones de circulación.

A efecto de reducir el riesgo de un posible descarrilamiento y a fin de asegurar el menor riesgo a los usuarios, el STC determinó aplicar la reducción de velocidad en algunos tramos de la Línea, en específico en los tramos entre estaciones que se describen a continuación y en las fechas que se indican:

Tramo	Vía	Fecha
Lomas Estrella – San Andrés Tomatlán	1	Agosto de 2013
Periférico Oriente – Calle 11	1 y 2	Agosto de 2013
Olivos – Tezonco	1	Agosto de 2013
Tlaltenco – Zapotitlán	1 y 2	Octubre de 2013
Nopalera – Zapotitlán	2	Octubre de 2013
Ermita – Mexicaltzingo	1 y 2	Noviembre de 2013
Zapotitlán – Nopalera	1	Febrero de 2014

Sin embargo, la medida adoptada sólo fue de carácter preventivo y sobre todo para reducir riesgos a la población, por lo que el problema no sería corregido con esta medida en el ámbito operacional.

A fin de deslindar responsabilidades ante la presencia de fallas recurrentes y problemática diversa no corregida, el STC como entidad operadora de la Línea 12 y receptora de la misma de parte del PMDF, elaboró un documento en el que se presentó un diagnóstico físico de las condiciones en las que se encontraba la Línea, el cual presentó a la Contraloría General del GDF el 12 de febrero de 2014, destacando las siguientes irregularidades:

- ✓ Desgaste ondulatorio acelerado y acentuado de los rieles, particularmente en las curvas menores a 300 metros de radio.
- ✓ Deformación de rieles y deslizamientos (patinaje) de los trenes respecto al punto normal de paro (condición de parada larga).
- ✓ Desgastes excesivos en aparatos cambio de vía (en cerrojos, agujas, contra-agujas, rieles intermedios y piezas de cruzamiento).

El Consejo de Administración del STC se dio por enterado del estado operativo de la Línea mediante Acuerdo emitido el 14 de febrero de 2014, misma fecha en que autorizó al STC realizar adjudicaciones directas por la vía de excepción para servicios de asesoría y diagnóstico de la Línea y bajo esos resultados contratar los servicios de mantenimiento emergente.

### 1.2.13. Suspensión parcial de la Línea

Derivado de esta situación y debido a la gravedad de la misma, el STC presentó el caso ante su Consejo de Administración y se llegó a la decisión de emitir un Aviso de Suspensión de Servicio de la Línea 12, de la Estación Tláhuac a Atlalilco y viceversa (11 de las 20 estaciones de la Línea), el cual fue publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 12 de marzo del 2014, surtiendo efectos a partir de esta fecha y por un periodo de seis meses, el cual se ha prolongado a la fecha. A partir de entonces, la Línea 12 se encuentra temporal y parcialmente fuera de servicio, lo cual afecta a cientos de miles de usuarios al día y al propio STC, al no estar captando los ingresos por esas 11 estaciones cerradas y al estar causando el pago del servicio que presta la Red de Transporte de Pasajeros (RTP) para transportar a esos usuarios afectados, entre otros aspectos. Para este último caso, el Consejo de Administración del STC autorizó mediante Acuerdo del 12 de marzo de 2014 que el traslado gratuito a los usuarios afectados por el cierre de las estaciones del tramo elevado, se brindara por la RTP como parte de los servicios que convienen anualmente el STC y la RTP, con cargo al presupuesto del STC y en tres rutas viales.

La suspensión parcial de la Línea fue ratificada por el Comité para la Investigación de Incidentes Relevantes del STC, mediante el dictamen 589 en el que realizó un análisis de fallas en materiales, equipos, sistemas y elementos estructurales de la vía de la Línea 12. En este dictamen el Comité ratificó que no era posible brindar servicio al público en el tramo elevado Tláhuac-Atlalilco con los niveles de seguridad y calidad requeridos, hasta determinar el origen del desgaste ondulatorio y corregir el deterioro acumulado en la vía y los trenes; así también en el dictamen el Comité explica con datos estadísticos la diferencia de haber cerrado el tramo elevado suspendido respecto del tramo subterráneo, con los siguientes datos: *“de las 10,749 grapas elásticas Nabla fracturadas, aproximadamente el 10% corresponde al tramo subterráneo; de los 4,507 durmientes cambiados por el Consorcio de mayo del 2013 a la fecha, sólo uno correspondió al tramo subterráneo. Aunado a lo anterior, de las 19 curvas que tiene esta Línea con radios menores a 300 metros, 12 están en el viaducto elevado”.*

Desde la suspensión de la Línea 12, diferentes niveles de la Administración Pública, tanto local como federal, realizaron acciones en torno a la situación, entre las que destacan las siguientes:

- La Asamblea Legislativa del Distrito Federal (ALDF) creó la Comisión de Investigación de la Línea 12 el día 15 de marzo de 2014, para conocer las razones que originaron la suspensión temporal del servicio en once estaciones de la Línea 12 del STC Metro. A partir de entonces, dicha Comisión ha realizado sus investigaciones y efectuado comparecencias de los diversos actores involucrados tanto en la construcción como en la operación de la Línea, así también celebró un convenio con el Colegio de Ingenieros Civiles de México A.C. (CICM) para que éste brindara asesoría técnica en materia de ingeniería civil relacionada con la Línea. El Informe Preliminar del CICM emitido en mayo de 2014 concluyó que *“el principal*

*problema que originó la suspensión del funcionamiento de la Línea 12, en once estaciones, es el efecto del desgaste ondulatorio en vías, la deformación en ruedas y en instalaciones fijas” y consideró que “el desgaste ondulatorio, causal del problema en proceso de investigación, se deriva de acciones u omisiones, multifactoriales.”* La Comisión de Investigación de la ALDF presentó su Informe final en abril de 2015, en el que reconoció que hubieron importantes fallas de concepción y planeación del proyecto, así como que las modificaciones a la ingeniería básica, al trazo original (al cambiar algunas estaciones subterráneas a elevadas) y a las especificaciones del material rodante, afectaron severamente las condiciones técnicas de operación y la inscripción de las ruedas con las vías en las curvas de radio reducido.

- La Secretaría de Obras y Servicios del GDF contrató servicios de asesoría para realizar diagnósticos que determinaran las causas del problema y formularan recomendaciones para remediar la situación. Dichos servicios fueron adjudicados a las empresas de origen francés TSO y SYSTRA. Ésta última presentó diversos informes, entre los que destacan las 32 acciones correctivas emitidas el 29 de agosto de 2014, las cuales agrupó de la siguiente manera: 20 acciones para la vía férrea, dos acciones para los aparatos de vía, cuatro acciones para la catenaria, una acción para la señalización, cuatro acciones para el material rodante y una acción de seguimiento de las acciones anteriores. Otro de los más recientes informes de SYSTRA, emitido el 08 de enero de 2015 y en el que hizo un análisis del comportamiento dinámico del tren, concluyó que efectivamente existe una mala inscripción de los bogies en curvas de radio muy pequeño, la cual SYSTRA la atribuye como causa del desgaste acelerado de los rieles de los aparatos de vía, además de también concluir que el tren actual FE-10 no tiene una configuración adecuada para operar la Línea con costos de mantenimiento usuales y aceptables.
- La Cámara de Diputados federales creó la “Comisión Especial para dar seguimiento a los recursos federales que se destinen o se hayan destinado a la Línea 12 del Metro” el día 28 de abril de 2014, la cual presentó su Informe de Trabajo en febrero de 2015, en el que concluye que *“el origen de las fallas que culminaron en el cierre de las once estaciones de la Línea 12 se debe a deficiencias de diseño y la falta de coordinación de los trabajos”,* y que *“los estudios técnicos realizados demostraron que el tren no se inscribe correctamente en una vía de tales características; las simulaciones, los ensayos y la experiencia, demostraron que esta situación es el elemento determinante en la causa del desgaste ondulatorio”.*
- El STC por su parte realizó una contratación para servicios especializados de análisis y diagnóstico de la problemática presente en el sistema de vías de la Línea; dicha contratación se realizó con la empresa TSO el 14 de marzo de 2014.

Por otra parte, el Consorcio Constructor también participó en las declaraciones y pronunciamientos en torno a la situación, como respuesta a las indagatorias efectuadas por

la Comisión de Investigación de la ALDF. Ante dichas declaraciones, el STC se pronunció al respecto mediante un comunicado en el que presentó consideraciones sobre diversos aspectos relacionados con la Línea 12, haciendo precisiones sobre las mismas. Dicho comunicado fue emitido el 01 de abril del 2014 mediante oficio núm. 10000/000118/2014, dirigido al Contralor General del GDF. Las consideraciones referidas más relevantes de ese comunicado son las siguientes:

- **El STC hace referencia al contrato de obra pública núm. 8.07 C0 01 T.2.022 (de construcción de la L12) y a su Anexo C-3 (Presupuesto y Catálogo General de Actividades por partida), en el que resalta que los sistemas electromecánicos comprenden el mantenimiento de cada uno de ellos, así como también refiere al Anexo relativo a la Descripción pormenorizada de los trabajos, en el que se indica que dicho mantenimiento de los sistemas comprende una duración de un año después de la puesta en servicio de cada etapa, de tal forma que el STC manifiesta que *"...correspondió al Consorcio L12 brindar mantenimiento preventivo y correctivo a los sistemas electromecánicos a partir del 30 de octubre de 2012"*.**
- **El STC reafirma que es el PMDF quien recibe físicamente la obra del Consorcio L12 y no el propio STC, así mismo menciona que, derivado del Acuerdo de Coordinación celebrado entre PMDF y STC con motivo de la entrega preliminar de la obra, **el servicio de mantenimiento a cargo del Consorcio L12 no causaría costo alguno al STC ni costo adicional al GDF e incluiría el suministro de materiales, equipos, herramientas, mano de obra y transporte requeridos para tal servicio.****
- **El STC describe situaciones presentadas y análisis realizados en relación con fallas en el sistema de vías, previas a la puesta en marcha de la Línea, así también el STC refiere a la recomendación emitida por el Consorcio certificador respecto al sistema de vías y de energía eléctrica, mismas que, según el STC, no fueron incluidas ni implantadas por el Consorcio L12.**
- **El STC declara que en todo el año 2013 *"siempre acompañó al personal del Consorcio L12, programó la ampliación de descenso a vías, implantó la reducción de velocidad de los trenes y se coordinó con el proveedor del contrato de trenes para intensificar el mantenimiento de ruedas"*.**
- **El STC manifiesta que no recibió por parte del Consorcio L12 ni de PMDF el programa de mantenimiento ni los manuales correspondientes en los términos acordados, por lo que no tuvo a su alcance la adecuada programación para el mantenimiento.**
- **El STC hace referencia al dictamen emitido por el grupo de consultores ILF quienes certificaron los sistemas electromecánicos, de fecha 14 de noviembre de 2013 y en el que se describe la causa de desgaste ondulatorio excesivo en las vías.**

- **El STC expone acciones específicas respecto al mantenimiento del sistema de vías.**
- El STC afirma que *“el Consorcio L12 no ejecutó los trabajos de corrección al mismo ritmo que se presentan los problemas a lo largo de la Línea”,* y resalta que el Consorcio L12 y PMDF continuaban con por lo menos tres fallas sistemáticas no resueltas a la fecha de presentación de ese comunicado, siendo esas fallas 1) fracturas y fisuras de durmientes, 2) fractura de fijaciones de riel nabla-evolution y 3) cojinetes de resbalamiento de aparatos de dilatación.
- El STC argumenta que, si bien la garantía que comprende un año de mantenimiento a los sistemas posterior a la entrega de la Línea ya concluyó el pasado 30 de octubre de 2013, *“corresponde a la garantía de vicios ocultos hasta por 24 meses a partir de la firma del Acta de entrega-recepción entre PMDF y el Consorcio L12 (3 de julio de 2013), que contempló el propio contrato ... del periodo de garantía por vicios ocultos”.*
- El STC subraya que el caso del contrato de los trenes es distinto, ya que este contrato está vigente y todo tipo de desperfecto, daño o afectación a los trenes está cubierto por el prestador del servicio, aún cuando el propio prestador realice su diagnóstico del impacto al material rodante, derivado de la situación conocida.
- El STC finaliza el comunicado señalando que las anteriores consideraciones lo llevaron a emitir el aviso de suspensión parcial y temporal de la Línea 12, con base en las normas técnicas, en el instructivo y en la correspondiente autorización de su Consejo de Administración.

Por su parte, la Contraloría General del GDF (CGDF) llevó a cabo diversas auditorías a la Línea, tanto antes como después de la suspensión parcial de la misma. Mediante comunicado de fecha 11 de septiembre de 2014, dirigido al Presidente de la Comisión de Investigación de la Línea (formada al interior de la ALDF), la Contraloría General informó de 11 auditorías y procedimientos de investigación realizados, de los cuales derivaron 54 sanciones administrativas impuestas a 33 servidores y ex-servidores públicos. Adicionalmente, dentro de las revisiones periódicas que realiza la CGDF al STC mediante la Contraloría Interna en el STC se encuentran las revisiones del ejercicio fiscal 2014, núm. 21G (pago de contraprestaciones del contrato de arrendamiento de trenes PPS) y 24G (mantenimiento a los equipos e instalaciones de la Línea 12).

La ASF también llevó a cabo auditorías por los ejercicios fiscales de 2009 a 2013, relativas a la construcción y entrega de la Línea, en lo que concierne a recursos federales destinados; dichas auditorías se hicieron con anterioridad a la problemática de la Línea, como parte de las funciones de fiscalización de la ASF.

#### 1.2.14. Rehabilitación y Costo de la Línea

A la fecha, la Línea 12 se encuentra en proceso de rehabilitación, la cual está a cargo de la SOBSE, por lo que continúa cerrada en su tramo elevado comprendido entre las estaciones Tláhuac y Atlalilco, en sus dos vías. Dicha rehabilitación fue adjudicada directamente a la empresa COMSA en enero de 2015 por un importe de 745.6 millones de pesos IVA incluido, mientras que la supervisión de esos trabajos fue adjudicada a la empresa MULTIDIN y la certificación de la rehabilitación la adjudicó la SOBSE a la empresa TUV RHEILAND DE MEXICO. Esta última emitió una opinión sobre el material rodante, de fecha 08 de enero de 2015 y en la que señala que el tren no cumple con el diseño de la vía para la Línea y que las modificaciones propuestas por SYSTRA no resolverán completamente el problema de desgaste ondulatorio.

El STC actualmente se encuentra en proceso de conciliación de todos los bienes que integran la Línea 12, así como todos los gastos que se han generado durante su construcción, su operación y su suspensión parcial. Los rubros que componen la integración de la estimación del costo de la Línea serían los siguientes:

- Predios. Dentro de este rubro queda comprendida la adquisición de predios, los cuales fueron adquiridos mediante compra-venta, expropiación u ocupaciones temporales; así también se incluyen los apoyos económicos otorgados a los propietarios y poseedores de inmuebles afectados por las obras de construcción, para los cuales el GDF creó un programa de apoyo (PROAPAOM) y su operación está a cargo de la Delegación Tláhuac.
  
- Obra civil. En este renglón se incluyen todos los contratos de obra pública para la construcción de la Línea (20 estaciones), así como los contratos de supervisión de esas obras, empezando por el contrato de construcción principal celebrado con el Consorcio Constructor. Quedan comprendidos también los contratos de las supervisoras de obra civil (LYTSA e IPISA), y las obras complementarias tales como:
  - Construcción de plazoletas,
  - Construcción de la Guardería Nopalera,
  - Construcción del edificio de la Permanencia de la SEAT Estrella,
  - Construcción de la nave de vehículos auxiliares, nave de taller de manufactura y reconstrucción del edificio del Puesto Central de la Línea (PCL) y Permanencia CEPYMAG en Talleres Tláhuac,
  - Construcción de las Permanencias de Línea,
  - Construcción del paso vehicular canal arco ubicado en prolongación calle José María Morelos,

- Trabajos de relleno sobre cajón impermeabilizado, incluye la restitución y rehabilitación del pavimento afectado,
- Rehabilitación de pavimentos en la vialidad coincidente y de instalaciones hidráulicas,
- Rehabilitación y mantenimiento de vialidades alternas y desvío de tránsito.

Como parte de la obra civil queda todavía pendiente a la fecha actual el finiquito del contrato de construcción por parte del PMDF al Consorcio Constructor.

- Obra electromecánica. Comprende los sistemas de la Línea, los cuales son: señalización, pilotaje automático, mando centralizado, energía eléctrica en alta tensión subestación eléctrica de alta tensión (SEAT), subestaciones de rectificación, distribución de tracción y catenaria, telefonía de trenes, telefonía directa y automática y vías. Quedan incluidos en este rubro los contratos de supervisión de obra electromecánica (CONIISA), de certificación de los sistemas (Consortio Certificador) y el contrato del servicio para adicionar funcionalidades complementarias a los sistemas de pilotaje automático, mando centralizado y señalización del tipo CBTC.
- Estudios previos. Quedan incluidos los estudios realizados tanto por la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) como por el IPN (Instituto Politécnico Nacional), así como aquellos estudios realizados por empresas privadas, relacionados con la construcción de la Línea, tales como estudios relacionados con la ingeniería geotécnica y geosísmica, pruebas de campo de monitoreo estructural, plan maestro de intervención ecológica en territorio ejidal, revisión de los estudios y proyecto ejecutivo de los sistemas electromecánicos, estudio de impacto urbano, estudio para detección de grietas y fisuras del subsuelo, estudio de demanda y de geofísica.
- Material Rodante. La adquisición del lote de trenes también forma parte del costo de la Línea y en este punto queda comprendido el contrato de arrendamiento de los trenes, así como la adquisición del torno rodero de fosa (equipo para dar mantenimiento a los bogies de los trenes, el cual fue adquirido por el STC).
- Atención de la problemática. Aquellos gastos generados por un lado para mantener el servicio provisional de traslado de usuarios afectados derivado de la suspensión de la Línea, mediante la prestación del servicio de la RTP, así como los gastos erogados para diagnósticos y recomendaciones de solución a la problemática del sistema de vías, tales como los contratos con SYSTRA , TSO e ILF.
- Rehabilitación. A la fecha actual, la rehabilitación ha sido asignada a tres empresas (COMSA para la rehabilitación, MULTIDIN para la supervisión y TUV RHEILAND DE MEXICO para la certificación).

- Otros gastos. Este rubro comprende por un lado los gastos efectuados por el STC, tales como los apoyos económicos a comerciantes para liberar espacios para la construcción de los Centros de Transferencia Modal (CETRAM) de Tláhuac y Periférico Oriente; por otro lado están los gastos que implicarían las cuestiones administrativas, legales y financieras que se deriven de situaciones pendientes no realizadas durante la construcción de la Línea, tales como la conexión oficial al Sistema de Aguas y Drenaje, la fusión de predios (los predios adquiridos no están fusionados), el registro en los planes y programas de la SEDUVI (Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda del GDF), aseguramiento de los bienes; así también los costos aún no erogados por concepto de capacitación del personal que se encargará de las actividades de mantenimiento a los sistemas de la Línea.

### 1.3. De la Prestación del Servicio.

Derivado de la situación expuesta en el apartado inmediato anterior, el STC llevó a cabo, como parte de los análisis que requiere en el tema, la contratación de un servicio profesional para realizar una recopilación, un análisis, la emisión de opiniones técnicas-jurídicas, de propuestas de acciones administrativas y la elaboración de Memorias Documentales de proyectos específicos a cargo del STC en la actualidad, entre los que se encuentran los relacionados con la Línea 12.

Dicha contratación se efectuó con fundamento en las facultades generales de los Subdirectores Generales y de la Gerencia Jurídica del STC, contenidas en el Estatuto Orgánico del STC, que indican lo siguiente:

*Artículo 27.- Son facultades y obligaciones de los subdirectores generales:*

...

*IV.- Vigilar que se cumplan estrictamente con las disposiciones legales y administrativas en todos los asuntos a ellos asignados.*

...

*VI.- Planear, programar, organizar, dirigir, controlar y evaluar el desempeño de las actividades operativas, técnicas y administrativas a ellos adscritas...*

...

*IX.- Dictaminar las medidas necesarias de mejoramiento técnico administrativo de las unidades orgánicas a ellos adscritas.*

...

*XVI Realizar estudios y proponer proyectos de modernización administrativa, que requiera el desarrollo del servicio público que presta el organismo."*

*Artículo 39.- Corresponde a la Gerencia Jurídica las siguientes facultades y obligaciones:*

*I.- Representar al Sistema de Transporte Colectivo, en los asuntos contenciosos administrativos, así como en juicios laborales, civiles y mercantiles, intervenir en toda clase de actos que puedan afectar su interés jurídico,*

...  
*XXII.- Auxiliar a la Dirección General, dentro de la esfera de su competencia, en las tareas de carácter legal relacionadas con la conducción del organismo”.*

De lo anterior surgió el servicio denominado **“Recopilación, análisis, emisión de opiniones técnicas – jurídicas, propuestas de acciones de mejora y elaboración de Memorias Documentales de: las Acciones coordinadas para garantizar la operación segura de la Línea 12 (noviembre 2013 al 12 marzo 2014; 13 de marzo de 2014 al 31 de marzo de 2015); el Proceso de contratación y puesta en marcha del material rodante de la Línea 12, a través de la modalidad de PPS; así como la Creación del Fideicomiso para el uso de los recursos financieros provenientes del incremento de la tarifa; y el desarrollo de los proyectos 4 y 5, relativos al Mantenimiento a 85 trenes y la Reparación de 105 trenes que están fuera de servicio”**, el cual tiene como objetivo general el efectuar un proceso de recopilación, análisis, emisión de opiniones técnicas-jurídicas, propuestas de acciones de mejora y elaboración de Memorias Documentales que incluyan la opinión emitida, según el caso, por Contador público independiente, conforme al boletín 7040 del Instituto Mexicano de Contadores Públicos, de los proyectos relativos a las acciones coordinadas para garantizar la operación segura de la Línea 12 durante los periodos de noviembre 2013 al 12 marzo de 2014 (desde que asume formalmente el mantenimiento el STC hasta que se suspendió la operación de la Línea 12) y del 13 de marzo de 2014 al 31 de marzo de 2015 (acciones realizadas por la Secretaría de Obras y Servicios del GDF y el STC para la atención de la problemática de la Línea 12), al proceso de contratación y puesta en marcha del material rodante de la Línea 12, así como de los proyectos derivados del aumento a la tarifa que consisten en la creación del fideicomiso Metro (FIMETRO), la reparación de 105 trenes que están fuera de servicio y el contrato de mantenimiento a 85 trenes.

Dentro de esos proyectos se encuentra el denominado **“Acciones coordinadas para garantizar la operación segura de la Línea 12 (noviembre de 2013 al 12 de marzo de 2014)”**, el cual tiene el objetivo de realizar una recopilación y análisis de la documentación que sustenta las acciones emprendidas para garantizar la operación segura de la Línea 12, en el periodo comprendido de noviembre del 2013 al 12 de marzo del 2014; dicho periodo inicia a partir de que el STC asume formalmente el mantenimiento de esa Línea en noviembre de 2013 (al finalizar el año en que dicho mantenimiento estuvo a cargo del Consorcio Constructor como garantía a los sistemas electromecánicos derivada del contrato de obra pública respectivo) y finaliza el día en que se suspendió parcialmente la Línea 12. Dicho análisis permitirá, con base en la información recopilada, emitir opiniones de carácter técnico y jurídico que constituyan un punto de vista objetivo sobre las acciones suscitadas en ese periodo y que se refieren principalmente al mantenimiento, operación, atención del desgaste ondulatorio y suspensión parcial de la Línea 12, así como emitir propuestas de acciones de mejora que correspondan en su caso y preparar la Memoria Documental para este mismo proyecto con su respectiva opinión de Contador Público Independiente de acuerdo al Boletín 7040 emitido por el Instituto Mexicano de Contadores Públicos, A.C.

De esta forma, el proyecto de "Acciones coordinadas para garantizar la operación segura de la Línea 12 (noviembre de 2013 al 12 de marzo de 2014)", que se presenta en este informe, se refiere a los eventos más importantes y destacados desde que el STC asume formalmente el mantenimiento de la Línea 12 en noviembre de 2013 hasta el día en que se suspendió parcialmente esa Línea, lo cual incluye el mantenimiento y operación de la Línea, la atención del desgaste ondulatorio y la suspensión parcial de la Línea; dicho periodo da continuidad a los periodos anteriores que se refieren al "Inicio de la Operación de la Línea" y al "Mantenimiento del Consorcio Constructor".

En ese marco de referencia, el 02 de junio de 2015 se presentó el Programa de Trabajo (Primer Entregable) para ese proyecto, por lo que el presente Informe corresponde al Segundo Entregable del mismo proyecto y consiste en la **"Recopilación documental y Análisis del Proyecto: Acciones coordinadas para garantizar la operación segura de la Línea 12 (noviembre de 2013 al 12 de marzo de 2014)"**.

## 2. ALCANCE

Para el proyecto que se analiza, el alcance de los trabajos para este Segundo Entregable y de conformidad con el Programa de Trabajo que se presentó como el Primer Entregable de este proyecto, comprende la recopilación y el análisis de la documentación que soportan las acciones y eventos relativos a la operación de la Línea 12 durante el periodo de noviembre de 2013 al 12 de marzo de 2014.

Atendiendo a lo anterior, las actividades realizadas se dividen en los dos apartados siguientes:

- ❖ Recopilación de la información: Consiste en la recopilación documental de evidencias de las acciones y eventos suscitados dentro del periodo sujeto a revisión, relativos al mantenimiento, operación, atención del desgaste ondulatorio, suspensión parcial del servicio y demás acciones de la Línea 12.
- ❖ Análisis de la información: Consiste en realizar un análisis de la documentación recopilada y de todo el proceso administrativo en torno a los eventos referidos en la recopilación documental.



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo General.**

Para este Informe, el objetivo general es realizar una recopilación y análisis de la documentación que sustenta las acciones emprendidas para garantizar la operación segura de la Línea 12, en el periodo comprendido de noviembre del 2013 al 12 de marzo del 2014; dicho periodo inicia a partir de que el STC asume formalmente el mantenimiento de esa Línea en noviembre de 2013 y finaliza el día en que se suspendió parcialmente dicha Línea.

#### **3.2. Objetivos Específicos.**

- ✓ Recopilar y organizar la documentación existente, relativa al periodo comprendido de noviembre de 2013 al 12 de marzo de 2014, que se refiera a las acciones y eventos relativos a la operación de la Línea 12 por parte del STC (contratos, convenios, oficios, actas, minutas, dictámenes, planos, informes, pólizas, formatos, etc.).
- ✓ Analizar la documentación recopilada por cronología de eventos, referida al mantenimiento, operación, atención del desgaste ondulatorio y suspensión parcial de la Línea 12.

## 4. ACTIVIDADES REALIZADAS

### 4.1. Recopilación de la información.

De acuerdo a los documentos recopilados, para el periodo de análisis que comprende desde noviembre de 2013 cuando el STC asume formalmente el mantenimiento de la Línea 12, hasta el 12 de marzo de 2014 cuando se suspende parcialmente esa Línea en su tramo elevado, se identifican los siguientes eventos:

1. Mantenimiento de la Línea.
2. Atención del desgaste ondulatorio prematuro.
3. Comunicado a la Contraloría General del GDF.
4. Suspensión parcial de la Línea.

La recopilación documental efectuada se presenta en la siguiente tabla, agrupada de acuerdo a esos eventos identificados, misma que se incluye en el **Anexo 1** del presente Informe:

Recopilación documental del proyecto de "Acciones coordinadas para garantizar la operación segura de la Línea 12 (noviembre de 2013 al 12 de marzo de 2014)"				
No.	Documento			
	Fecha	Nombre / núm.	Descripción	Emisor
<b>1. MANTENIMIENTO DE LA LÍNEA</b>				
1	Nov-13	Reporte de actividades	Listado de actividades de atención de reportes de mantenimiento preventivo y correctivo, del Sistema del Transporte Colectivo del periodo 01 al 30 de noviembre 2013	CONIISA
2	19-Nov-13	Oficio núm. SDGM/1469/13	En referencia a los oficios SDGM/795, SDGM/1044, SDGM/1101, GIF-1924/13, y GIF-1923/13, se anexa el oficio GIF/3282/2013 del 13-nov-13 de Instalaciones Fijas, donde comunica que se encontraron varias imprecisiones en los programas y manuales de mantenimiento del sistema de señalización de L12.	Subdirección General de Mantenimiento del STC
3	Dic-13	Reporte de actividades	Listado de actividades de atención de reportes de mantenimiento preventivo y correctivo, del Sistema del Transporte Colectivo del periodo 01 al 31 de diciembre 2013.	CONIISA

**Recopilación documental del proyecto de  
"Acciones coordinadas para garantizar la operación segura de la Línea 12  
(noviembre de 2013 al 12 de marzo de 2014)"**

No.	Documento			
	Fecha	Nombre / núm.	Descripción	Emisor
4	06-Dic-13	Oficio núm. SDGM/1549/13	En alcance del oficio SDGM/1319 del 17-oct-2013, relacionado a los problemas detectados en los equipos de elevación y traslación de personas instalados en Línea 12, no se han corregido en su totalidad los problemas mencionados.	Subdirección General de Mantenimiento del STC
5	13-Dic-13	Oficio núm. DGP-DEX-277/13	Entrega de propuesta Técnica Económica para el mantenimiento de la Línea 12.	Consortio Constructor
6	31-Dic-13	Oficio núm. CONIISA/PMDF/L12/GS/4 944/13	Reporte de avance mantenimiento 4.6.	CONIISA
7	31-Dic-13	Oficio núm. CONIISA/PMDF/L12/GS/4 943/13	Verificación de cumplimiento del programa vigente 4.5.	CONIISA
8	31-Dic-13	Contrato No. STC-CNCS- 018/2014	Contrato administrativo del Servicio de mantenimiento preventivo-correctivo a 40 escaleras electromecánicas y 19 elevadores, celebrado con Mitsubishi Electric de México. Vigencia del 01 de enero al 31 de diciembre 2014.	STC
9	Ene-14	Reporte de actividades	Listado de actividades de atención de reportes de mantenimiento preventivo y correctivo, del Sistema del Transporte Colectivo del periodo 01 al 31 de enero 2014.	CONIISA
10	09-Ene-14	Oficio núm. SDGM/0014/14	Se solicita apoyo urgente para la reparación del tren UT-28, ya que tenemos afectaciones en la disponibilidad de trenes para la operación.	Subdirección General de Mantenimiento del STC
11	13-Ene-14	Oficio núm. SDGM/0029/14	Referente a las observaciones que realizó el personal de Pilotaje Automático, se sugiere reunión de trabajo entre el personal de la DGPM y el S.T.C. para dar atención definitiva a los puntos pendientes del CBTC.	Subdirección General de Mantenimiento del STC
12	14-Ene-14	Oficio núm. SDGM/0039/14	Se informa que la información enviada referente a los 15 documentos del Sistema de Mando Centralizado conforme a lo instalado AS-BUILT fue revisada por especialistas del área del cual emiten que no hay observaciones.	Subdirección General de Mantenimiento del STC
13	27-Ene-14	Oficio núm. SDGM/0088/14	Se envía cuadro anexo con observaciones que se describen referente al Sistema de Pilotaje Automático instalado en la Línea 12.	Subdirección General de Mantenimiento del STC
14	28-Ene-14	Oficio núm. SDGM/0098/14	Se envía comentarios sobre los 11 documentos técnicos referente a la alimentación en la estación Centro Médico de la Línea 9, con la finalidad de que se atiendan los faltantes o pendientes, en especial con el numeral 8	Subdirección General de Mantenimiento del STC
15	29-Ene-14	Oficio núm. SDGM/0108/14	Referente al envío de 54 planos del Proyecto tal como instalado se informa que personal de la especialidad de Red de Comunicaciones y Servicios y Coordinación de Automatización y Control de la Gerencia de	Subdirección General de Mantenimiento del STC

**Recopilación documental del proyecto de  
"Acciones coordinadas para garantizar la operación segura de la Línea 12  
(noviembre de 2013 al 12 de marzo de 2014)"**

No.	Documento			
	Fecha	Nombre / núm.	Descripción	Emisor
			Instalaciones Fijas realizo la revisión los cuales presentan observaciones, se adjunta recuadro.	
16	29-Ene-14	Oficio núm. SDGM/0105/14	Se envían de forma impresa y archivo magnético las observaciones encontradas durante el recorrido el 21 de enero del 2014 a las diferentes estaciones Tláhuac Tlaltenco, referente a los equipos de alumbrados e instalados.	Subdirección General de Mantenimiento del STC
17	Feb-14	Reporte de actividades	Listado de actividades de atención de reportes de mantenimiento preventivo y correctivo, del Sistema del Transporte Colectivo del periodo 01 al 28 de febrero 2014.	CONIISA
18	14-Feb-14	Oficio núm. SDGM/0149/14	Referente al plano actualizado de la Instalación de los talleres se informa que el personal de la especialidad de la Coordinación de Automatización y Control de la Gerencia de Instalaciones Fijas realizo la revisión de los documentos y se informa que han existido avances sin embargo aún continúan diversos pendientes.	Subdirección General de Mantenimiento del STC
19	21-Feb-14	Oficio núm. SDGM/0175/14	Se anexa análisis y comentarios de los documentos Sistema SEAT Manual de Operación y Descripción de la Interfaz.	Subdirección General de Mantenimiento del STC
20	21-Feb-14	Oficio núm. SDGM/0172/14	Se anexa copia del oficio GIF/0361/2014 en el que se envían comentarios de los 20 planos AS-BUILT.	Subdirección General de Mantenimiento del STC
21	21-Feb-14	Oficio núm. SDGM/0170/14	Se informa que con relación al proyecto electromecánico AS-BUILT, se informa que no coincide lo instalado con lo indicado en los planos.	Subdirección General de Mantenimiento del STC
22	25-Feb-14	Oficio núm. SDGM/0181/13	Se solicita proporcione la información correspondiente al origen del balasto, las pruebas a las que fue sometido así como el plano de fijación del contra-riel instalado.	Subdirección General de Mantenimiento del STC
23	Mar-14	Reporte de actividades	Listado de actividades de atención de reportes de mantenimiento preventivo y correctivo, del Sistema del Transporte Colectivo del periodo 01 al 31 de marzo 2014.	CONIISA
24	03-Mar-14	Oficio núm. SDGM/0201/14	Se informa que personal del área de Unidad Departamental y Operación PDMF, efectuaron la revisión relacionada con los 54 esquemas aclarando las observaciones realizadas por el personal del STC.	Subdirección General de Mantenimiento del STC
25	03-Mar-14	Oficio núm. SDGM/0197/14	Se giran instrucciones al Consorcio para concluir la instalación de las luminarias faltantes.	Subdirección General de Mantenimiento del STC

**Recopilación documental del proyecto de  
"Acciones coordinadas para garantizar la operación segura de la Línea 12  
(noviembre de 2013 al 12 de marzo de 2014)"**

No.	Documento			
	Fecha	Nombre / núm.	Descripción	Emisor
26	04-Mar-14	Oficio núm. DGP-DEX-039/14	Trabajos de mantenimiento preventivo y Correctivo de la Línea 12 del Metro.	Consortio Constructor
27	11-Mar-14	Oficio núm. SDGM/0245/14	Informe sobre las observaciones detectadas durante la revisión que se realizó el 28 de febrero al 04 de marzo del 2014.	Subdirección General de Mantenimiento del STC
28	11-Mar-14	Oficio núm. SDGM/0244/14	Se anexa relación de Planos AS-BUILT que no corresponden con la instalación física.	Subdirección General de Mantenimiento del STC
29	11-Mar-14	Oficio núm. SDGM/0242/14	Se solicita se notifique al consorcio sobre los incidentes ocurridos los días 02 y 04 de marzo del 2014 en la interestación, Nopalera-Zapotitlán.	Subdirección General de Mantenimiento del STC
30	varias	Energizaciones	Periodo del 01 de noviembre del 2013 al 12 de marzo del 2014.	STC
31	Varias	Libranzas	Periodo del 01 de noviembre del 2013 al 12 de marzo del 2014.	Coordinación de Aseguramiento de Calidad
32	Varias	Permisos y/o Pruebas en horas de Servicio	Periodo del 01 de noviembre del 2013 al 12 de marzo del 2014.	Coordinación de Aseguramiento de Calidad
33	Varias	Permisos en Horas fuera de Servicio	Periodo del 01 de noviembre del 2013 al 12 de marzo del 2014.	Coordinación de Aseguramiento de Calidad
34	Abril-14	Reporte de actividades	Listado de actividades de atención de reportes de mantenimiento preventivo y correctivo, del Sistema del Transporte Colectivo del periodo 01 al 30 de abril 2014.	CONIISA
35	May-14	Reporte de actividades	Listado de actividades de atención de reportes de mantenimiento preventivo y correctivo, del Sistema del Transporte Colectivo del periodo 01 al 19 de mayo 2014.	CONIISA
<b>2. ATENCIÓN DEL DESGASTE ONDULATORIO PREMATURO</b>				
36	22-Oct-13	Informe	Informe de la visita de revisión de las vías en la Línea 12.	ILF Consulting Engineers
37	01-Nov-13	Minuta	Minuta de trabajo para tratar asuntos relacionados con la problemática del Sistema de Vía de la Línea 12.	STC
38	05-Nov-13	Minuta	Minuta de trabajo para tratar asuntos relacionados con la problemática del Sistema de Vía de la Línea 12.	STC
39	08-Nov-13	Minuta	Minuta de trabajo para tratar asuntos relacionados con la problemática del Sistema de Vía de la Línea 12.	STC
40	11-Nov-13	Minuta	Minuta de trabajo para tratar asuntos relacionados con la problemática del Sistema de Vía de la Línea 12.	STC

**Recopilación documental del proyecto de  
"Acciones coordinadas para garantizar la operación segura de la Línea 12  
(noviembre de 2013 al 12 de marzo de 2014)"**

No.	Documento			
	Fecha	Nombre / núm.	Descripción	Emisor
41	13-Nov-13	Oficio S/N	Se envía documento anexo No. C.F.1.93.55x emitido por CAF de la evaluación del desgaste de la rueda de trenes FE-10 para conocimiento y análisis correspondiente.	Dirección de Mantenimiento de Material Rodante del STC
42	14-Nov-13	Dictamen	Dictamen realizado por el Grupo de Consultores de ILF Ingenieros Consultores S. de R.L. De C.V. y TUV –SUD Rail GmbH, referente a señalización, pilotaje automático, mando centralizado, energía eléctrica en alta tensión, subestación eléctrica en alta tensión, subestaciones de rectificación, distribución de tracción y Caterina, telefonía de trenes, telefonía directa y automática y vías.	ILF Consulting Engineers
43	S/F	Reporte Fotográfico	Línea 12, Tláhuac-Mixcoac, Levantamiento en Planta, Curvas 11 y 12, Vías 1 y 2 PARTE 1.	ILF Consulting Engineers
44	15-Nov-13	Minuta	Minuta de trabajo para tratar asuntos relacionados con la problemática del Sistema de Vía de la Línea 12.	STC
45	19-Nov-13	Oficio núm. GDF/SOS/PMDF/DDIE/10 66/2013	Observaciones sobre el Dictamen denominado "Servicio de Dictaminación para determinar los motivos y recomendar las acciones a seguir para minimizar el problema presentado por los desgastes ondulatorios de los rieles del sistema de vías de la Línea 12 Tláhuac-Mixcoac del STC" emitido el 14 de noviembre del 2013.	Dirección de Diseño de Instalaciones Electromecánicas del STC
46	20-Nov-13	Minuta 0129	Minuta de trabajo referente al material rodante FE-10, para el proyecto de trenes de Línea 12 Tláhuac - Mixcoac del STC, celebrada en las instalaciones de Provetren en Buenavista.	STC y PROVETREN
47	21-Nov-13	Minuta	Minuta para tratar asuntos relacionados con la problemática del Sistema de Vía Línea 12.	STC
48	26-Nov-13	Minuta	Minuta para tratar asuntos relacionados con la problemática del Sistema de Vía Línea 12.	STC
49	02-Dic-13	Oficio núm. DMMR/13/3376	Material Rodante FE10 Integración Proyecto Línea 12. Control de reperfilados de ruedas en los trenes.	Dirección de Mantenimiento de Material Rodante del STC
50	03-Dic-13	Minuta	Minuta de trabajo para tratar asuntos relacionados con la problemática del Sistema de Vía de la Línea 12.	STC
51	10-Dic-13	Minuta	Minuta de trabajo para tratar asuntos relacionados con la problemática del Sistema de Vía de la Línea 12.	STC
52	10-Dic-13	Oficio núm. GIF/3697/2013	Observaciones hechas por la Coordinación de Vías III respecto al informe de la Visita de revisión de las Vías en la Línea 12.	Gerencia de Instalaciones Fijas del STC
53	17-Dic-13	Minuta	Minuta de trabajo respecto a los avances en los programas de mantenimiento que realiza el Consorcio ICA-CARSO-ALSTOM en Línea 12.	Gerencia de Instalaciones Fijas del STC

**Recopilación documental del proyecto de  
"Acciones coordinadas para garantizar la operación segura de la Línea 12  
(noviembre de 2013 al 12 de marzo de 2014)"**

No.	Documento			
	Fecha	Nombre / núm.	Descripción	Emisor
54	19-Dic-13	Minuta 0130	Minuta de trabajo referente al material rodante FE-10, para el proyecto de trenes de Línea 12 Tláhuac - Mixcoac del STC, celebrada en las instalaciones de Provetren en Buenavista.	STC y PROVETREN
55	06-Ene-14	Minuta de trabajo	Minuta de trabajo para tratar asuntos relacionados con el Sistema de Vías.	CONIISA, Consorcio y STC
56	14-Ene-13	Minuta 0131	Minuta de trabajo referente al material rodante FE-10, para el proyecto de trenes de Línea 12 Tláhuac - Mixcoac del STC, celebrada en las instalaciones de Provetren en Buenavista.	STC y PROVETREN
57	21-Ene-14	Minuta de Trabajo	Minuta de trabajo para tratar asuntos relacionados con el Sistema de Vías.	CONIISA, Consorcio y STC
58	27-Ene-14	Minuta de Trabajo	Minuta de trabajo para tratar asuntos relacionados con el Sistema de Vías.	CONIISA, Consorcio y STC
59	Ene-14	Informe	Informe de Afectaciones a la Operación y Seguridad de la Línea 12.	STC
60	04-Feb-14	Minuta 0132	Minuta de trabajo referente al material rodante FE-10, para el proyecto de trenes de Línea 12 Tláhuac - Mixcoac del STC, celebrada en las instalaciones de Provetren en Buenavista.	STC y PROVETREN
61	10-Feb-14	Minuta de Trabajo	Minuta de trabajo para tratar asuntos relacionados con el Sistema de Vías.	CONIISA, Consorcio y STC
62	24-feb-14	Minuta de Trabajo	Minuta de trabajo para tratar asuntos relacionados con el Sistema de Vías.	CONIISA, Consorcio y STC
63	25-Feb-14	Minuta 0134	Minuta de trabajo referente al material rodante FE-10, para el proyecto de trenes de Línea 12 Tláhuac - Mixcoac del STC, celebrada en las instalaciones de Provetren en Buenavista.	STC y PROVETREN
64	04-Mar-14	Oficio S/N	Desgaste de Ruedas Línea 12.	CAF MEXICO S.A. de C.V.
65	05-Mar-14	Minuta 0135	Minuta de trabajo referente al material rodante FE-10, para el proyecto de trenes de Línea 12 Tláhuac - Mixcoac del STC, celebrada en las instalaciones de Provetren en Buenavista.	STC y PROVETREN
66	10-Mar-14	Minuta de Trabajo	Minuta de trabajo para tratar asuntos relacionados con el Sistema de Vías.	CONIISA, Consorcio y STC
67	11-Mar-14	Minuta 0136	Minuta de trabajo referente al material rodante FE-10, para el proyecto de trenes de Línea 12 Tláhuac - Mixcoac del STC, celebrada en los talleres de Tláhuac.	STC y PROVETREN
68	Mar-14	Recomendaciones	Recomendaciones Misión Línea 12 (27/2 - 06/03).	Michael Lannoye

**Recopilación documental del proyecto de  
"Acciones coordinadas para garantizar la operación segura de la Línea 12  
(noviembre de 2013 al 12 de marzo de 2014)"**

No.	Documento			
	Fecha	Nombre / núm.	Descripción	Emisor
69	Mar-14	Informe	Reperfilado de ruedas metálicas en la Línea 12.	STC
70	Varias	Oficio S/N	Reducciones de velocidad de Línea 12 antes del 12 de marzo de 2014.	STC
71	S/F	Gráficas	Gráficas de fallas en la Línea 12.	STC
<b>3. COMUNICADO A LA CONTRALORIA GENERAL DEL GDF</b>				
72	12-Feb-14	Oficio núm. 10000/0029/2014	Comunicado para deslinde de responsabilidades ante Contraloría General del GDF, exponiendo compilación en tiempos y conceptos del estado que guarda la obra civil, las partes y los sistemas electromecánicos. Dirigido a la Contraloría General del GDF.	Dirección General del STC
73	12-Feb-14	Oficio núm. 10000/0028/2014	Comunicado para deslinde de responsabilidades ante Contraloría General del GDF, exponiendo compilación en tiempos y conceptos del estado que guarda la obra civil, las partes y los sistemas electromecánicos. Dirigido al Director General del PMDF.	Dirección General del STC
74	14-Feb-14	Acuerdo No. II-EXT-2014-II-2 BIS 2	El H. Consejo de Administración instruye al STC realizar vía oficio a la Consejería Jurídica y de Servicios Legales y a la Contraloría General del DF las orientaciones o consultas respectivas para precisar si las contrataciones que se programen para la Línea 12 afectarían los procesos Administrativos.	Consejo de Administración del STC
75	14-Feb-14	Acuerdo No. II-EXT-2014-II-2 BIS 1	El H. Consejo de Administración autoriza al STC presentar las Adjudicaciones Directas por la vía de excepción ante el Subcomité de Adquisiciones y Prestaciones de Servicios del STC para la asesoría y diagnóstico de la Línea 12.	Consejo de Administración del STC
76	14-Feb-14	Acuerdo No. II-EXT-2014-II-2 BIS	El H. Consejo de Administración autoriza al STC realizar ante la SF del DF los movimientos presupuestales del ejercicio 2014 para contar con la suficiencia presupuestal correspondiente.	Consejo de Administración del STC
77	14-Feb-14	Acuerdo No. II-EXT-2014-II-2	El H. Consejo de Administración se da por enterado del estado operativo de la Línea 12 al mes de febrero y la necesidad de deslindar responsabilidades ante la Contraloría General del DF.	Consejo de Administración del STC
78	26-Feb-14	Oficio núm. GDF/SOS/PMDF/DG/141/ 2014	Se presentan hechos de mayor relevancia de la línea 12 Tláhuac - Mixcoac del STC A PARTIR del desarrollo del proyecto hasta la entrega definitiva ese Organismo Operador.	Dirección General del STC
79	Feb-14	Segunda Sesión Extraordinaria	Estado operacional de la Línea 12 Tláhuac-Mixcoac y medidas emergentes de mantenimiento.	Consejo de Administración del STC

**Recopilación documental del proyecto de  
"Acciones coordinadas para garantizar la operación segura de la Línea 12  
(noviembre de 2013 al 12 de marzo de 2014)"**

No.	Documento			Emisor
	Fecha	Nombre / núm.	Descripción	
80	11-Mar-14	Oficio núm. GDF/SOS/PMDF/DDIE/01 91/2014	Se envía copia del Oficio No. 10000/0028/2014 de fecha 12 de febrero de 2014 del Director General del STC.	PMDF
<b>4. SUSPENSIÓN PARCIAL DE LA LÍNEA.</b>				
81	08-Jun-09	Registro ME-10DME-02/09 CGMA/DDO/1413/09	Manual de Integración y Funcionamiento del Comité para la Investigación de Incidentes Relevantes.	STC
82	24-Oct-12	Instructivo Folio I-391	Cedula de Actualización de documentos e Instructivo para la atención de incidentes relevantes.	STC
83	12-Mar-14	Gaceta No.1816	Aviso por el cual se hace del conocimiento a los usuarios de la Línea 12 Tláhuac-Mixcoac la suspensión del servicio público de Transporte en las estaciones que se indican.	Gaceta Oficial del D.F.
84	12-Mar-14	Acuerdo No. I-2014-III-11-BIS	El H. Consejo de Administración autoriza que a través del convenio anual que celebran el STC y la Red de Transporte de Pasajeros brindar el traslado gratuito a los usuarios afectados por el cierre de las 12 estaciones de Línea 12 Tláhuac-Mixcoac, con cargo al presupuesto del STC.	Consejo de Administración del STC
85	12-Mar-14	Acuerdo No. I-2014-III-11	El H. Consejo de Administración autoriza y respalda a la Dirección General del STC en las medidas necesarias para brindar a los usuarios las condiciones de servicio en base a la suspensión temporal por un periodo de 6 meses.	Consejo de Administración del STC
86	12-Mar-14	Nota periodista	Comunicado del Consorcio Constructor, publicado en medio de prensa, sobre la decisión tomada por el STC de suspender la Línea 12.	Consorcio Constructor
87	13-Mar-14	Comunicado 01/14	Comunicado de prensa, referente al proyecto Línea 12 del STC.	Subdirección de Comunicación Social del PMDF
88	Abril-14	Dictamen 589	Análisis de fallas en Materiales, Equipos, Sistemas y Elementos estructurales de la Vía de Línea 12.	Comité para la Investigación de Incidentes Relevantes del STC

## **4.2. Análisis de la información.**

De acuerdo a los eventos identificados en el periodo de noviembre de 2013 al 12 de marzo de 2014, se presenta el análisis para cada evento. En primer lugar, el mantenimiento de la Línea 12, el cual siguió llevando a cabo el Consorcio Constructor como continuidad al periodo del año de garantía; adicionalmente el STC contrató servicios de mantenimiento. También en este periodo se dio atención al desgaste ondulatorio prematuro originado en el sistema de vías de la Línea, tanto por parte del STC como del PMDF. Por otra parte, como diagnóstico realizado por el STC, este organismo presentó un informe a la Contraloría General del GDF sobre la situación de la Línea, con el propósito de deslindar responsabilidad ante la problemática; y finalmente la suspensión parcial de esa Línea, publicada mediante un aviso en la Gaceta Oficial del DF el 12 de marzo de 2014.

### **4.2.1. Mantenimiento de la Línea.**

A partir de noviembre de 2013 el Consorcio Constructor quedó formalmente relevado del mantenimiento de la Línea 12 que le correspondió durante el primer año de operación de esta Línea, derivado del contrato de construcción de obra pública núm. núm. 8.07 C0 01 T.2.022 y en el que las partes convinieron dicho mantenimiento como garantía a los sistemas electromecánicos instalados, durante un año a partir de la puesta en marcha de la Línea (periodo del 31 de octubre de 2012 al 30 de octubre de 2013); sin embargo, el Consorcio Constructor siguió brindando mantenimiento a los sistemas de la Línea 12 hasta mayo de 2014. De igual forma la supervisora CONIISA estuvo hasta este mismo mes, reportando la supervisión que efectuó de las actividades ejecutadas por el Consorcio Constructor, aunque dicho periodo de mantenimiento por parte del Consorcio quedó fuera de cualquier instrumento jurídico (contrato o convenio). Por su parte, el STC documentó los accesos de los grupos de trabajo a la Línea 12 mediante los permisos y libranzas que otorgó en este periodo, llevó seguimiento de las acciones de mantenimiento que realizaba el Consorcio, mediante comunicados que dirigió al PMDF, así como también contrató servicios para dar mantenimiento a escaleras electromecánicas y elevadores de la Línea 12.

#### **4.2.1.1. Mantenimiento del Consorcio Constructor.**

El Consorcio Constructor estuvo realizando trabajos de mantenimiento de la Línea 12 de forma adicional al periodo de un año de garantía por mantenimiento a los sistemas. De acuerdo a los comunicados emitidos por el Consorcio Constructor, éste realizó trabajos de mantenimiento durante el periodo del 01 de noviembre de 2013 al 30 de abril de 2014, sin embargo la empresa supervisora CONIISA emitió reportes de supervisión de esos trabajos por el periodo del 01 de noviembre de 2013 al 19 de mayo de 2014.

Posterior a la finalización del periodo de garantía referido y estando aun dentro de la Línea realizando actividades de mantenimiento, el Consorcio Constructor elaboró una propuesta técnica y económica para el mantenimiento de la Línea durante el año 2014, la cual presentó al STC mediante oficio núm. DGP-DEX-277/13 del 13 de diciembre de 2013, sin embargo dicha propuesta conjunta (por las tres empresas del Consorcio) no culminó en su contratación por el STC. En el **Anexo 2** de este Informe se describen los principales elementos de esa propuesta.

Mediante Oficio núm. DGP-DEX-039/14 del 04 de marzo de 2014 dirigido al Director General del STC, el Consorcio Constructor manifestó:

- ❖ Que hasta esa fecha había estado atendiendo las tareas de mantenimiento cuyas actividades habían sido supervisadas por la empresa CONIISA mediante sus informes;
- ❖ Que había realizado actividades de esmerilado a los rieles que presentaban desgaste ondulatorio, las cuales a partir de esta fecha dejaría de realizar por motivo de falta de recursos económicos, quedando a cargo del STC;
- ❖ Que ese Consorcio continuaría ejecutando los trabajos de mantenimiento hasta agotar la existencia de materiales en su almacén destinado al proyecto, lo cual ocurriría en ese mes de marzo de 2014.
- ❖ Que los trabajos de mantenimiento que venía realizando ese Consorcio desde el 01 de noviembre de 2013, excedían los alcances del contrato de obra pública celebrado con el PMDF.
- ❖ Que las actividades de mantenimiento que venía ejecutando el Consorcio desde el 01 de noviembre de 2013 no eran exigibles bajo garantía y responsabilidad alguna imputable a ese Consorcio, ya que no había contrato de mantenimiento de por medio.
- ❖ Que ese Consorcio consideraba indispensable celebrar un contrato de mantenimiento a más tardar el 31 de marzo de 2014, con el cual ALSTOM recibiera un anticipo el 01 de abril para iniciar los trabajos de mantenimiento el 01 de mayo.
- ❖ Que el Consorcio se retiraría de la Línea 12 de forma inaplazable el 30 de abril de 2014.
- ❖ Que en su oportunidad ese Consorcio presentaría al STC el monto de los trabajos ejecutados por las actividades de mantenimiento referidas anteriormente para su pago correspondiente.

La empresa supervisora de la obra electromecánica durante la construcción de la Línea 12, CONIISA (Consultoría Integral en Ingeniería, S.A. de C.V.), dentro del alcance de su contrato núm. 9.07 CD 03.M.3.005 celebrado por el PMDF, tuvo la supervisión de los

trabajos de mantenimiento que realizó el Consorcio Constructor durante el año de garantía que fue el primer año de operación de la Línea.

Como parte de su supervisión a los trabajos de mantenimiento realizados por el Consorcio Constructor durante el primer año de operación de la Línea, CONIISA emitió, al término de su periodo contratado, dos informes sobre dicha supervisión, los cuales se refieren al periodo del 01 de noviembre de 2012 y hasta el 31 de diciembre de 2013. Como puede notarse, este periodo comprende los meses de noviembre y diciembre de 2013, los cuales ya estaban fuera del alcance de la garantía de 12 meses por parte del Consorcio Constructor, sin embargo CONIISA los consideró dentro de sus informes de supervisión, los cuales presentó con fecha 31 de diciembre de 2013 y fueron los siguientes:

A) Reporte de avance de mantenimiento.

Mediante oficio núm. CONIISA/PMDF/L12/GS/4944/13 dirigido al PMDF, CONIISA comunicó que el Consorcio Constructor había realizado el mantenimiento preventivo y correctivo de acuerdo a los programas y manuales de mantenimiento, sin embargo destacó que existía una desviación total de mantenimiento que representaba el 18.89% de las actividades que debía ejecutar, debido a la falta de atención por parte del Consorcio Constructor en las zonas donde la vía se encuentra instalada en posición tangente; dicha desviación, de acuerdo al mismo informe, está conformada de la siguiente manera:

<b>Reporte de CONIISA sobre la supervisión del mantenimiento al sistema de vías Periodo de noviembre de 2012 a diciembre de 2013</b>					
<b>Área</b>	<b>Actividades programadas</b>		<b>Actividades ejecutadas</b>		<b>Desviación</b>
	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Conservación – Mantenimiento en los aparatos de cambio de vía.	342	100%	342	100%	0.00%
Mantenimiento de aparatos de dilatación.	120	100%	120	100%	0.00%
<b>Conservación – Mantenimiento preventivo de vía (torque y trocha).</b>	49.8	100%	23.37	46.93%	<b>53.07%</b>
<b>Renivelación de vía después de los seis meses de operación.</b>	49.8	100%	27.07	54.35%	<b>45.65%</b>
<b>Alineación de vía después de los seis meses de operación.</b>	49.8	100%	23.72	47.63%	<b>52.37%</b>
Mantenimiento de cerrojos VCC.	78	100%	78	100%	0.00%
Mantenimiento de cerrojos Axial.	228	100%	228	100%	0.00%
Ajuste de contra-riel.	160	100%	160	100%	0.00%
<b>General</b>	<b>-----</b>	<b>100%</b>	<b>-----</b>	<b>81.11%</b>	<b>18.89%</b>

B) Verificación de cumplimiento de programa vigente.

El Informe presentado por la supervisora CONIISA, mediante oficio núm. CONIISA/PMDF/L12/GS/4943/13 dirigido al PMDF, señala que el Consorcio Constructor no había dado cumplimiento a las actividades programadas como parte del mantenimiento preventivo, refiriéndose a la misma desviación de mantenimiento del 18.89% de las actividades que debía ejecutar el Consorcio descrita en su otro informe referido en el inciso anterior. Adicionalmente menciona el grado de atención a las actividades de rectificación de vía, siendo el siguiente:

Elemento	Grado de atención por Actividad			
	Renivelación	Realineación	Medidas geométricas	Par de apriete
<b>Atención del Consorcio (% sobre la totalidad de longitud que debió trabajar)</b>	54.35%	47.63%	46.93%	46.93%
<b>Avalado por CONIISA (% sobre la totalidad)</b>	<b>31.47%</b>	<b>28.16%</b>	<b>28.16%</b>	<b>28.24%</b>

También en este informe se indica que el Consorcio Constructor dejó pendiente a esa fecha la atención de fallas presentadas por el STC, las cuales requerían mantenimiento correctivo y consistían en las siguientes:

Falla	Tramo/Interestación
<b>Bamboleos en vías 1 y 2.</b>	Ermita – Mexicaltzingo
<b>Golpeteo en aparato de dilatación.</b>	Lomas Estrella – San Andrés Tomatlán
<b>Elementos de fijación de vía flojos en curva 22 y golpeteo en aparato de dilatación en vías 1 y 2.</b>	Periférico Oriente – Calle 11
<b>Golpeteo en aparato de dilatación por vías 1 y 2.</b>	Tlaltenco – Zapotitlán
<b>Elementos de fijación de vía flojos en curva 11 y 12 de vía 2.</b>	Zapotitlán – Nopalera
<b>Golpeteo en aparato de dilatación por vía 1.</b>	Olivos – Tezonco

Sin embargo, después de haber presentado esos dos informes el 31 de diciembre de 2013, CONIISA siguió supervisando las actividades de mantenimiento ejecutadas por el Consorcio Constructor entre los meses de enero a mayo de 2014, reportando dicha supervisión mediante sus informes periódicos en los cuales el último día supervisado fue el 19 de mayo de 2014. En el **Anexo 3** del presente Informe se incluyen las actividades de mantenimiento realizadas por el Consorcio Constructor y supervisadas por CONIISA, por el periodo de noviembre de 2013 a mayo de 2014.

#### 4.2.1.2. Mantenimiento a cargo del STC.

El STC, como parte de sus mecanismos de control interno, autoriza los accesos a la Línea mediante cuatro tipos de permiso:

- 1) Energizaciones: permisos para cuando se realizan pruebas de operación en trenes.
- 2) Libranzas: para mantenimiento de durmientes, balasto, fijaciones de vía, red contra incendio, cableado de energía, fibra óptica, red de comunicaciones, alumbrado, contactos, etc. Para el que se otorga permiso sin energía.
- 3) Permisos en horas de servicio: para trabajos de albañilería, pintura, herrería, acabados, plomería, elevadores y red contra incendios.
- 4) Permisos en horas fuera de servicio sin acceso a vías: para trabajos de alumbrado, cableado, mamparas, taquillas, elevadores, escaleras eléctricas, pasamanos y pisos.

En el periodo del 10 de noviembre de 2013 al 15 de marzo de 2014 se registraron **346 permisos de los cuatro tipos**, autorizados a los grupos de trabajo de ALSTOM, CARSO, ICA y CONIISA, distribuidos de la siguiente manera:

<b>Distribución de Permisos y Libranzas otorgados por el STC Periodo del 10-Noviembre-2013 al 15-Marzo-2014</b>					
<b>Tipo de permiso</b>	<b>Total</b>	<b>ALSTOM</b>	<b>CARSO</b>	<b>ICA</b>	<b>CONIISA</b>
ENERGIZACIONES	<b>2</b>	2	0	0	0
LIBRANZAS	<b>78</b>	51	24	0	3
PERMISOS EN HORAS DE SERVICIO	<b>165</b>	29	23	110	3
PERMISOS EN HORAS FUERA DE SERVICIO	<b>101</b>	24	0	74	3
<b>TOTAL</b>	<b>346</b>	<b>106</b>	<b>47</b>	<b>184</b>	<b>9</b>

Como seguimiento del STC respecto a los asuntos de mantenimiento que se ejecutaban en ese periodo, tales como la entrega de manuales de mantenimiento y planos de la Línea por parte del PMDF y/o Consorcio Constructor, la Subdirección General de Mantenimiento giró oficios al PMDF, los cuales corresponden para el periodo de revisión a los siguientes:

**Oficios enviados por la Subdirección General de Mantenimiento del STC al PMDF,  
relacionados con el mantenimiento de la Línea 12**

**Periodo de noviembre de 2013 al 12 de marzo de 2014**

#	Fecha	Núm. de Oficio	Asunto
1	19/Nov/2013	SDGM/1469/13	En referencia a los oficios SDGM/795, SDGM/1044, SDGM/1101, GIF-1924/13, y GIF-1923/13, se anexa el oficio GIF/3282/2013 del 13-nov-13 de Instalaciones Fijas, donde comunica que <b>se encontraron varias imprecisiones en los programas y manuales de mantenimiento del sistema de señalización de L12.</b>
2	06/Dic/2013	SDGM/1549/13	En alcance del oficio SDGM/1319 del 17-oct-2013, relacionado a los problemas detectados en los equipos de elevación y traslación de personas instalados en Línea 12, <b>no se han corregido en su totalidad los problemas mencionados.</b> Por lo tanto el Consorcio deberá cumplir con el numeral 1.15 de Mantenimiento de la especificación técnico funcional para el diseño, fabricación, suministro, instalación pruebas y puesta en servicio de las escaleras mecánicas a instalarse en las estaciones de L12 del STC Metro de la Cd. de México.
3	09/Ene/2014	SDGM/0014/13	El tren UT-28 presenta una avería en el lector de baliza del carro FR-0056. Se solicita la reparación de forma URGENTE, ya que se tiene afectaciones en la disponibilidad de trenes en la operación. El costo mensual por tren detenido es de 237,068.97 USD mensuales.
4	13/Ene/2014	SDGM/0029/14	Con relación al oficio GDF/SOS/PMDF/DDIE/1149/2013, referente a observaciones de Pilotaje Automático y comentarios a las observaciones y puntos atendidos en Línea 12. Por otro lado solicita reunión con personal de DGPM y el STC para dar la atención a los oficios GDF/SOS/PMDF/DDIE/1145/2013 y GDF/SOS/PMDF/DDIE/1021/2013 con los asuntos pendientes del CBTC.
5	14/Ene/2014	SDGM/0039/14	En relación al oficio GDF/SOS/PMDF/DDIE/1206/2013 en el cual envía 15 documentos técnicos, al respecto se comenta que la información del sistema de mando centralizado conforme a lo instalado "AS BUILT" fue revisada sin observaciones.
6	27/Ene/2014	SDGM/ 0088 /2014	En los oficios GDF/SOS/PMDF/DDIE/1213/2013 y GDF/SOS/PMDF/DDIE/1230/2013 del 28 y 30 de diciembre de 2013, comentando que la información fue analizada por los especialistas del Pilotaje Automático de L12 del STC, haciéndole observaciones descritas en cuadro anexo, en relación a oficios. Cuadro de observaciones menciona: - Las cajas de la derivación óptica para los equipos fijos de radiocomunicaciones en vías a cajas TRE que permiten enviar datos de pilotaje embarcado, se encuentran operando satisfactoriamente. - Los 12 planos contienen la información de los equipos DCS instalados en vías, con operación satisfactorias.
7	29/Ene/2014	SDGM/0108/2014	En atención a oficio GDF/SOS/PMDF/DDIE-1228/2013, las observaciones hechas a los 54 planos del Proyecto tal como lo instalado. Observaciones: - Pilotaje automático, señalización, mando centralizado y red de comunicaciones y servicio (faltantes).

**Oficios enviados por la Subdirección General de Mantenimiento del STC al PMDF,  
relacionados con el mantenimiento de la Línea 12**

**Periodo de noviembre de 2013 al 12 de marzo de 2014**

#	Fecha	Núm. de Oficio	Asunto
8	29/Ene/2014	SDGM/0105/14	Se informa que utilizando el proyecto AS-BUILT, el personal del STC realizó recorrido el 21/01/14 en diferentes áreas de la estaciones Tláhuac y Tlaltenco, con la finalidad de verificar los equipos de alumbrado y contactos encontrando anomalías que se enlistan, instalados por ICA, por lo que se solicita se corrija dicha problemática.
9	14/Ene/2014	SDGM/0149/2014	En relación con el oficio GDF/SOS/PMDF/DDIE-0049/2014, se efectuó la aclaración de los documentos del Sistema de Pilotaje Automático, con el especialista del STC mediante el oficio GDF/SOS/PMDF/DDIE1021/2013 de fecha 05-nov-13, se informa que aún se tienen diversos pendientes que se anexan. Observaciones: - Plano impreso de la implantación del CBTC zona de talleres (entregado a PMDF de forma económica). - Planos de implantación del CBTC en toda la Línea en operación (Entregado a PMDF en CD). Esquemas de implantación del CBTC fase I y II (pendiente por entregar de PMDF al STC).
10	21/Feb/2014	SDGM/0170/14	Se informa que <b>no coincide lo instalado con lo indicado en el proyecto electromecánico AS-BUILT</b> , por lo que el Consorcio corrija las anomalías. Por otro lado es de gravedad del asunto que presentan los equipos dañados de alumbrado y contactos de la Estación Tláhuac: - Incongruencia del proyecto. - Saturación de carga en tableros secundarios. - Desbalanceo de carga en tableros secundarios. - Capacidad inadecuada de equipos.
11	21/Feb/2014	SDGM/0172/2014	Del oficio GDF/SOS/PMDF/DDIE/0971/2013, con comentarios del proyecto AS BUILT, sistema de alimentación y distribución de energía eléctrica de baja tensión de Línea 12.
12	21/Feb/2014	SDGM/0175/2014	Se solicita atender las observaciones derivadas a las observaciones a los documentos del Sistema SEAT Manual de Operación y Descripción de la Interfaz Hombre-Máquina para la SEAT.
13	25/Feb/2014	SDGM/0181/2014	Se solicita información del origen del balasto, las pruebas a que fue sometido para su aplicación con los resultados obtenidos y plano de fijación del contra riel instalado en Línea 12.

**Oficios enviados por la Subdirección General de Mantenimiento del STC al PMDF,  
relacionados con el mantenimiento de la Línea 12**

**Periodo de noviembre de 2013 al 12 de marzo de 2014**

#	Fecha	Núm. de Oficio	Asunto
14	03/Mar/2014	SDGM/0197/14	<p>Comentarios relativos a las memorias descriptivas y de cálculo generadas según el contrato del Proyecto integral de Línea 12 enviadas al STC. Derivado a la revisión al Proyecto Ejecutivo del Sistema de Alimentación y Distribución de Energía Eléctrica de Baja Tensión, enviado al STC con oficio GDF/SOS/PMDF/DDIE/ 1056/2013 el día 14 de noviembre de 2013 se tienen las siguientes observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La documentación remitida al STC es información utilizada por el Consorcio al inicio y durante el proceso de la obra, la cual NO es última versión AS-BUILT.</li> <li>- Durante las revisiones previas a la entrega-recepción de los equipos y sistemas de las diferentes especialidades electromecánicas, llevadas a cabo entre el Consorcio, PMDF y STC, NO fue presentado el proyecto AS-BUILT al STC.</li> <li>- Para estas revisiones, el Consorcio presentó proyecto como el que se incluye en la documentación remitida, la cual <b>contiene demasiadas incongruencias con respecto a lo instalado, argumentando el Consorcio que falta la última versión AS-BUILT.</b></li> </ul>
15	03/Mar/2014	SDGM/0201/2014	<p>Se informa lo relacionado con los 54 esquemas, aclarando las observaciones realizadas por el personal del STC y PMDF en relación a oficio GDF/SOS/PMDF/DDIE-0105/2014 y al escrito 70000/SDGM/0108/2014, hace mención Mantenimiento a PMDF que los faltantes antes indicados, continúan pendiente.</p>
16	07/Mar/2014	SDGM/0242/14	<p>Con relación a los incidentes de los días 2 y 4 de marzo pasado, por fracturas y desoldado en los puntos de unión de la estructura de los herrajes en la interestación Nopalera-Zapotitlán L-12, que afectaron el servicio durante 15 y 18 minutos, se solicita notificar al Consorcio ICA-CARSO-ALSTOM, para realizar revisiones, pruebas y análisis para conocer las condiciones mecánicas de los herrajes, con la prontitud requerida.</p>
17	11/Mar/2014	SDGM/0244/14	<p>Envía el Gerente de Instalaciones Fijas para su atenta firma, oficio dirigido al PMDF, respuesta a su solicitud GDF/SOS/PMDF/DDIE/ 0156/2014, conteniendo la relación de los planos AS-BUILT, donde personal del STC <b>detectó diferencias e incongruencias entre las indicaciones del proyecto y la instalación física de los equipos y sistemas de las instalaciones electromecánicas</b> que se localizan en la zona de talleres Tláhuac, estaciones e interestaciones de L12. Problemática:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagramas unifilares.</li> <li>- Tableros secundarios.</li> <li>- Alumbrados y contactos.</li> </ul> <p>Durante las reuniones de trabajo que se han llevado a cabo en el 2014 entre el Consorcio, PMDF y STC, la Dirección de Construcción de Obras Cíviles de PMDF mencionó que <b>el proyecto AS-BUILT remitido al STC NO es funcional por ser incongruente</b> y que el Consorcio elaborará otra versión del mismo.</p>

**Oficios enviados por la Subdirección General de Mantenimiento del STC al PMDF,  
relacionados con el mantenimiento de la Línea 12**

**Periodo de noviembre de 2013 al 12 de marzo de 2014**

#	Fecha	Núm. de Oficio	Asunto
18	11/Mar/2014	SDGM/0245/14	<i>Observaciones durante la revisión al sistema de alumbrado y contactos y alimentadores principales y tableros secundarios en Tláhuac Línea 12. Se solicita al Consorcio para concluir las instalaciones faltantes indicadas en la información remitida al STC, actualizar información, la cual deberá ser avalada por PMDF.</i>

Para las actividades de mantenimiento a la Línea, el STC llevó a cabo la contratación de diversos servicios que se prestarían durante el año 2014, los cuales consisten en mantenimiento preventivo y correctivo a escaleras electromecánicas y elevadores, así como a sistemas de la Línea, entre ellos al sistema de vías, correspondiendo a los siguientes:

<b>Contratos de mantenimiento a la Línea 12 para el año 2014</b>			
<b>Contrato núm.</b>	<b>Proveedor adjudicado</b>	<b>Servicio</b>	<b>Periodo de ejecución</b>
STC-CNCS-018/2014	MITSUBISHI ELECTRIC DE MÉXICO, S.A. DE C.V.	Mantenimiento preventivo-correctivo a 40 escaleras electromecánicas y 19 elevadores instalados en la Línea 12.	Del 01-Ene-2014 al 31-Dic-2014
STC-CNCS-091/2014	ALSTOM TRANSPORT MEXICO, S.A. DE C.V.	Mantenimiento preventivo y correctivo a los sistemas eléctricos, electrónicos y electromecánicos de la Línea 12.	Del 14-Abr-2014 al 31-Dic-2014
STC-CNCS-095/2014	INGENIEROS EN MANTENIMIENTO APLICADO, S.A. DE C.V. y TSO, S.A.S.	Mantenimiento preventivo, correctivo paliativo del sistema de vías de la Línea 12.	Del 01-May-2014 al 31-Dic-2014

Atendiendo al periodo a que se refiere la presente revisión, en esta parte se incluye únicamente el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo a 40 escaleras electromecánicas y 19 elevadores instalados en la Línea 12, el cual mediante el contrato núm. STC-CNCS-018/2014 fue adjudicado al proveedor MITSUBISHI ELECTRIC DE MÉXICO, S.A. DE C.V., el 31 de diciembre de 2013.

El servicio referido (mantenimiento preventivo y correctivo a 40 escaleras electromecánicas y 19 elevadores), de acuerdo a los Anexos Técnicos tanto para escaleras como para elevadores, comprende las siguientes actividades para el mantenimiento preventivo:

**Actividades de Mantenimiento Preventivo estipuladas en el contrato núm. STC-CNCS-018/2014 para el mantenimiento preventivo y correctivo a 40 escaleras electromecánicas y 19 elevadores instalados en la Línea 12.**

**Para las Escaleras electromecánicas marca Mitsubishi.**

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIPO 1:**

1. Verificar y corregir la marcha suave de escalones en todo su recorrido especialmente al entrar o salir de las placas portapeines eliminando obstrucciones de las huellas de escalón.
2. Revisar estado de chapas, cajas de paro de emergencia, botones de paro y las señales luminosas de servicio y paro de la escalera.
3. Certificar la firmeza de las placas de descanso en el embarque, desembarque y limpieza de las mismas.
4. Verificar correcto funcionamiento y ajustar todas las seguridades.
5. Revisión, limpieza y/o ajuste del sistema de frenos, así como el estado de forros del sistema de frenos, verificando distancia de frenado en ambos sentidos.
6. Revisión, limpieza y ajuste de las placas portapeines. cambiar peines dañados y limpieza de los mismos.
7. Revisión, limpieza y ajuste de paneles, zoclos. apretar tornillería de moldaduras y reponer tornillos faltantes y sustitución de cinta metálica en tornillos y uniones.
8. Revisión, limpieza y ajuste de los elementos del tablero eléctrico.
9. Revisión del sistema de lubricación y efectuar limpieza eliminar cualquier fuga del circuito de lubricación, agregar aceites al depósito de reserva y verificar su correcto funcionamiento a través de espreas completando faltantes.
10. Revisión, limpieza, ajuste y lubricación de sistema de tracción de pasamanos.
11. Revisión, limpieza interna y externa y ajuste de los pasamanos.
12. Verificar y corregir la marcha suave de los pasamanos sincronismo respecto a la cadena de peldaños y tensión de los mismos así como revisión y limpieza en la entrada de los pasamanos.
13. Revisar estado de escalones y demarcaciones plásticas, lubricar elementos de agarre.
14. Verificar estado y correcta operación de todos los elementos de transmisión eliminando ruidos y vibraciones anormales.
15. Revisión, limpieza y/o cambio de rodillos de escalón y de cadena
16. Verificar y/o corregir la correcta tensión de las cadenas impulsión y de peldaños.
17. Verificar y ajustar retornos stocks.
18. Limpieza de la escalera electromecánica, charolas recolectoras, rieles, guías y soportes en todo el recorrido, así como escalones para revisión.
19. Realizar la sustitución de las reacciones y/o componentes dañados para la correcta operación de la unidad, asegurándose que todos cumplan con el Requerimiento de encontrarse debidamente identificados, según apartado refacciones y materiales.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIPO 2:**

1. Verificar y corregir la marcha suave de escalones en todo su recorrido especialmente al entrar o salir de las placas portapeines, eliminando obstrucciones de las huellas de escalón.
2. Revisar estado de chapas, cajas de paro de emergencia, botones de paro y las señales luminosas de servicio y paro de la escalera.
3. Certificar la firmeza de las placas de descanso en el embarque, desembarque y limpieza de las mismas.
4. Verificar correcto funcionamiento y ajustar todas las seguridades.
5. Revisión, limpieza y/o ajuste del sistema de frenos así como el estado de los forros del sistema de frenos, verificando distancia de frenado en ambos sentidos.
6. Revisión y limpieza de placas portapeines, cambiar peines dañados y limpieza de los mismos.
7. Revisión, limpieza y ajuste de paneles, zoclos, apretar tornillería de molduras y limpieza de la base de balastrada.
8. Revisión, limpieza y ajuste de los elementos del tablero electrónico.

**Actividades de Mantenimiento Preventivo estipuladas en el contrato núm. STC-CNCS-018/2014 para el mantenimiento preventivo y correctivo a 40 escaleras electromecánicas y 19 elevadores instalados en la Línea 12.**

9. Revisión del panel de lubricación y efectuar limpieza, eliminar cualquier fuga del circuito de lubricación agregar aceite al depósito de reserva y verificar su correcto funcionamiento a través de espreas, completando faltantes.
10. revisión, limpieza, ajuste y lubricación de sistema de tracción de pasamanos.
11. Revisión, limpieza interna y externa y ajuste de los pasamanos.
12. Verificar y corregir la marcha suave de los pasamanos, sincronismo y tensión de los mismos, así como revisión y limpieza en la entrada de los pasamanos.
13. Revisar estado de escalones y demarcaciones plásticas. Lubricar elementos de agarre.
14. Verificar estado y correcta operación de todos los elementos de transmisión.
15. Revisión, limpieza y/o cambio de rodillo de escalón y de cadena.
16. Verificar y corregir la correcta tensión de las cadenas, impulsión y de peldaños.
17. Verificar y ajustar retornos slock's.
18. Limpieza de la escalera electromecánica, charolas recolectoras, rieles, guías y soportes en todo el recorrido, así como escalones para revisión.
19. Realizar la sustitución de las refacciones y/o componentes dañados para la correcta operación de la unidad, asegurándose que todos cumplan con el requerimiento de encontrarse debidamente identificados, según apartado refacciones y material del presente anexo.
20. Revisar ajuste de slocks, carro tensor, lubricar tornillos de sujeción de slocks.
21. Revisar estado de rodillos de poliuretano y de presión de pasamanos, verificar el estado de las catarinas de tracción intermedias.
22. Revisión, limpieza y engrase en general, tracción de pasamanos y rodamientos del eje principal, carro tensor y máquinas.
23. Revisar niveles de aceite, estado de las bandas "V" y lubricar elementos de unidades de transmisión y frenos.
24. Revisar bujes de escalón.
25. Limpiar, lubricar y ajustar dispositivos de giro (SLS) de cadena de peldaños, verificando la correcta operación de los slocks, y el accionamiento de la seguridad de los mismos.
26. Verificar el correcto acoplamiento del motor-reductor.
27. Revisión, limpieza y/o ajuste de las partes componentes del gobernador de velocidad y su accionamiento.
28. Limpieza y lubricación de la cadena de escalones.
29. Verificar la fijación mecánica de los componentes eléctricos y reapretar las conexiones eléctricas en general desde el interruptor general de cuchillas.
30. Revisar libre movimiento del embolo, estado de bujes y ruedas de frenos.
31. Efectuar limpieza de rieles, estructura y cuerpo inoxidable interior y exterior.
32. Reponer y reapretar tornillería en general, en particular las partes sujetas a vibración.
33. Verificar la fijación mecánica de los componentes eléctricos, apretar conexiones eléctricas del tablero de control.
34. Verificar el correcto estado de los conductores eléctricos en general.
35. Revisar, limpiar y ajustar placas porta peines verificando tornillería, resortes, libre movimiento y ajuste de seguridad.
36. Revisar estado de rodamientos y pistas plásticas de rodillos de cadena de peldaños y escalón, así como ejes de escalón y reapretar tornillería.
37. Efectuar limpieza del circuito de ventilación del motor.
38. Verificar el funcionamiento y en su caso corregir el sistema de ahorro de energía.
39. Entregar al S.TC. el reporte del estado físico general que guarda la unidad.

**Actividades de Mantenimiento Preventivo estipuladas en el contrato núm. STC-CNCS-018/2014 para el mantenimiento preventivo y correctivo a 40 escaleras electromecánicas y 19 elevadores instalados en la Línea 12.**

**Para los Elevadores marca Mitsubishi.**

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIPO 1:**

1. Revisión y ajustes de desniveles.
2. Revisión de calidad del viaje.
3. Revisión limpieza y ajustes de fotocelda, señalización, botoneras de selección de piso y alarma de cabina.
4. Revisión, limpieza de alumbrado de cabina.
5. Revisión, limpieza y ajuste de botoneras y señalización de pisos.
6. Revisión, limpieza y ajuste de interruptor de revisión sobre la cabina.
7. Revisión, limpieza y ajuste de seguridades sobre la cabina.
8. Revisión, limpieza y ajuste de contactos de puertas sobre la cabina.
9. Revisión, limpieza y ajuste de puertas de pisos.
10. Revisión, limpieza y ajuste de operador de puertas sobre la cabina.
11. Limpieza y ajuste de chapas de puertas de pasillos.
12. Revisión, limpieza y ajuste de zapatas, cabina y contrapeso.
13. Revisión, limpieza y ajuste de poleas.
14. Revisión, limpieza y ajuste de lubricadores de rieles (estoperos) sobre la cabina.
15. Revisión y limpieza de rieles sobre la cabina.
16. Revisión, limpieza y ajuste de tablero de control.
17. Ajuste y limpieza de relevadores.
18. Ajuste y asentamiento de los contactos de potencia.
19. Revisión, limpieza y ajuste de interruptor principal.
20. Revisión, limpieza y ajuste de interruptor final de recorrido.
21. Revisión y limpieza de motor principal.
22. Revisión, limpieza y ajuste de contactos de freno.
23. Revisión, limpieza y ajuste de sistema de frenos.
24. Revisión del estado del rodamiento de máquina.
25. Revisión, limpieza y ajuste de patea tractora.
26. Revisión, limpieza y ajuste de contacto de seguridad de regulador de velocidad.
27. Revisión, limpieza, lubricación y ajuste de patea y cables de regulador de velocidad.
28. Revisión, limpieza y ajuste de accionamientos mecánicos de regulador de velocidad.
29. Revisión, limpieza y ajuste de regulador inferior de fosa.
30. Revisión, limpieza y ajuste de paracaídas de fosa.
31. Revisión, limpieza y ajuste de seguridades de fosa.
32. Limpieza de fosa.
33. Revisión, limpieza y ajuste de operación de las cuñas de fosa.
34. Revisión, limpieza y ajuste de contactos de seguridad de amortiguadores.
35. Revisión, limpieza y ajuste de resortes de amortiguadores.
36. Revisión, limpieza, lubricación y ajuste de cables tractores.
37. Revisión, limpieza y ajuste de ventilación forzada.
38. Relación de prueba de regulador de velocidad sin carga
39. Verificar operación de detector de sismos y detector de incendios.
40. Verificar estado y carga de baterías de emergencia.
41. Limpieza del interior de la cabina, puertas de pasillo y puertas de cabina.
42. Verificar operación de sistema de cámaras de video y grabadora.
43. Realizar la sustitución de las reacciones y/o componentes dañados para la correcta operación de la unidad, asegurándose que todos cumplan con el requerimiento de encontrarse debidamente identificados, según apartado refacciones y materiales.

#### **4.2.2. Atención del desgaste ondulatorio prematuro**

Después de la conclusión del primer año de operación de la Línea, el desgaste ondulatorio prematuro originado en el sistema de vías siguió siendo objeto de análisis tanto por parte del STC como del PMDF. En ese primer año tanto el Consorcio Constructor como el STC hicieron diversas aclaraciones y comentarios en torno a la problemática del desgaste ondulatorio prematuro y junto con los demás actores (PMDF, supervisoras y certificadoras) celebraron diversas reuniones de trabajo. Por su parte, la supervisora CONIISA consideró que la afirmación del Consorcio Constructor respecto a que las afectaciones por desgaste ondulatorio prematuro presentado en la mesa de rodamiento del riel en curvas con radio menor a 380 metros se advertían “como inconvenientes y consecuencias de un trazo con curvas de radio menor a 250 metros, fuertes vibraciones y desgaste ondulatorio del riel”, dentro de la memoria de cálculo de implantación de vía núm. PMDF-11-VI.13-612000-III-0001-10296-M-01, se manifestaba como un vicio oculto detectado de manera prematura desde las marchas en vacío de los trenes. Por el lado de los trenes, el STC inició los trabajos de reperfilado de ruedas y aplicó reducción de velocidad de los trenes; el prestador del servicio de arrendamiento CAF presentó un informe sobre desgaste ondulatorio en el que indica las causas típicas y las soluciones implantadas en los numerosos casos de desgaste ondulatorio de carriles que sufren las administraciones ferroviarias y su posible aplicación en la Línea 12 del STC.

Para el periodo que va de noviembre de 2013 al 12 de marzo de 2014, la atención a esta problemática comprende en primer lugar el dictamen de los consultores de ILF emitido en noviembre de 2013, derivado del servicio contratado por el PMDF para determinar los motivos y recomendar acciones derivado del problema de desgaste ondulatorio. También en este periodo se incluyen reuniones de trabajo celebradas entre los diversos actores (PMDF, STC, Consorcio Constructor, supervisoras) y las acciones del STC que se refieren al reperfilado de ruedas de los trenes, a la reducción de velocidad en los trenes, a los informes de afectación de la problemática en la operación de la Línea y a los informes presentados por CAF y por un especialista en instalaciones fijas (Michel Lannoye).

##### **4.2.2.1. Dictamen de ILF**

El PMDF dio a conocer un dictamen de fecha 14 de noviembre de 2013, el cual le fue entregado mediante Oficio núm. ILF-CT-0034-2013 por el grupo de consultores de ILF INGENIEROS CONSULTORES como resultado del contrato núm. 13.07 CD 03.M.3.009 para los servicios denominados “Servicios de dictamen para determinar los motivos y recomendar las acciones a seguir para minimizar el problema presentado por los desgastes ondulatorios de los rieles del sistema de vías de la Línea 12 Tláhuac-Mixcoac del Sistema de Transporte Colectivo”, celebrado por el PMDF el día 09 de octubre de 2013 con ILF INGENIEROS CONSULTORES, S. DE R.L. DE C.V. Este contrato contempló un periodo de ejecución del 10 de octubre de 2013 al 23 de noviembre de 2013 y un importe total con IVA incluido de \$ 5'343,007.75 pesos.

El grupo de consultores realizó en campo varias inspecciones tanto en el material rodante como en las Instalaciones fijas de vía y tomó como muestra representativa las curvas 11 y 12 del tramo Zapotitlán-Nopalera y las curvas 27 y 28 del tramo Lomas Estrella-San Andrés Tomatlán, las cuales son las que presentaban en ese momento mayor desgaste. El dictamen de ILF presenta los siguientes elementos: a) problemas detectados, b) análisis, c) causas del desgaste ondulatorio, d) causas que incrementan el desgaste ondulatorio y afectaciones a los aparatos, e) otros defectos encontrados no relacionados, f) recomendaciones inmediatas para minimizar el problema y g) recomendaciones complementarias para minimizar el problema.

**a) Problemas detectados:**

**a.1) En el sistema de vías.** El grupo de consultores detectó falta de mantenimiento preventivo y correctivo oportuno al sistema de vías, en los siguientes puntos:

- Defectos ondulatorios sobre el hongo del riel.
- Alineación en curvas fuera de tolerancia.
- Nivel longitudinal de la Línea fuera de tolerancia.
- Alabeos en curvas fuera de tolerancia.
- Desniveles transversales fuera de tolerancia.
- Trocha fuera de tolerancia en algunos puntos de la vía.
- Balasto insuficiente en algunas partes del trazo. Perfil de balasto fuera de tolerancia en algunos puntos de la vía.
- Falta de compactación del balasto de la vía.
- Falta de control del par de apriete de las fijaciones.
- Rotura de fijaciones grapa Nabla.
- Afloje de fijaciones contra-rieles.
- Fisuras en durmientes.
- Defectos superficiales de los rieles.
- Esmerilado deficiente de soldaduras.
- Falta de esmerilado de rieles.
- Desgaste de agujas en aparatos de dilatación y aparatos de vía.
- Rotura de cojinetes en aparatos de dilatación.

**a.2) En el material rodante.** El grupo de consultores detectó los siguientes problemas:

- Ruedas con achatamientos en la superficie de rodamiento de algunos trenes.
- Fuerte desgaste de las ruedas en la zona central de rodamiento en varios trenes.
- Falta de reperfilado de ruedas en algunos trenes.

**b) Análisis:**

De acuerdo al dictamen, el grupo de consultores revisó el diseño del sistema de vías según el proyecto ejecutivo, observando que cumplía con las especificaciones indicadas por el PMDF y con la normatividad aplicable, así como que los rieles inspeccionados por el Consorcio Certificador de la Línea cumplían con la especificación técnica para el suministro de rieles de acero no tratado de 115 lb/yd (calibre 115 RE).

**c) Causas del desgaste ondulatorio:**

De acuerdo a la norma RENFE de vías NRV-7521, los consultores ILF hacen referencia a los valores de longitud de onda para clasificar el desgaste ondulatorio de acuerdo a la tabla siguiente:

Tipo de onda	Longitud de onda	Indicaciones de causas
Onda corta:	Con longitud de 3-8 cm.	Irregularidades de la vía: Accesorios de la vía. <ul style="list-style-type: none"><li>• Aparatos de vía.</li><li>• Juntas de dilatación.</li><li>• Juntas de riel.</li><li>• Soldaduras.</li><li>• Fallas de soldaduras.</li></ul> Irregularidades de la vía. <ul style="list-style-type: none"><li>• Irregularidades de trazo.</li><li>• Deformaciones de la vía (provocados por el paso de vehículos con un contacto rueda riel degradado por desgaste de la rueda y superficies de rodamiento).</li></ul>
Onda media:	Con longitud de 8-30 cm.	Adicionalmente a lo indicado a la onda corta se tienen los siguientes factores de perturbación ocasionados por el material rodante: <ul style="list-style-type: none"><li>• Ruedas con achatamientos.</li><li>• Desgaste excesivo de la pista de rodamiento.</li></ul>
Onda larga:	Con longitudes mayores de 60 cm y que pueden alcanzar 2 m.	Perturbaciones ocasionadas por el material rodante, tanto vehículos remolcados como de tracción, por ejemplo: movimiento de serpenteo y deficiencia de contacto entre riel y rueda.

Para el caso de la Línea 12, los consultores señalan que se tienen desgastes con longitudes de onda de entre 8 y 30 cm que corresponde a un desgaste ondulatorio de onda corta a media, lo cual es un indicativo de los problemas de vía y de las influencias del material rodante por ruedas desgastadas.

De acuerdo al dictamen, el desgaste ondulatorio excesivo es motivado por la falta oportuna del mantenimiento del sistema de vías en los siguientes elementos:

- Compactado deficiente de balasto. Insuficiente cantidad de balasto observada en la capa de balasto entre la superficie superior de los durmientes y el nivel de balasto existente, así como en correspondencia de la cabeza de los durmientes.
- Falta de control del par de apriete en fijaciones. El exceso y/o falta del par de apriete ocasiona la inadecuada función de las fijaciones nabra y de las almohadillas riel-durmiente, lo que ocasiona su deterioro prematuro y la transmisión de vibraciones de los trenes hacia los durmientes y balasto.
- Durmientes. Se encontraron algunos durmientes con fisuras, consistentes en: grietas longitudinales en la cara superior, grietas longitudinales en los costados y grietas transversales.
- Soldaduras. Deficiente esmerilado de las soldaduras, lo que ocasiona que los golpes generados por las ruedas al paso sobre las mismas generen impulsos en la vía, lo que provoca el incremento del defecto ondulatorio.

**d) Causas que incrementan el desgaste ondulatorio y afectaciones a los aparatos:**

El grupo de consultores señala que las causas que incrementan el desgaste ondulatorio de forma adicional al generado por el problema de desgaste del sistema de vías y que son motivadas por la falta de mantenimiento correctivo oportuno al material rodante son:

- Achatamiento de ruedas en algunos trenes.
- Falta de reperfilado de las ruedas de algunos trenes.
- Golpes en los aparatos de vía y en las juntas de dilatación por desgaste excesivo de la rueda.

**e) Otros defectos encontrados no relacionados:**

El grupo de consultores refiere a los siguientes problemas no relacionados con el desgaste ondulatorio del sistema de vías, más bien se deben al desgaste excesivo de las ruedas de los trenes y a la falta de reperfilado oportuno de las mismas:

- Doble huella en el corazón de los aparatos de vía afectación de las agujas por impacto de las ruedas.
- Desgaste de los aparatos de dilatación.
- Rotura de cojinetes en aparatos de dilatación causada por los golpes y vibración al paso del tren.
- Doble huella de rodadura en el riel.

**f) Recomendaciones inmediatas para minimizar el problema:**

Respecto a las recomendaciones que da el grupo de consultores para el sistema de vías, se encuentran las siguientes como parte del mantenimiento preventivo y correctivo:

- ❖ Medición del desgaste ondulatorio para conocer el estado de desgaste de los rieles.
- ❖ Verificación de las micro-fisuras del riel por medio de corrientes parásitas antes y después del esmerilado. De acuerdo a los resultados con base en la norma, esmerilar hasta eliminar las fisuras o proceder al cambio de riel.
- ❖ Cambio de agujas dañadas en aparatos de dilatación y en aparatos de vía.
- ❖ Cambio de durmientes dañados.
- ❖ Cambio de elementos de fijación dañados y control de par de apriete de todos los elementos.
- ❖ De acuerdo al "Instructivo técnico para la ejecución de trabajos de vía", norma internacional o recomendación, realizar: renivelación, realineación, recuperación de nivel de balasto y recompactado de las vías por el método mecanizado.
- ❖ Relevado de esfuerzos de rieles.
- ❖ Supervisar y en su caso reparación de las soldaduras afectadas.
- ❖ Esmerilado de los rieles conforme a norma.
- ❖ Debido a que el desgaste ondulatorio es un fenómeno que siempre estará presente, se recomienda la colocación en curvas de radio  $\leq 300$  m lubricadores fijos de pestaña y aplicadores de adherente para la superficie de rodamiento.

Para el material rodante, sólo recomiendan reperfilear las ruedas con desgaste anormal para llevarlas a su condición de perfil cónico.

**g) Recomendaciones complementarias para minimizar el problema:**

Para el sistema de vías, el dictamen indica las siguientes recomendaciones de carácter complementario para minimizar el problema del desgaste ondulatorio:

- Esmerilado correctivo de los rieles para eliminar micro-fisuras transversales y el desgaste ondulatorio.
- Implementar un tramo de pruebas ya optimizado en una curva con radio menor a 300 m con el objeto de probar soluciones tendientes a minimizar el problema, tales como la colocación de almohadillas más suaves o de mayor espesor, la realización de un estudio de elasticidad del material y la realización de pruebas de las fijaciones

conforme a las normas europeas EN-13146 y 13481 o sus equivalentes mexicanas, realizadas por un laboratorio independiente.

- Optimización del mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de vías.
- Si con base en los resultados del tramo de pruebas el desgaste ondulatorio siguiera presentándose de forma importante, puede considerarse la instalación de rieles de mayor dureza en las curvas con radio  $\leq 300$  m.

Para el caso del material rodante, las recomendaciones complementarias indicadas en el dictamen son las siguientes:

- Reperfilar las ruedas con achatamientos y desgastes que estén fuera de los parámetros optimizados, para llevarlas a su condición de perfil cónico.
- Optimización del mantenimiento de repafilado de ruedas para determinar los periodos en los cuales deben ser atendidas las ruedas de cada tren y evitar el deterioro de los rieles.

#### **Comentarios del PMDF sobre el dictamen de ILF:**

Sobre el dictamen presentado por los consultores de ILF el 14 de noviembre de 2013, el PMDF, mediante su Dirección de Diseño de Instalaciones Electromecánicas (DDIE), presentó sus comentarios dirigidos al STC mediante oficio núm. GDF/SOS/PMDF/DDIE/1066/2013 del 19 de noviembre de 2013. Dichos comentarios fueron los siguientes:

- Que el desgaste ondulatorio es un fenómeno que siempre estará presente en las vías férreas (proceso normal de desgaste debido a la operación).
- Que de conformidad con el dictamen de ILF referido, el PMDF realizó el análisis del diseño y fabricación del sistema de vías, resultando:
  - Que el Proyecto Ejecutivo cumplía con las especificaciones del Proyecto Metro del Distrito Federal y la normatividad aplicable.
  - Que los rieles cumplían con la especificación técnica y las normas aplicables, para el suministro de rieles de acero no tratados calibre 115 RE.
- Que el Consorcio Constructor (ICA-ALSTOM-CARSO) de acuerdo a la base contractual en ese momento, debía garantizar las condiciones de operación en seguridad de las instalaciones del sistema de vía mediante los mantenimientos necesarios, por un año a partir de la puesta en servicio el 30 de octubre 2012.
- Que de acuerdo al dictamen, las causas que incrementan el desgaste ondulatorio son motivadas por la falta de mantenimiento correctivo oportuno del material rodante:

- Achatamiento de ruedas en algunos trenes.
  - Falta de reperfilado de las ruedas de algunos trenes.
  - Golpes en los aparatos de vía y en las juntas de dilatación por desgaste excesivo de la rueda.
- Que de acuerdo al dictamen, otros defectos encontrados no relacionados con el desgaste ondulatorio y que son debidos al desgaste excesivo de las ruedas de los trenes y a la falta de reperfilado oportuno de las mismas:
    - Doble huella en el corazón de los aparatos de vía y afectación de las agujas por impacto de las ruedas.
    - Desgaste de los aparatos de dilatación (daño a las agujas por impactos de las ruedas).
    - Rotura de cojinetes en aparatos de dilatación causado por los golpes y vibración al paso del tren.
    - Doble huella de rodadura en el riel.
- Que de acuerdo al dictamen, las recomendaciones a seguir para minimizar los problemas del material rodante son:
    - Reperfilear las ruedas con achatamiento y/o desgastes que estén fuera de los parámetros optimizados, para llevarlas a su condición de perfil cónico.
    - Optimización del mantenimiento del reperfilado de ruedas para determinar los periodos en los cuales deben ser atendidas las ruedas de cada tren y evitar el deterioro de los rieles
- El PMDF solicitó al STC su valiosa ayuda para verificar y/o llevar a cabo a la brevedad posible la solución a las causas y recomendaciones respecto al material rodante.
- Que el desgaste ondulatorio excesivo es motivado, según el dictamen citado, por la falta oportuna del mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de vías en elementos tales como:
    - Compactado deficiente de balasto.
    - Falta de control del par de apriete en fijaciones.
    - Durmientes con fisuras o grietas.
    - Deficiente esmerilado de las soldaduras.
- Que de acuerdo al dictamen, las recomendaciones inmediatas para minimizar los problemas del desgaste ondulatorio como parte del mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de vías son:

- Medición del desgaste ondulatorio para conocer el estado de desgaste de los rieles.
  - Verificación de las micro-fisuras del riel por medio de corrientes parásitas antes y después del esmerilado. De acuerdo a los resultados con base en la norma, esmerilar hasta eliminar las fisuras o proceder al cambio de riel.
  - Cambio de agujas dañadas en aparatos de dilatación y aparatos de vías.
  - Cambio de durmientes dañados.
  - Cambio de elementos de fijación dañados y control de par de apriete de todos los elementos.
  - De acuerdo al "Instructivo técnico para la ejecución de trabajos de vía", norma internacional o recomendación, realizar: Renivelación, realineación, recuperación de nivel de balasto y recompactado de las vías por el método mecanizado.
  - Relevado de esfuerzos de rieles.
  - Supervisar y en su caso reparación de las soldaduras afectadas.
  - Esmerilado de los rieles conforme a norma.
  - Debido a que el desgaste ondulatorio es un fenómeno que siempre estará presente, se recomienda la colocación en curvas de radio  $\leq 300$  m, lubricadores fijos de pestaña y aplicadores de adherente para la superficie de rodamiento lo cual reducirá el desgaste en rieles y ruedas.
- Que las recomendaciones complementarias a seguir para minimizar el problema de desgaste ondulatorio como parte del mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de vías y señaladas en el dictamen de los consultores de ILF, son:
    - Esmerilado correctivo de los rieles para eliminar micro-fisuras transversales y el desgaste ondulatorio. El esmerilado deberá realizarse hasta que las huellas de desgaste ondulatorio y/o las micro-fisuras desaparezcan en su totalidad.
    - Implementar un tramo de pruebas ya optimizado en una curva con radio menor a 300 m, con el objeto de probar soluciones tendientes a minimizar el problema de desgaste ondulatorio en los rieles tales como:
      - Colocación de almohadillas más suaves o de mayor espesor, de acuerdo a la recomendación del fabricante avalada por un estudio de elasticidad de la vía.
      - El fabricante de la fijación debe proporcionar el estudio de la elasticidad del material, así como que el montaje recomendado cumple con los requerimientos para este tipo de aplicación. Se recomienda que un laboratorio independiente lleve a cabo las pruebas de las fijaciones según las normas europeas EN 13146 Y 13481 o normas equivalentes vigentes en México, en cumplimiento con la especificación técnica del sistema de vías.

- Vía bien compactada y nivelada.
- Optimización del mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de vías. Cuando el tramo de prueba esté implementado se deberán realizar registros con un tren instrumentado (pruebas con acelerómetros), con un tren con ruedas reperfiladas, para verificar el comportamiento de las aceleraciones en el bogie y el carro, especialmente en la caja de grasa. Si con base en los resultados del tramo de pruebas, el desgaste ondulatorio se siguiera presentando de forma importante, puede considerarse la instalación de rieles de mayor dureza en las curvas con radio  $\leq 300$  m.

### **Otros documentos de ILF**

Anexo al Oficio núm. ILF-CT-0034-2013 del 14 de noviembre de 2013, mediante el cual los Consultores de ILF entregaron su dictamen sobre el desgaste ondulatorio al PMDF, presentaron un "Informe de la visita de revisión de las vías en la Línea 12", realizada los días 18 y 19 de octubre de 2013, así como un "Reporte fotográfico de levantamiento en planta curvas 11 y 12, vías 1 y 2".

El informe de visita de revisión referido señala la asistencia de representantes del PMDF, Consorcio Constructor, STC, CONIISA y de ILF, así como manifiesta las siguientes situaciones encontradas:

- Falta de balasto en los cadenamientos: 8+295, 8+270, 8+260, 8+255, 7+560.
- Muestra de soldaduras de rieles mal acabados en los cadenamientos: 8+540, 8+255, 8+140.
- Durmientes fracturados en los cadenamientos: 7+895, 8+080.
- Fijaciones dañadas y faltantes en los cadenamientos: 7+850, 7+825, 8+150, 8+240, 8+230, 8+150.
- Vía no terminada por cambios de tipo de almohadilla en el cadenamiento 8+105.
- Deficientes trabajos de renivelación.
- Falta de control del par de apriete de las fijaciones (rotura de grapas Nabla, afloje de fijaciones de contra-rieles).
- Mal terminado de soldaduras.
- Micro-fisuras en hongo de riel, falta de esmerilado de rieles.

Las recomendaciones plasmadas en ese informe de visita de ILF son las mismas que las incluidas en su dictamen.

Respecto a ese informe, la Gerencia de Instalaciones Fijas del STC emitió sus observaciones mediante Oficio núm. GIF/3697/2013 del 10 de diciembre de 2013, en las que destaca lo siguiente:

- Que los manuales de mantenimiento elaborados por el PMDF no consideraron el mantenimiento predictivo cuando los alcances del contrato con el Consorcio Constructor sí los consideraba.

- Que las recomendaciones urgentes en la vía propuestas por ILF solo reforzaban las peticiones de la Coordinación de Vías III del STC, presentadas en reuniones de trabajo efectuadas para la atención de la problemática.
- Que en caso de tomar válida la conclusión de ILF de que el desgaste ondulatorio prematuro es motivado por la falta de mantenimiento oportuno al sistema de vías, correspondería al PMDF reclamar al Consorcio las garantías ya fuera por mala instalación, por vicios ocultos o por falta de cumplimiento de los programas de mantenimiento.

#### 4.2.2.2. Reuniones de trabajo

Las reuniones de trabajo relativas a la solución integral de la problemática del sistema de vías de la Línea 12, se celebraron desde agosto de 2013 entre PMDF, STC, Consorcio Constructor, CONIISA y Consorcio certificador, sin embargo las que corresponden al periodo sujeto al presente análisis corresponden al periodo de noviembre de 2013 a marzo de 2014, celebradas en las fechas siguientes:

Reuniones para tratar asuntos relacionados con la solución integral de la problemática del sistema de vías Periodo de noviembre de 2013 a marzo de 2014		
Cons.	Fecha	Participantes
1	01-NOV-2013	STC, PMDF, CONIISA, ILF y CONSORCIO CONSTRUCTOR
2	05-NOV-2013	STC, PMDF, CONIISA, ILF y CONSORCIO CONSTRUCTOR
3	08-NOV-2013	STC, PMDF, CONIISA, ILF y CONSORCIO CONSTRUCTOR
4	11-NOV-2013	STC, PMDF, CONIISA, ILF y CONSORCIO CONSTRUCTOR
5	15-NOV-2013	STC, PMDF, CONIISA, ILF y CONSORCIO CONSTRUCTOR
6	21-NOV-2013	STC, PMDF, CONIISA, ILF y CONSORCIO CONSTRUCTOR
7	26-NOV-2013	STC, PMDF, CONIISA, ILF y CONSORCIO CONSTRUCTOR
8	03-DIC-2013	STC, PMDF, CONIISA, ILF y CONSORCIO CONSTRUCTOR
9	10-DIC-2013	STC, PMDF, CONIISA, ILF y CONSORCIO CONSTRUCTOR
10	17-DIC-2013	STC, PMDF, CONIISA y CONSORCIO CONSTRUCTOR
11	06-ENE-2014	STC, PMDF, CONIISA y CONSORCIO CONSTRUCTOR
12	21-ENE-2014	STC, CONIISA y CONSORCIO CONSTRUCTOR
13	27-ENE-2014	STC, CONIISA y CONSORCIO CONSTRUCTOR
14	10-FEB-2014	STC, CONIISA y CONSORCIO CONSTRUCTOR
15	24-FEB-2014	STC, CONIISA y CONSORCIO CONSTRUCTOR
16	10-MAR-2014	STC, CONIISA y CONSORCIO CONSTRUCTOR

Las minutas de estas reuniones se presentan a detalle en el **Anexo 4** de este informe.

Por otro lado, el STC y CAF celebraron reuniones de trabajo en relación con las afectaciones en los trenes, derivado de la problemática del desgaste ondulatorio prematuro. Esas reuniones fueron celebradas los días 20 de noviembre de 2013, 19 de diciembre de 2013, 14 de enero de 2014, 04 y 25 de febrero de 2014, 05 y 11 de marzo de 2014, en las que se trataron los asuntos que se describen a continuación:

Reuniones de trabajo referentes al Material Rodante			
Periodo de noviembre de 2013 a marzo de 2014			
#	Fecha	Asunto	
		Fecha origen	Descripción
1	20-Nov-13	28-May-13	<i>Provetren solicita los planos de obra civil y electromecánica actualizados en donde se instalarán los equipos de baja-bogies y prensa de calado-decalado de rueda.</i>
		29-Oct-13	<i>STC emitió oficio GI/2013/3232 donde hace llegar los planos de la zona de montaje y desmontaje de bogies, quedando pendiente la zona de la prensa de calado-decalado de rueda.</i>
		20-Nov-13	<i>Provetren informa que los planos de obra civil de los equipos de baja-bogies y prensa de calado-decalado de rueda, no está incluido en la información entregada.</i>
2	19-Dic-13	19-Dic-13	<i>Con el propósito de equilibrar el desgaste de ruedas y vida útil, Provetren solicita a STC girar el sentido de circulación de los trenes. Se acuerda girar un tren en hora valle el día 26/12 a las 10:00hr. STC/MR, Transportes, SFT, Alstom y CAF/Provetren, cita en garaje taller. Al finalizar la prueba se regulariza el sentido en función de los resultados se presentará el programa de cambio de sentido.</i>
3	14-Ene-14	28-May-13	<i>Provetren solicita los planos de obra civil y electromecánica actualizados en donde se instalarán los equipos de baja-bogies y prensa de calado-decalado de rueda.</i>
		29-Oct-13	<i>STC emitió oficio GI/2013/3232 donde hace llegar los planos de la zona de montaje y desmontaje de bogies, quedando pendiente la zona de la prensa de calado-decalado de rueda.</i>
		20-Nov-13	<i>Provetren informa que los planos de obra civil de los equipos de baja-bogies y prensa de calado-decalado de rueda. No está incluido en la información entregada.</i>
		19-Dic-13	<i>En el propósito de equilibrar el desgaste de ruedas y vida útil Provetren solicita a STC, girar el sentido de circulación de los trenes. Se acuerda girar un tren en hora valle el día 26/12 a las 10:00h. STC/MR, Transportes, SFT, Alstom y CAF/Provetren, cita en garaje taller. Al finalizar la prueba se regulariza el sentido. En función en los resultados se presentará el programa de cambio de sentido.</i>
4	04-Feb-14	28-May-13	<i>Provetren solicita los planos de obra civil y electromecánica actualizados en donde se instalarán los equipos de baja-bogies y prensa de calado-decalado de rueda.</i>
		29-Oct-13	<i>STC emitió oficio GI/2013/3232 donde hace llegar los planos de la zona de montaje y desmontaje de bogies, quedando pendiente la zona de la prensa de calado-decalado de rueda.</i>
		20-Nov-13	<i>Provetren informa que los planos de obra civil de los equipos de baja-bogies y prensa de calado-decalado de rueda, no está incluido en la información entregada.</i>
		19-Dic-13	<i>Con el propósito de equilibrar el desgaste de ruedas y vida útil Provetren solicita al STC, girar el sentido de circulación de los trenes. Se acuerda girar un tren en hora valle el día 26/12 a las 10:00h. STC/MR, Transportes, SFT, Alstom y CAF/Provetren, cita en garaje taller. Al finalizar la prueba se regulariza el sentido. En función de los resultados se presentara el programa de cambio de sentido.</i>

**Reuniones de trabajo referentes al Material Rodante  
Periodo de noviembre de 2013 a marzo de 2014**

#	Fecha	Asunto	
		Fecha origen	Descripción
5	25-Feb-14	25-Feb-14	<p>Provetren informa que el próximo 27/02 inicia los trabajos de instalación de los equipos baja-bogies, prensa de calado/decalado de ruedas, grúa pórtico, banco ensayo de reductoras, enganches, amortiguadores, válvulas y timonería de freno, para lo cual solicita al STC la autorización correspondiente. STC en el transcurso del día 26/02 informará si existe algún inconveniente.</p>
		18-Feb-14	<p>Desgaste anormal de las ruedas: 1) Provetren muestra imágenes de la UT26 que se encuentra en reperfilado, el cual pasó a reperfilado el pasado 28, 29 y 30 de diciembre 2013 y actualmente se tiene que reperfilar por seguridad debido a que se detecta lo siguiente: En las ruedas del lado izquierdo en sentido FR1 (dirección Mixcoac) se detecta un desgaste anormal en la anchura de la pestaña. STC y Provetren hacen mención que una de las causas pudiera ser las reducciones de velocidad en curva. 2) STC solicita una lista del estado actual del desgaste de las ruedas de los trenes. Se anexa concentrado del estado actual de la flota en base a los límites de seguridad de operación de las ruedas: QR (inclinación de la pestaña) 36mm máximo admisible y SD (espesor de la pestaña) 22mm mínimo admisible. 3) Provetren presentó el análisis técnico que provoca la reducción de velocidad en curvas y con objeto de mitigar los riesgos y las afectaciones propone realizar las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El giro de dos trenes para mitigar el desgaste del costado izquierdo del tren (sentido FR1) y observar que no existan anomalías en el servicio y en caso favorable iniciar mañana 19/02 el giro en toda la flota.</li> <li>▪ Reducir el polígono de trenes en las horas valle, sábados, domingos y días festivos.</li> <li>▪ Que la velocidad en curvas sea mayor a la velocidad de equilibrio calculada en base al radio y peralte de cada una siempre que las condiciones de la vía lo permitan.</li> <li>▪ Lubricación manual en las curvas que presenten mayor desgaste y reducción de velocidad.</li> <li>▪ Vigilancia permanente de evolución de desgaste de rueda con trenes girados.</li> </ul> <p>En las ruedas del lado derecho en sentido FR1 se detecta en la cara interna de la rueda golpes de contra-riel.</p> <p>STC revisará mediciones de la geometría de la vía (trocha) y el ajuste del contra-riel en las zonas en las que se han detectado marcas de la rueda en el contra-riel. STC/Vías informa que no ha sido posible realizar las mediciones.</p> <p>En base a la problemática actual se visualiza un cambio importante de ruedas en breve, por lo que Provetren conforme a los términos contractuales hará las gestiones conducentes.</p> <p>Provetren realizará la instalación de una cámara bajo bastidor para hacer una filmación.</p> <p>STC hará llegar los resultados de acelerómetros en suspensión primaria de las últimas pruebas realizadas en un tren.</p>
		05-Mar-14	<p>STC/Transportes informa que: sábados reduce polígono de 22 a 20; los domingos y días festivos reduce polígono de 20 a 18. STC/MR propondrá los trenes a ser retirados, por lo cual se formará un grupo que revisará de manera perceptiva el nivel de vibración y ruidos de los trenes durante el horario de servicio en condiciones normales de operación de acuerdo a lo que se indica a continuación:</p>

**Reuniones de trabajo referentes al Material Rodante  
Periodo de noviembre de 2013 a marzo de 2014**

#	Fecha	Asunto	
		Fecha origen	Descripción
7	11-Mar-14		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizará una vez a la semana todo el lote de trenes.</li> <li>• El grupo se formará por personal MR y Transportes.</li> <li>• Deberá participar el mismo personal en las distintas revisiones con el fin de tener el mismo criterio.</li> </ul> <p>Provetren hace mención que no participará en la revisión dado que los criterios de operación admisibles están definidos en las normas técnicas correspondientes y que en las condiciones actuales de las ruedas ningún tren debería circular. En caso de detectarse algún carro crítico ya sea por vibración o ruido se solicitará la valoración con Provetren.</p>
		18-Feb-14	En base a la problemática actual se visualiza un cambio importante de ruedas en breve, por lo que Provetren conforme a los términos contractuales hará las gestiones conducentes.
		05-Mar-14	Provetren informa que las primeras 120 ruedas llegarán a finales de agosto.
			Provetren realizará la instalación de una cámara bajo bastidor para hacer una filmación.
			STC hará llegar los resultados de acelerómetros en suspensión primaria de las últimas pruebas realizadas en un tren.
			Con el fin de orientar el mapa de línea después del giro de trenes, Provetren propone hacer la fijación mediante un marco de aluminio montado en la dovela el cual permitirá deslizar el mapa de línea sin necesidad de desmontar todo el conjunto.
		25-Feb-14	Provetren informa que el próximo 27/02 inicia los trabajos de instalación de los equipos baja-bogies, prensa de calado/decalado de ruedas, grúa pórtico, banco ensayo de reductoras, enganches, amortiguadores, válvulas y timonería de freno, para lo cual solicita al STC la autorización correspondiente.
		11-Mar-14	Provetren informa que al día de hoy se está trabajando en la instalación de los equipos mencionados.
		05-Mar-14	Se anexa concentrado del estado actual de la flota en base a los límites de seguridad de operación de las ruedas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• QR (inclinación de pestaña) 6.5mm mínimo admisible</li> <li>• SH (altura de pestaña) 36mm máximo admisible</li> <li>• SD (espesor de la pestaña) 22mm mínimo admisible.</li> </ul>
			Con relación al análisis de la información STC/MR manifiesta que los trenes con mayor cantidad de ruedas críticas son trenes reperfilados a partir del mes de diciembre 2013 y la mayoría son trenes con el nuevo perfil.
Provetren presentó el análisis técnico que provoca la reducción de velocidad en curvas y con objeto de mitigar los riesgos y las afectaciones propone realizar las siguientes acciones:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir el polígono de trenes en las horas valle, sábados, domingos y días festivos.</li> </ul> <p>STC/transportes informa que: sábados.- reduce polígono de 22 a 20. Los domingos y días festivos.- reduce polígono de 20 a 18. STC/MR propondrá los trenes a ser retirados, por lo cual se formará un grupo que revisará de manera perceptiva el nivel de vibración y ruidos de los trenes durante el horario de servicio en condiciones normales de operación de acuerdo a lo que se indica a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizará una vez a la semana todo el lote de trenes.</li> <li>• El grupo se formará por personal MR y transportes.</li> </ul>			

**Reuniones de trabajo referentes al Material Rodante**  
**Periodo de noviembre de 2013 a marzo de 2014**

#	Fecha	Asunto	
		Fecha origen	Descripción
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deberá participar el mismo personal en las distintas revisiones con el fin de tener el mismo criterio.</li> </ul> <p>Provetren hace mención que no participará en la revisión dado que los criterios de operación admisibles están definidos en las normas técnicas correspondientes y que en las condiciones actuales de las ruedas ningún tren debería circular.</p> <p>En caso de detectarse algún carro crítico ya sea por vibración o ruido se solicitará la valoración con Provetren.</p> <p>Que la velocidad en curvas sea mayor a la velocidad de equilibrio calculada en base al radio y peralte de cada una siempre que las condiciones de la vía lo permitan.</p> <p>Lubricación manual en las curvas que presenten mayor desgaste y reducción de velocidad.</p> <p>STC/Vías informa que está en espera del dictamen de los especialistas en vías para aplicar las recomendaciones antes de efectuar la lubricación manual.</p> <p>Con el fin de cumplir la recomendación se toma la siguiente acción para los trenes, se ajustarán 10 trenes más a 0° para estar en 15 trenes a 0° y 15 trenes a 1.5°, el grupo de trabajo de paros largos estará pendiente durante los próximos fines de semana para verificar el desempeño de los trenes en cuanto al rebase del PNP.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilancia permanente de evolución de desgaste de rueda con trenes girados.</li> </ul>
		11-Mar-14	<p>STC informa que se tomó la decisión de cerrar parcialmente la Línea de Tláhuac - Culhuacán a partir del día 12/03, circulando con 14 trenes más 2 de reserva, esos trenes deberán ser los que tengan condiciones favorables de operación y con el menor desgaste en las ruedas siendo los siguientes: 01, 05, 06, 07, 08, 09 10, 11, 13, 14, 15, 16, 21, *22, *26 y en proceso de reperfilado el 25. (* Trenes reperfilados al 100%).</p> <p>STC solicita se actualice el reporte de desgaste de las ruedas de toda la flota cada 15 días entregándolo los días martes a partir del próximo martes 18/03.</p> <p>Provetren solicita la logística de traslado de trenes al taller Tláhuac para cumplir con el programa semanal de trenes de mantenimiento, se adjuntó el programa correspondiente a la semana en curso.</p> <p>STC analizará internamente con las áreas involucradas la logística de operación y traslado de los trenes mientras se realizan los trabajos de mantenimiento de las vías e informará a Provetren.</p>
		05-Mar-14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• en las ruedas del lado derecho en sentido FR1 se detecta en la cara interna de la rueda golpes de contra-riel.</li> </ul> <p>STC/Vías revisará las zonas donde pudieran existir planchuelas con golpes para determinar en conjunto con los distintos participantes si se origina por desgaste del riel o exceso de altura en pestaña de la rueda esto lo realizará conforme al programa mensual de inspección.</p>

#### 4.2.2.3. Evaluación del desgaste de rueda de CAF

El prestador del servicio de arrendamiento de los trenes (CAF) presentó un documento con código C.F1.93.55x denominado "Evaluación del desgaste de rueda. Proyecto de Metro México Línea 12 (FE-10)", emitido el 08 de noviembre de 2013. A continuación se hace el análisis de este documento de acuerdo a los apartados contenidos en el mismo:

##### a) Introducción

CAF señala que en la Línea 12 se dan diversas problemáticas relacionadas con desgastes de rueda del material rodante y así como de los carriles en la infraestructura, entre ellas la considerable degradación de los carriles en las zonas locales de los aparatos de dilatación y cruzamientos de vía. CAF refiere al informe "REPORTE MISION N° III EI 0299" realizado por Vossloh con fecha 3.10.2013 en el que describe diversos casos en los que se aprecian importantes desgastes y degradación en los mencionados aparatos de vía y que señala, según CAF, como causa de dicha degradación en los aparatos de vía a la aparición de una falsa pestaña en las ruedas, haciendo también mención a daños en la vía en zonas en curva indicando que el contacto rueda carril no es adecuado.

Con relación a los daños en curva y el contacto rueda carril, CAF menciona que dicho contacto fue analizado en su informe CAF "C.F1.93.553\_Estudio\_perfil\_desgastado", en el que demostró que el contacto rueda carril tanto con perfil nuevo con desgastado (de rueda) tenía un comportamiento normal y que con perfil de rueda desgastada los esfuerzos en curva tendieron a disminuir ligeramente.

El análisis efectuado por CAF en este informe fue del tipo de desgaste de las ruedas (en relación al afecto mencionado como falsa pestaña) y su posible influencia en la degradación de los aparatos de vía.

##### b) Degradación en aparatos de vía.

CAF se refiere al informe de Vossloh denominado "REPORTE MISION N° III EI 0299" en el que *"muestran una degradación considerable en los aparatos de vía, especialmente en la zona de rueda contraria a la pestaña"*. CAF deduce de ese informe que la 'falsa pestaña' (protuberancia en la zona contraria a la pestaña natural derivada de los desgastes de rueda) es la causa principal de los desgastes observados en los aparatos de vía; sin embargo advierte que *"dicha afirmación es prematura e incompleta, ya que si bien es factible que el perfil de rueda pueda tener influencia en el problema, hay que analizar al mismo tiempo otros posibles factores en la parte de infraestructura"*.

De acuerdo con CAF, la existencia de una protuberancia en el perfil de rueda en el lado contrario a la pestaña natural, puede producir un contacto en las zonas de aparatos de vía correspondientes a dicho lado del perfil de rueda, aunque la existencia de dicho contacto no justifica necesariamente en sí mismo la cuantía de los daños observados. CAF señala que *"los aparatos de vía deben estar diseñados para que puedan soportar la presencia de contactos rueda carril en diferentes puntos de su anchura, teniendo en cuenta que los*

*perfiles de rueda siempre evolucionan y van cambiando necesariamente de forma según desgastan”.*

En relación a la infraestructura, CAF considera que se debe valorar y cuantificar tolerancias geométricas, tolerancias de montaje y materiales para analizar si su comportamiento ha sido adecuado o no. Para tal efecto, uno de los técnicos de CAF, de acuerdo a este documento, realizó una inspección de 112 ruedas de las diferentes unidades en los talleres de mantenimiento, de la que no observó presencia alguna de impactos, marcas o roces en la banda de rodadura; sólo infiere a un desgaste suave observado, con aspecto pulido en la zona del talón, con lo cual CAF descarta la presencia de choques en esa zona.

Sobre esta situación, CAF destaca que *“se habla de unos desgastes muy importantes en los carriles (en los aparatos de vía), asociándolo con la llamada falsa pestaña de las ruedas, pero hay que indicar que en el contacto, se generan las mismas fuerzas en ruedas y en carriles, y por tanto, si se producen grandes sollicitaciones con desgastes profundos en los aparatos de vía, también se producen mismas sollicitaciones sobre la llamada falsa pestaña en las ruedas y por tanto también debería haber degradaciones apreciables en las ruedas (aunque fuera repartido entre más ruedas), haciendo desaparecer o atenuar la llamada falsa pestaña, cosa que no se ha apreciado”.*

#### **c) Contacto rueda carril y norma EN 13146 4**

De acuerdo al informe de CAF, la norma EN-13146\_4 define las condiciones al carril (método de fijación y efecto de las cargas) y no las condiciones de cumplimiento a las ruedas; dicha norma asume la existencia de esfuerzos verticales y laterales cuya resultante cae dentro de una zona dentro del carril, por lo que la relación esfuerzos laterales/esfuerzos verticales corresponde a la relación entre los esfuerzos laterales y verticales llamado comúnmente Y/O que es un parámetro que define la seguridad frente al descarrilo. CAF afirma que en las unidades de la Línea 12 se cumple este parámetro con un apreciable margen de seguridad y que *“un hipotético no cumplimiento de este parámetro llevaría al descarrilo del tren y no a un aumento de sollicitaciones sobre el carril”.*

#### **d) Desgaste en las ruedas**

CAF muestra mediante dos figuras, dos casos típicos de desgaste en la Línea 12 con diferente número de kilómetros, para los que señala que esos patrones de desgaste se consideran normales y que es muy habitual este tipo de perfiles de rueda para los números de kilómetros empleados en los casos referidos que son 1) Rueda 24I del UT01 con 84,500 km de recorrido y 2) Rueda 5I del UT01 con 142,000 km de recorrido.

CAF señala que los valores de desgaste en la zona de rodadura de hasta 3 mm (caso 2 con 142,000 km de recorrido) entran dentro de valores aceptables en explotaciones similares y que si los parámetros de control (alto de pestaña, ancho de pestaña y QR) se encuentran dentro de los márgenes de seguridad, no hay razón para dejar de rodar o reperfilear la rueda con otros motivos que no sean el optimizar la vida de la rueda y los costes asociados.

De igual forma, CAF indica que *"es posible plantear medidas de mejora (en la parte de las ruedas y sin olvidar que puedan plantearse otras en la parte de vía) que permitan mitigar los problemas de desgaste observados en los aparatos de vía"*.

#### **e) Medidas de mitigación**

CAF sugiere dos posibles medidas de mitigación:

- *"Medida 1.- Aplicar un chaflán en la rueda en la parte opuesta a pestaña. La norma EN13715 permite hacerlo aunque limita el ángulo máximo a 15 % (el perfil actual X.06.00126 tiene 5%). Esta medida reduciría considerablemente el efecto de falsa pestaña generado con kilometrajes altos"*.
  
- *"Medida 2: Gestión de los reperfilados: aumentar la frecuencia del reperfilados. Un aumento de la frecuencia de reperfilados mitigaría la presencia de la falsa pestaña. En caso de que se aplique la medida 1 de mitigación (chaflán en la rueda) la medida 2 (gestión de reperfilados) probablemente no sería necesaria. Aunque la gestión de reperfilados no sea estrictamente necesaria caso de aplicarse la medida 1 de mitigación (u otras medidas que se pudieran aplicar en la vía), es razonable afirmar que la optimización del período de reperfilados pueda ayudar a reducir los efectos de falsa pestaña"*.

#### **f) Conclusiones.**

CAF concluye textualmente en su documento que:

- *"Los problemas de degradación observados en los aparatos de vía de Línea 12 son debidos a la interacción entre rueda y carril, y no consideramos riguroso achacar en exclusiva el problema a la rueda ya que todos los aspectos (diseño, tolerancias, materiales, etc.) deben estudiarse por igual en ambos casos (rueda y carril)"*.
  
- *"En relación a los daños observados en algunas curvas (fijaciones rotas, etc.), no pueden considerarse como un incumplimiento de la norma EN 13146\_4 por parte de rueda, ya que dicha norma obliga sólo al carril y al mismo tiempo las hipótesis de carga de los esfuerzos de inscripción en curva sobre el carril se garantizan al cumplir los parámetros Y/Q por parte de las ruedas"*.
  
- *"Ha realizado una valoración de los patrones de desgaste de las ruedas, concluyendo que los mismos entran dentro de los casos normales y con ratios de desgaste moderados"*.
  
- *"Proponen dos posibles medidas a realizar en la parte de material rodante (una modificación (chaflán) en la rueda) y/o una modificación en la gestión de los reperfilados, que pueden mitigar los problemas observados en los aparatos de vía, sin que ello suponga que no se puedan tomar en paralelo otras medidas en la infraestructura con el mismo objetivo"*.

Posterior a ese documento, el 04 de marzo de 2014 CAF informó al STC sobre el desgaste de las ruedas de los trenes de la Línea, mediante Oficio sin núm. En este comunicado, CAF refiere a la Norma Técnica del Manual de Mantenimiento de Bogies de la L12, con la cual realizó una revisión general de las ruedas de los trenes, en la que encontró valores medidos en situaciones críticas fuera de los límites de seguridad en la operación de las ruedas de tres trenes, motivo por el que se decidió detener éstos trenes. El prestador del servicio de arrendamiento de los trenes también señala que para sus investigaciones consideraría como posibles causas que originan el desgaste acelerado la reducción de velocidad en la Línea, la implementación de maniobra automática en las terminales Mixcoac y Tláhuac y las irregularidades generales en las vías principales de la Línea, manifestadas desde la puesta en servicio; también propone las siguientes medidas de mitigación mientras se realizaban las mejoras tanto en vías de servicio como en secundarias:

- a) Que una vez realizada la inspección de las ruedas en la flota de 30 trenes, se habían encontrado los valores de la pestaña de la rueda fuera de los límites de seguridad para la operación, lo cual obligó a detener trenes hasta recuperar el perfil original de las ruedas mediante el retorneado o reperfilado.
- b) Que la afectación a la disponibilidad de los trenes no era responsabilidad de CAF por considerarla externa al material rodante.
- c) Recomendó identificar y engrasar manualmente en zonas críticas de curvas, así como incrementar velocidad de circulación por encima de la velocidad de equilibrio en las curvas con reducciones significativas (definida en función del peralte, ancho de vía y velocidad de diseño).

#### **4.2.2.4. Reperfilado de ruedas y reducción de velocidad de los trenes**

Parte de las acciones para atender la problemática del desgaste ondulatorio prematuro presentado, contempló el reperfilado de ruedas de los trenes.

El 02 de diciembre de 2013 la Dirección de Mantenimiento de Material Rodante del STC realizó un monitoreo de control de reperfilados realizados en los trenes, constatando que en esa fecha se habían reperfilado las ruedas de 13 trenes de los 30 pertenecientes al modelo FE-10 de Línea 12. Dichos trabajos se realizaron en las fechas y en el kilometraje que se indican a continuación, de conformidad con el oficio núm. DMMR/13/3376 del 02 de diciembre de 2013:

Reperfilado de ruedas de los trenes Datos a diciembre de 2013					
Tren	Recorrido acumulado			Primer reperfilado de ruedas	
	Fecha de puesta en servicio	Recorrido total (km)	Recorrido por mes (km)	Fecha	Km de recorrido
UT-01	08-Ago-2012	173,447	10,826	21-Sep-2013	145,130
UT-02	30-Jul-2012	176,665	10,825	----	----
UT-03	30-Jul-2012	144,990	8,884	----	----
UT-04	30-Jul-2012	182,044	11,154	29-Sep-2013	152,643
UT-05	03-Ago-2012	158,095	9,766	11-Ago-2013	107,776
UT-06	31-Jul-2012	166,101	10,198	27-Jul-2013	115,528
UT-07	31-Jul-2012	176,014	10,807	----	----
UT-08	02-Ago-2012	170,090	10,486	21-Jul-2013	114,589
UT-09	09-Ago-2012	177,222	11,085	13-Oct-2013	156,131
UT-10	06-Ago-2012	171,049	10,632	----	----
UT-11	10-Ago-2012	174,495	10,937	06-Oct-2013	150,070
UT-12	07-Ago-2012	171,315	10,671	----	----
UT-13	30-Ago-2012	169,805	11,107	----	----
UT-14	07-Sep-2012	150,572	10,024	02-Nov-2013	135,802
UT-15	28-Sep-2012	168,314	11,753	08-Sep-2013	117,342
UT-16	21-Sep-2012	169,181	11,624	----	----
UT-17	31-Ago-2012	169,646	11,121	----	----
UT-18	20-Sep-2012	141,085	9,672	14-Sep-2013	107,597
UT-19	05-Oct-2012	167,500	11,89	----	----
UT-20	19-Oct-2012	168,030	12,336	08-Jun-2013	92,173
UT-21	09-Nov-2012	156,763	12,133	----	----
UT-22	23-Nov-2012	150,259	12,065	----	----
UT-23	26-Dic-2012	148,887	13,113	10-Nov-2013	138,798
UT-24	11-Ene-2013	131,651	12,166	26-Oct-2013	116,007
UT-25	02-Feb-2013	118,417	11,739	----	----
UT-26	19-Feb-2013	115,708	12,153	----	----
UT-27	01-Mar-2013	111,396	12,125	----	----
UT-28	27-Mar-2013	93,764	11,269	----	----
UT-29	11-Abr-2013	98,222	12,559	----	----

Reperfilado de ruedas de los trenes Datos a diciembre de 2013					
Tren	Recorrido acumulado			Primer reperfilado de ruedas	
	Fecha de puesta en servicio	Recorrido total (km)	Recorrido por mes (km)	Fecha	Km de recorrido
UT-30	26-Abr-2013	85,123	11,628	-----	-----

Para marzo de 2014 se había realizado reperfilado de ruedas en trenes que fueron reportados por ruidos en los bogies y que fueron detenidos para el reperfilado. Los trenes en esta condición fueron los que se detallan en la siguiente tabla:

Trenes detenidos por reporte de ruidos en los bogies, para reperfilado de ruedas Datos a marzo de 2014					
Tren	Fecha de detención	Reperfilados		Estado a marzo 2014	Reperfilado con chaflán
		Fecha	Carros		
UT-22	13-Feb-14	22-Dic-13	FN5, FR2	En reperfilado	SI
		23-Dic-13	FN4		
		26-Dic-13	FN3 (50%)		
		24-Ene-14	FR1		
		03-Feb-14	FN2 (50%), FN3 (50%)		
		13-Feb-14	FN1, FN2 (50%)		
		17-Feb-14	FN1, FN2 (50%), FN4, FR2		
UT-26	16-Feb-14	28-Dic-13	FN2 (50%), FN3, FN4, FN5, FR2	En circulación desde el 28/02/14	SI
		29-Dic-13	FR1		
		30-Dic-13	FN1, FN2 (50%)		
		17 al 20-Feb-14	FR1, FN1, FN2, FN3, FN4, FN5, FR2		
UT-27	23-Feb-14	25-Dic-13	FR1, FN1, FN2 (50%)	En espera de pasar a reperfilado	SI
		26-Dic-13	FN2 (50%)		
		05-Ene-14	FN4, FN5, FR2		
		07-Ene-14	FN3		
UT-30	24-Feb-14	10-Feb-14	FN5 (50%), FR2	En espera de pasar a reperfilado	NO
UT-03	04-Mar-14	02-Ene-14	FR2	En espera de pasar a reperfilado	SI
		03-Ene-14	FN4, FN5		
		12-Ene-14	FN3		
		13-Ene-14	FR1, FN1 (50%)		
		16-Ene-14	FN1 (50%), FN2		
UT-12	09-Mar-14	12-Dic13	FN5, FR2		SI

Trenes detenidos por reporte de ruidos en los bogies, para reperfilado de ruedas Datos a marzo de 2014					
Tren	Fecha de detención	Reperfilados		Estado a marzo 2014	Reperfilado con chaflán
		Fecha	Carros		
		16-Dic-13	FN4	En espera de pasar a reperfilado	
		17-Dic-13	FN3		
		09-Ene-14	FR1		
		12-Ene-14	FN1, FN2		
UT-10	12-Mar-14	23-Nov-13	FN2, FN3, FN4, FN5, FR2	En espera de pasar a reperfilado	SI
UT-29	12-Mar-14	17-Ene-14	FR2, FN5 (50%)	En espera de pasar a reperfilado	SI
		19-Ene-14	FR1, FN1, FN2, FN3, FN4, FN5 (50%)		

Para mitigar este desgaste y evitar desbastar hasta 50mm las ruedas del costado derecho que no presentan dicho desgaste irregular, el STC procedió a invertir los trenes mediante la vía de retorno de Talleres Tláhuac, instalada exprofeso para tal fin, habiendo alcanzado en marzo de 2014 el 100% de los trenes invertidos. Una vez que todos los trenes estaban invertidos de posición, se reperfilaron las ruedas para asegurar el valor "QR".

La reducción de velocidad de los trenes también es otra de las medidas implementadas por el STC para los trenes, la cual no se refiere a acciones técnicas de mantenimiento sobre los trenes. La medida obedeció a carácter preventivo y consistió en la reducción de velocidad de los trenes a su paso por algunos tramos de la Línea.

En la siguiente tabla se detallan los tramos en los que se aplicó reducción de velocidad a los trenes, la comparación de la velocidad normal y la velocidad implementada, así como su fecha de inicio, desde agosto de 2013 hasta antes de la suspensión parcial de la Línea:

Reducciones de velocidad de los trenes en la vía				
Tramo	Vía	Velocidad normal	Velocidad adoptada por reducción	Fecha de implementación
Olivos – Tezonco	1	70 Km/h	40 Km/h	22/AGO/2013
Periférico Oriente - Calle 11	1 y 2	70 Km/h	40 Km/h	22/AGO/2013
Tlaltenco - Zapotitlán	1	70 Km/h	40 Km/h	18/OCT/2013
Nopalera - Tlaltenco	2	70 Km/h	40 Km/h	18/OCT/2013
Ermita - Mexicaltzingo	1 y 2	80 Km/h	60 Km/h	30/NOV/2013

<b>Reducciones de velocidad de los trenes en la vía</b>				
<b>Tramo</b>	<b>Vía</b>	<b>Velocidad normal</b>	<b>Velocidad adoptada por reducción</b>	<b>Fecha de implementación</b>
Lomas Estrella – San Andrés Tomatlán	1	70 Km/h	40 Km/h	09/DIC/2013
Nopalera - Zapotitlán	1	70 Km/h	40 Km/h	05/FEB/2014
Culhuacán - Zapotitlán	1 y 2	70 Km/h	40 Km/h	14/FEB/2014
Ermita - Mexicaltzingo	2	80 Km/h	40 Km/h	23/FEB/2014

En 2014 la reducción de velocidad también se extendió a los aparatos cambio de vía y de dilatación, para los que se fijó la velocidad uniforme en 25 Km/h en los siguientes aparatos:

<b>Reducciones de velocidad en aparatos cambio de vía y dilatación</b>			
<b>Tramo/Aparato</b>	<b>Vía</b>	<b>Velocidad adoptada por reducción</b>	<b>Fecha de implementación</b>
Tláhuac – Tlaltenco Punto normal de paro Tláhuac señal 11	1	25 Km/h	07/MAR/2014
Tlaltenco – Tláhuac Señal 10 al CDV 12 de Tláhuac	2	25 Km/h	07/MAR/2014
Olivos – Tezonco Toda la vía 1	1	25 Km/h	07/MAR/2014
Tezonco – Olivos De la señal 25 a la 22	2	25 Km/h	07/MAR/2014
Culhuacán – Atlalilco Señal 8 al punto normal de paro de Atlalilco	1	25 Km/h	07/MAR/2014
Atlalilco – Culhuacán Punto normal de paro Atlalilco a la señal 20	2	25 Km/h	07/MAR/2014
Insurgentes – Mixcoac Señal 10 al punto normal de paro de Mixcoac	1	25 Km/h	07/MAR/2014
Mixcoac – Insurgentes Salida Mixcoac a señal 22 a 1	2	25 Km/h	07/MAR/2014
Periférico Ote – Calle 11 Salida de Periférico Ote a límite de maniobra	1	25 Km/h	07/MAR/2014
Estación Mixcoac Señal 10 a andén de llegada	1	25 Km/h	07/MAR/2014
Estación Mixcoac	2	25 Km/h	07/MAR/2014

Reducciones de velocidad en aparatos cambio de vía y dilatación			
Tramo/Aparato	Vía	Velocidad adoptada por reducción	Fecha de implementación
Andén de salida hasta señal 1			

#### 4.2.2.5. Informe de afectaciones a la operación y seguridad de la Línea

En enero de 2014 el STC elaboró un “Informe de afectaciones a la operación y seguridad de la Línea 12”, en el que hace una síntesis de la problemática del sistema de vías y sus afectaciones a la operación de la Línea, así como de los trabajos pendientes relativos a la red contra incendio, instalaciones fijas y obra civil.

##### Problemática del sistema de vías

De acuerdo con ese informe, la problemática del sistema de vías es la más importante y la de mayor riesgo para la operación, con respecto a los problemas que se tienen en las diferentes instalaciones electromecánicas y en la obra civil, siendo los principales problemas que afectan la seguridad y operación de esta Línea los siguientes:

- Durmientes fisurados o fracturados.

El STC tenía un registro de 4,203 durmientes que el Consorcio había sustituido de mayo de 2013 al 09 de enero de 2014.

- Fijaciones de riel (Nabla) fracturadas.

Sólo en el año 2013 el Consorcio había sustituido más de 9,000 piezas y no se contaba con un diagnóstico que permitiera conocer las causas de la problemática y ni había una estrategia para solucionar el problema.

- Tornillería y cojinetes fracturados en aparatos de dilatación.

Este fenómeno había causado, a esa fecha, 11 cojinetes de resbalamiento fracturados en 7 diferentes aparatos de dilatación. El fabricante de esos aparatos (Vossloh), mediante consulta del Consorcio Constructor, indicó que existía un golpe anormal de las ruedas de los trenes en las agujas de los aparatos, ocasionado por una falsa pestaña en la rueda. En virtud de ese diagnóstico, CAF aceleró el reperfilado de las ruedas de los trenes, con un avance de 27 de 30 trenes en ese momento, 10 de ellos con un nuevo perfil para reducir la formación de la falsa pestaña; sin embargo, a pesar de haberse reducido el golpeteo en los aparatos de dilatación, el día 02 de enero de 2014 se volvió a encontrar un cojinete fracturado.

- Desgastes en aparatos cambio de vía y constantes reportes de pérdida de control de posición de agujas.

El Consorcio Constructor solicitó también para este caso el apoyo del fabricante Vossloh, el cual señaló que existían cargas mecánicas excesivas en los aparatos. El STC había solicitado varias veces la sustitución de las agujas de los aparatos afectados y el Consorcio había sustituido los cerrojos de dos aparatos en Mixcoac y otros dos en Tláhuac, sin embargo no había sustituido ninguna aguja mientras que los cerrojos nuevos también presentaron huellas de desgaste prematuro.

- Desgaste ondulatorio en curvas con radio menor a 300 m.

El 30 de julio de 2013 el Consorcio se había comprometido a concluir los trabajos de rectificación de vía a más tardar el 30 de noviembre de 2013, mismos que a esa fecha del informe no habían concluido y el avance se estimaba en 60%; para estos trabajos el STC había brindado las facilidades autorizando la interrupción temprana del servicio en las noches de los fines de semana a partir del 02/03 de agosto al 01/02 de diciembre de 2013, situación que le costó al STC 2.3 millones de pesos por el servicio de autobuses de la RTP.

Se hace también mención del informe de ILF del 14 de noviembre de 2013, del que refiere la afirmación de ILF respecto a que la vía no podía considerarse como terminada mientras hubieran durmientes por cambiar y del pronunciamiento de que había encontrado vía no terminada por cambios de tipo de almohadilla.

En noviembre de 2013 el Consorcio había iniciado el esmerilado del hongo de los rieles en las curvas 11 y 12, trabajo del cual hasta esa fecha se habían esmerilado 10 de 38 curvas (26.3 % de las curvas a esmerilar).

- Descompactado de balasto, desnivelación y desalineamiento de vía.

A la fecha de ese informe, se habían presentado e incrementado gradualmente los problemas de compactado y desnivelación de la vía a lo largo de toda la Línea, así como problemas en el trazo, dando origen a reportes de fuertes bamboleos y movimientos verticales al paso de los trenes en vanos tramos.

- Vía sobre concreto de la Terminal Tláhuac.

La zona de vía sobre concreto a la altura de los circuitos de vía (CDV) 15 y 25 había presentado fractura de fijaciones, dando un soporte inestable a los trenes que pasan del depósito a la Línea y viceversa. El Consorcio había atendido parcialmente sustituyendo la losa de concreto del CDV 25 por vía normal sobre balasto, sin embargo el mal estado de la fijación en el CDV 15 puso a la explotación de la Línea en un punto crítico, ya que sólo se contaba con una vía para el paso de los trenes que dan el servicio, lo que afectaba seriamente la operación.

- Durmientes de madera en aparatos de cambio de vía.

Los durmientes de madera de las zonas de aparatos cambio de vía presentaban grietas y rajaduras que comprometen la fijación de las piezas que constituyen los aparatos, lo cual no permitía garantizar la estabilidad geométrica de los aparatos, poniendo en riesgo la operación.

- Vibraciones en viaducto con estructura metálica.

A lo largo del primer año de operación se habían percibido fuertes vibraciones al paso de los trenes, las cuales habían aumentado en intensidad, afectando la estabilidad de los elementos instalados sobre la estructura metálica del viaducto elevado, ya que son sometidos a movimientos oscilatorios de diversas frecuencias e intensidades.

En este tramo se producía un ruido intenso al paso de los trenes, transmitiendo las vibraciones a la estructura y de ésta al terreno, afectando las edificaciones vecinas al trazo de la Línea. Además estas vibraciones representan un riesgo mayor si el conjunto tren-estructura-suelo entrara en resonancia, en cuyo caso los esfuerzos aumentarían más de diez veces de lo normal.

### Afectaciones a la operación

#### ❖ Seguridad.

Debido a los problemas en el sistema de vías desde antes de su inauguración y que se agudizaron gradualmente conforme se incrementó la intensidad de la operación, en agosto de 2013, cuando habían 29 trenes en operación, fue necesario implantar reducciones de velocidad.

#### ❖ Afectaciones al servicio.

La implantación de reducciones de velocidad en la Línea genera desfases de los horarios de salida de los trenes, causando que los tiempos de recorrido se alteren, por lo que no se cumple con los programas de servicio establecidos., situación que a su vez había causado que se incrementara la duración de la vuelta real del tren, pasando de 85 a 90 minutos.

#### ❖ Acciones efectuadas.

A fin de garantizar la circulación de los trenes y disminuir las afectaciones por los retrasos en el servicio por las reducciones de velocidad, se tuvo que reforzar las actividades del personal de operación, incrementando la supervisión, el apoyo de personal inspectores jefes de estación y cubrir con el personal de regulación de tráfico suficiente las actividades operativas, generando en estos casos la contratación de tiempo extraordinario por 2.1 millones de pesos.

#### ❖ Funcionalidad.

Las fallas en un aparato de vía generan afectaciones en las maniobras de cambio de vía en las terminales y en caso necesario deben implantarse servicios provisionales hasta restablecer la operación normal. Adicionalmente, se altera la operación normal de la Línea ya que en principio, una vez que el personal operativo asegura un aparato de vía, se tiene que degradar el modo de conducción de pilotaje automático a conducción manual a una velocidad de seguridad que no ponga en

riesgo la operación, lo cual genera retrasos y modifica los tiempos de recorrido y la frecuencia de paso de los trenes.

La problemática de la fijación de la vía sobre losa de concreto en los CDVs 15 y 25 de las vías secundarias de la terminal Tláhuac, había ocasionado que en ese momento sólo se tenía acceso a la Línea por el CDV15, lo cual pone en riesgo la viabilidad de la terminal Tláhuac al no poder salir trenes de la nave de depósito hacia la Línea.

Las fallas en el suministro de energía eléctrica en las zonas de vías principales y secundarias generaron varios casos críticos que obligó a la implantación de servicios provisionales y a la contratación de autobuses de la RTP para cubrir con otro medio el servicio en los tramos afectados, tal fue el caso en los días 10 de mayo y 19 de diciembre de 2013. Este tipo de incidentes recurrentes se había presentado 696 veces desde el mes de noviembre de 2012 a la fecha de ese informe del STC.

#### Pendientes en la Red contra Incendio.

Ese informe presentado señala que faltaba concluir los pendientes tales como reemplazar mangueras y rociadores inadecuados, instalar bombas de achique en cuartos de máquinas, corregir fugas en la red y reemplazar tuberías que no habían cumplido con las especificaciones.

#### Pendientes en las Instalaciones Fijas.

El informe referido señala los siguientes pendientes:

- Detección de humos: Faltaba concluir la instalación de los sistemas de detección de humos en estaciones, edificios y SR's, por lo que se requería realizar las pruebas en sitio una vez que los equipos se encontraran en operación.
- Bombeo: No se había concluido la instalación de los equipos de bombeo de los sistemas de aguas negras ni los de aguas pluviales, existiendo variaciones de diámetros en las tuberías de descarga.
- Ventilación: La ventilación menor y el aire acondicionado tenían faltantes y problemas en los tableros de control, faltando concluir la fijación de equipos y ductos. En los equipos de ventilación mayor era necesario realizar la fijación del revestimiento exterior e interior de las cámaras plenas, así como canalizar el agua pluvial que llega a las lumbreras y sellar huecos que generan pérdidas en la eficiencia de los equipos.
- Elevadores y aceras móviles: Faltaba concluir la instalación del elevador de la Estación Ermita y corregir la filtración de agua que afecta su operación. En la estación Atlalilco, una acera móvil se encontraba fuera de servicio por problemas de filtración de agua, lo que afectó los controles mientras que las demás presentaban

desajustes de los sistemas de tracción de pasamanos, rieles, ahorro de energía y placas de desembarque. En esas mismas aceras móviles existían filtraciones en las fosas de máquinas y era necesario poner en operación los cárcamos de achique en las fosas de revisión y habilitarla en la Estación Atlalilco.

- Otros equipos electromecánicos en los talleres Tláhuac: El generador de agua caliente no estaba puesto en servicio; en el cuarto de compresores se acumulaba el agua dentro de las trincheras y en la red de distribución de aire faltaba terminar la instalación de tomas. También faltaba corregir la contaminación que se presentaba en las celdas de tratamiento por ingreso de aguas negras en la lavadora de trenes.
- Energía eléctrica: La instalación eléctrica en las estaciones y Talleres no coincide con los planos del Proyecto "AS BUILT", los circuitos no se encuentran identificados, dificultando la localización de fallas, asimismo, los registros para los cables de alta y baja tensión no están conectados al drenaje por lo que en época de lluvias se descarga el agua a través de los ductos de cables hacia el sótano del puesto de maniobras y del Taller Eléctrico; con relación al alumbrado de emergencia éste no funciona como tal, igualmente, se requiere conectar las charolas a tierra en las galerías de cableado de las Subestaciones de Rectificación y el bajo andén de las estaciones, y finalmente, las tapas en las trincheras que cubren el cableado de alta tensión a lo largo de la línea son de concreto y la mayoría se encuentran fracturadas debiendo ser de polímero para facilitar su manejo, además en la interestación Tláhuac-Lomas Estrella falta su instalación.

#### Pendientes en obra civil.

El informe señala que existía una gran cantidad de pendientes de obra civil que estaba afectando la operatividad de la Línea:

- ❖ Problemas que afectan la operación y la seguridad en la Línea.
  - Filtraciones en estaciones e intertramos.
  - Falta de desagüe bajo fosa de escaleras y en bandas transportadoras.
  - Tapas de registros en estaciones e intertramos.
  - Sustitución de escaleras de fin de andén.
  - Concluir los trabajos de conexión de celdas de cimentación estación Tláhuac.
  - Corregir las bajadas de aguas pluviales en tramo elevado.
  - Protección de catenaria en pasarelas de cambio de andén en estaciones: Zapotitlán, Lomas Estrella, San Andrés y Culhuacán.
  - Corrección de puertas de salida de emergencia en línea de torniquetes de Estaciones.
  - Puertas de salida de emergencia en intertramos subterráneos.
  - Sustitución de acrílicos en barandales de estaciones Mixcoac e Insurgentes.
  - Cambio de mobiliario en taquillas.
  - Colocación de coladeras en zoclo dren.

❖ En Talleres Tláhuac.

- Cambio de escalera marina en maquina lavadora.
- Solución al ingreso de agua en registros eléctricos al perímetro del PMT.
- Revisión de equipo de bombeo en cárcamos para desalojo de agua pluvial de registros eléctricos (sólo equipados 3 de 10 cárcamos).
- Análisis de calidad de agua de la "garza".
- Revisión de la conexión de descarga de la maquina lavadora a la red general.
- Revisión de tuberías de bajadas de aguas pluviales en registros de mantenimiento sistemático (lado sur).
- Pruebas del Sistema de Protección Contra Incendio.

#### 4.2.2.6. Recomendaciones de Michel Lannoye.

El STC presentó en marzo de 2014 los resultados del estudio realizado por Michel Lannoye, quien es miembro de la Sociedad de Transportes Intercomunales de Bruselas y experto en instalaciones fijas.

Michel Lannoye fue invitado por ALSTOM en su calidad de experto mundial de sistema de transportes tipo metropolitano y la metodología aplicada por este experto consistió en realizar diversas visitas a la Línea, al Taller Tláhuac y sostener diversas reuniones con personal técnico del STC. El resultado de su trabajo fueron unas recomendaciones de la "Misión Línea 12 (27/02 → 06/03)", las cuales fueron textualmente las siguientes, por orden de prioridad:

1) Mantenimiento de los aparatos de vía.

*La primera prioridad de las acciones correctivas a tomar debe ser orientada lo más pronto posible en los aspectos de la seguridad de los aparatos de vía:*

- *Las puntas de las agujas (agujas y aparato de dilatación) deben ser protegidas con el fin de evitar todo riesgo de conflicto con la morcilla de la rueda.*
- *Las puntas de corazones deben también ser protegidas de la misma manera que las agujas y el contra-riel activo debe ser objeto de un arreglo conforme a la cota de protección.*

*Si los aparatos de vía no están protegidos y si el perfil de las ruedas no respeta las normas internacionales tenemos un riesgo potencial de descarrilamiento.*

2) Desgaste ondulatorio.

*La importancia del desgaste ondulatorio debe ser tratada lo más pronto posible por esmerilado del riel. La restitución de un perfil adecuado será inmediatamente benéfica tanto para la vía como para el material rodante. Las vibraciones actuales son también nefastas para la estructura del viaducto.*

3) Contacto rueda / riel.

*El contacto riel / rueda se encuentra desfavorecido por la gran diferencia del radio de rodadura del carril ( $R = 9,5 \text{ mm}$ ) y del radio de rodadura de la rueda ( $R = 16 \text{ mm}$ ). Se recomienda adoptar el perfil de riel UIC que mejoraría el contacto a un radio de  $13 \text{ mm}$ . Además, la geometría de la mesa de rodadura de este perfil es también propicia para la rueda. En esta óptica, si el material rodante acepta pasar a un radio de  $R = 14 \text{ mm}$  la interfaz entre el carril y la rueda se encontrará mejorada.*

4) Ruedas.

*Es indispensable revisar las normas de mantenimiento de las ruedas refiriéndose a las recomendaciones internacionales en la materia. El Qr no puede en ningún caso ser menor del valor  $6,5 \text{ mm}$ . El diámetro diferencial entre ruedas del mismo eje jamás puede ser superior a  $5 \text{ mm}$ .*

5) Mantenimiento general de la vía.

*El elemento soporte de la vía debe ser objeto de una revisión general. El balasto debe realizar plenamente su función con el fin de aportar a la vía flexibilidad y elasticidad. Conviene asegurar una repartición homogénea y efectuar un tratamiento por bateo que respete las reglas adecuadas. Los puntos duros ubicados a la mitad de los durmientes serán eliminados automáticamente gracias a una repartición adecuada.*

6) Optimización del estudio geométrico de la vía.

*La geometría de la vía puede ser mejorada por una mejor relación radio de curva, velocidad y peralte. Una insuficiencia de peralte de  $0,4 \text{ m/s}^2$  permitirá una mejor inscripción del bogie.*

7) Curvas de entrada y de salida del depósito.

*El radio débil de estas curvas impone un cuidado particular a la geometría. A este título, el "centreo" de los carriles debe estar perfectamente adecuado, según el estudio en plano de la vía. Debido a la mala alineación de los rieles al nivel de las juntas mecánicas, se recomienda la sustitución de éstos.*

8) Largo rieles soldados.

*Las diferentes juntas emplachadas vistas son inútiles. La técnica generalizada de largo rieles soldados aporta un mejor comportamiento de la vía.*

*Si las soldaduras son realizadas en una playa de temperatura neutra con relación a los extremos que pueden ser registrados en México, no hay ni riesgo de deformación de la vía ni de rotura de carril.*

#### **4.2.3. Comunicado a la Contraloría General del GDF**

El 12 de febrero de 2014, el Director General del STC, mediante Oficio núm. 10000/0029/2014 dirigido al Contralor General del GDF, presentó un diagnóstico de las condiciones en las que se encontraba la Línea 12 en ese momento, con la finalidad de deslindar responsabilidad ante la problemática presentada, destacando principalmente las irregularidades de:

- a) Desgaste ondulatorio acelerado y acentuado de los rieles, particularmente en las curvas menores a 300 metros de radio.
- b) Deformación de rieles y deslizamientos (patinaje) de los trenes respecto al punto normal de paro (condición de parada larga).
- c) Desgastes excesivos en aparatos cambio de vía (en cerrojos, agujas, contra-agujas, rieles intermedios y piezas de cruzamiento).

En este comunicado, el STC expuso los siguientes hechos:

- ❖ Que se continuaba operando con reducciones de velocidad y con diversos daños por el desgaste ondulatorio acelerado y acentuado en los rieles, particularmente en las curvas menores a 300 metros de radio y que además, existían varios trabajos pendientes de entregar y corregir.
- ❖ Que la velocidad reducida se determinó para garantizar la seguridad de la operación ante las deficiencias de la vía, representando un incremento de hasta el 50% en la disminución de velocidad.
- ❖ Que era necesario separar las cuestiones administrativas pendientes (cumplimiento de contrato, finiquito, vicios ocultos) de soluciones técnicas en campo previo diagnóstico de la problemática existente, lo cual permitiera tomar decisiones para mejorar la seguridad del servicio, derivado de la necesidad de implementar esquemas operacionales en la Línea con niveles de seguridad que demandan grandes recursos humanos.
- ❖ Que la Línea 12 tiene 66 curvas en ambas vías con diferentes radios; sin embargo, la problemática del desgaste ondulatorio, fisuras de durmientes y fracturas de grapas

elásticas, se acentuaba en las curvas 11, 12, 15, 16, 17 y 22, ubicadas en el tramo elevado entre Tlaltenco y Atlalilco, construidas sobre estructura metálica. Este tramo elevado tiene una longitud de poco más de 7 km en los que se utilizaron estructuras metálicas en la obra civil, lo que generaba vibraciones que se percibían muy altas cuando los trenes se desplazaban por las vías.

- ❖ Que en septiembre de 2012 se detectaron fuertes desgastes ondulatorios en las curvas 11, 12, 15, 16, 17, 22, 27 y 28 del tramo elevado, que inclusive motivaron la sustitución de rieles de las curvas 11 y 12 poco antes de la inauguración de la Línea. Posteriormente este fenómeno se incrementó y se presenta en las 38 curvas con radio menor a 300 metros.
- ❖ Que previo a la inauguración del 30 de octubre de 2012, ya se habían presentado casos de fisuras de durmientes, registrando un total de 4,335 durmientes sustituidos por el Consorcio en el periodo de mayo de 2013 al 04 de febrero de 2014.
- ❖ Que con la operación de la Línea aparecieron las placas metálicas elásticas fracturadas hasta superar las 9,000 piezas sustituidas en curvas con radio menor a 300 metros.
- ❖ Que desde el año 2013 se habían detectado fijaciones seccionadas y cojinetes fracturados en diversos aparatos de dilatación, lo cual había causado hasta esa fecha 12 cojinetes de resbalamiento fracturados en 8 diferentes aparatos de dilatación.
- ❖ Que la inscripción del bogie en la vía, el ancho y sobre-elevación de la misma, así como la interacción de la rueda riel, habían incrementado las averías, deformaciones de rieles y efectos negativos en el desempeño de la Línea desde su puesta en operación, tal fue el caso de los deslizamientos de los trenes respecto al punto normal de paro (condición denominada "parada larga"), condición que se da cuando el tren, conducido en pilotaje automático, no logra detenerse en el punto establecido, por lo que patina y se desplaza varios metros fuera de su punto de paro; dicho fenómeno se produjo principalmente por la elevada vibración de los trenes circulando sobre la vía, provocando que el sistema de lubricación del tren inyectara más grasa de la debida, así como por trabajos de lubricación del Consorcio en la superficie de los rieles, siendo que este problema aun no se resolvía del todo a esa fecha.
- ❖ Que la vibración excesiva en la Línea provocó una falla de cortocircuito en la catenaria entre las estaciones San Andrés Tomatlán y Lomas Estrella, el día 10 de mayo de 2013, por lo que el servicio se vio afectado durante cinco horas y fue necesario establecer dos servicios provisionales solicitando el apoyo de 25 autobuses de la RTP.
- ❖ Que desde julio de 2013 se comenzaron a apreciar desgastes excesivos en aparatos cambio de vía, principalmente en las terminales Tláhuac y Mixcoac, en específico en los cerrojos, agujas, contra agujas, rieles intermedios y piezas de cruzamiento, lo cual era un problema originado por la interacción entre los trenes y la vía, agravado por defectos de instalación y mantenimiento repetidamente reportados por el STC.

- ❖ Que hasta ese momento, los trabajos del Consorcio no habían logrado evitar o reducir los problemas de fisuras en durmientes, fracturas de placas de fijación de rieles, daños a los cerrojos y agujas de los aparatos de vía, lo cual implicaba que podrían seguir ocurriendo indefinidamente, por lo que cualquier presupuesto para su mantenimiento se volvería incuantificable en términos de corrección, demandando la adquisición de piezas nuevas.
- ❖ Que derivado de una reunión de trabajo del 30 de julio de 2013 entre PMDF, STC y el Consorcio, éste último a esa fecha no había concluido los trabajos de mantenimiento del sistema de vía comprometidos en esa reunión y que ese Consorcio no había entregado al PMDF el proyecto ejecutivo para la re-nivelación y re-alineación de la vía; inspección y corrección en su caso de soldaduras; acomodo y suministro de balasto donde haga falta; esmerilado de rieles y liberación de esfuerzos.
- ❖ Que el STC, durante el periodo de mantenimiento del Consorcio, brindó las facilidades autorizando la interrupción temprana del servicio en las noches de los fines de semana a partir del 02/03 de agosto al 01/02 de diciembre de 2013 y cubrió 2.3 millones de pesos por el servicio de autobuses de la RTP, incluso puso a disposición del Consorcio maquinaria del STC para realizar los trabajos de mantenimiento, previo visto bueno de la Contraloría General del GDF.
- ❖ Que derivado de las causas del desgaste ondulatorio prematuro señaladas en el dictamen de los Consultores de ILF contratados por el PMDF, atribuidas a los trenes, el STC había instruido a CAF-Provetren acelerar el programa de re-perfilado de ruedas, de lo cual a esa fecha del comunicado se tenían 24 de 30 trenes al 100% y que en ese dictamen se ratificaban las observaciones efectuadas por el STC, por lo que se solicitó a PMDF y al Consorcio dar prioridad en las zonas de curvas con radio menor a 300 metros.
- ❖ Que en noviembre de 2013, por recomendación de ILF, el Consorcio inició el esmerilado del hongo de los rieles en las curvas 11-12 y que a la fecha del comunicado se habían esmerilado 18 de 38 curvas (47.4 % de las curvas a esmerilar), sin embargo, ya se presentaban nuevamente los desgastes ondulatorios en las curvas esmeriladas, por lo que las recomendaciones del dictamen no fueron suficientes y/o adecuadas para resolver los problemas de operación del STC, los cuales requerían de un diagnóstico por expertos en la materia y soluciones diferentes.
- ❖ Que el grupo de trabajo formado por PMDF, Consorcio y STC reconocía de forma unánime como apremiante necesidad para atenuar el crecimiento del desgaste ondulatorio la del suministro, instalación y puesta en operación inmediata del sistema fijo de lubricadores de riel.
- ❖ Que a esa fecha se presentaban y se incrementaban gradualmente los problemas de compactado y desnivelación de la vía a lo largo de toda la Línea, así como problemas en el trazo, lo que originaba reportes de fuertes bamboleos y movimientos verticales

al paso de los trenes en varios tramos, lo que dio como resultado la implantación de las restricciones a la velocidad de los trenes.

- ❖ Que a pesar de las acciones realizadas, el Consorcio no ejecutaba los trabajos de corrección al mismo ritmo que se presentaban los problemas a lo largo de la Línea.
- ❖ Que derivado del enclavamiento de una subestación de rectificación presentado el 19 de diciembre de 2013, se tuvo que suspender el servicio por casi tres horas, debiendo establecerse dos servicios provisionales y solicitar apoyo de 50 autobuses a RTP.
- ❖ Que los trabajos pendientes en ese momento consistían en lo siguiente:
  - Sustitución de los mecanismos de mando de los Disyuntores de Media Tensión (DMT) en las subestaciones de alumbrado y fuerza, debido a que se bloqueaban durante el mando a distancia.
  - Puesta a punto de los detectores de tensión riel-suelo en las subestaciones de rectificación, las que funcionaban parcialmente.
  - La lógica de tracción no estaba diseñada conforme a los requerimientos del STC, ya que cualquier falla de los equipos de tracción bloquearía la zona eléctricamente, impidiendo la continuidad del servicio a los usuarios.
  - El alumbrado de emergencia en las estaciones, interestaciones, subestaciones y talleres estaba inoperante, ya que al cortar la energía eléctrica se apagaba todo el alumbrado.
  - Se estaban desprendiendo las charolas que alojan el cableado en la interestación Tlaltenco-Tláhuac y en la zona Talleres, por lo que debía corregirse la degradación de soportería y charola para cables.
  - Corrección de la soportería y tapas de polímero instaladas en las trincheras para cables de media tensión (23 Kv) y sustitución de las tapas de concreto por tapas de polímero, ya que las primeras se caían al paso del personal poniendo en riesgo su integridad, así como la del cable.
  - Conclusión de la instalación del sistema de pararrayos en las Subestaciones de Rectificación.
  - Faltaba instalar soportería, identificar, peinar y sujetar los circuitos en los registros de cableado para que se intercomunican con los cárcamos de bombeo. De igual manera para los circuitos instalados en las charolas para cables.
  - Los planos entregados por PMDF "como construido" ("as-built"), de las especialidades: telecomunicaciones, mando centralizado, señalización, pilotaje automático, CCTV y RCS, así como instalaciones hidráulicas, ventilación mayor y menor, no correspondía a lo instalado.
  - Conclusión de la identificación del enlace de fibra óptica de la estación Centro Médico y la corrección de empalmes, así como la corrección de software y hardware para eliminar del pasmado y retraso de imágenes para las cámaras en toda la Línea 12.

- Conclusión de las adecuaciones y pruebas definitivas del software del sistema SCADA.
- Instalación del sistema de monitoreo remoto para los sistemas de protección contra incendio, hidráulico y aire acondicionado.
- Conclusión del proceso de instalación e integración del sistema para las escaleras eléctricas, elevadores y aceras móviles por parte de las compañías de mantenimiento de las marcas Mitsubishi y Schindler.
- En las casas de máquinas de Parque de los Venados, Mexicaltzingo, Taller Tláhuac y en el Puesto de Control de Línea, faltaba la instalación de la válvula solenoide de retorno para arranque automático semanal.
- Los rociadores no eran los adecuados en los tramos Tláhuac-Zapotitlán y Lomas Estrella-Mixcoac, mientras que las mangueras no cumplían con los parámetros de presión especificados.
- Faltaba reparar fugas en la tubería de los tramos de Atlalilco a Tláhuac.
- La tubería de la red debería ser cédula 40 de acuerdo a los términos de referencia y no se habían colocado los manómetros en gabinetes de estación.
- No se había entregado la totalidad de la información técnica del sistema contra incendios y faltaba la entrega de llaves para abrir gabinetes.
- Conclusión de la instalación del sistema de protección contra incendio en los Talleres Tláhuac y en la cola de Mixcoac.
- Conclusión de la instalación, programación y puesta en operación de los sistemas de detección de humo y temperatura, en las estaciones, edificios y Subestaciones de Rectificación.
- Dos hidroneumáticos en las estaciones Ermita y Atlalilco no cumplían con las especificaciones y con la capacidad descrita en los planos entregados por PMDF.
- Faltaban equipos de bombeo por instalar en las estaciones Zapata, Mixcoac, Ermita, Atlalilco y Tláhuac.
- El diámetro de la tubería de los arreglos hidráulicos debía ser uniforme, los accesorios eran de menor diámetro que la descarga de acuerdo al proyecto por lo que había pérdidas de eficiencia en bombas.
- Las celdas de cimentación de las estaciones y naves de Talleres Tláhuac y el bajo andén de las 20 estaciones deberían ser estancos, sin embargo estaban constantemente inundados, por lo que debía corregirse esta situación.
- Los equipos de ventilación menor carecían de tablero de control y su operación no era automática, lo que en varios casos dificultaba su acceso para mantenimiento, faltando equipos por instalar en Tláhuac y de Lomas Estrella a Mixcoac.
- Conclusión de la instalación de aire acondicionado en equipos de Tláhuac y Mixcoac, mientras que en Zapata y Parque de los Venados operaban con

deficiencias. Faltaba colocar el recubrimiento térmico en ductos de aire acondicionado en Tláhuac.

- Fuerte problemática en la fijación del revestimiento exterior e interior de las cámaras plenas de los equipos de ventilación con posibilidades de desprendimiento de materiales hacia las vías.
  - Conclusión de la puesta en operación del elevador ERM1-1 en la estación de Ermita por filtración de agua en el cubo.
  - Las fosas de las aceras móviles de la estación Atlalilco no tenían drenaje hacia los cárcamos de filtraciones y constantemente presentaban problemas de fallas por ingreso de agua.
  - Derivado de una revisión y pruebas de registros en Talleres Tláhuac, se observó que los registros de los diferentes cableados que se localizan en el perímetro fuera del Puesto de Maniobras, no estaban intercomunicados hacia algún cárcamo de bombeo; también se detectó que el agua se filtraba de manera abundante por las tuberías de los cableados que comunican hacia los registros localizados del lado del muro perimetral de los Talleres.
- 
- ❖ Que después de 12 meses (enero 2013 – enero 2014) con mesas constantes de trabajo en los ámbitos técnico y administrativo entre los diferentes actores tanto en lo operacional como en lo constructivo, no se había llegado a ninguna posibilidad de solución definitiva a la problemática de desgaste ondulatorio prematuro.
  - ❖ Que el STC, ante las fallas recurrentes y el aspecto sistémico, no podía garantizar en términos de operación aspectos como: la seguridad de la transportación de personas ante los movimientos forzados entre el bogie y la vía, la eficacia de los tiempos de viaje por las reducciones de velocidad para mitigar los movimientos forzados y un posible descarrilamiento o el solventar aspectos de corrección constructivo mediante programas de mantenimiento donde la solución era primero agotar los procedimientos administrativos entre el PMDF/SOBSE y el Consorcio Constructor.
  - ❖ Que como organismo operador del servicio, el STC había consultado de manera directa a asesores internacionales de otros organismos del transporte, coincidiendo que la operación demandaba una pronta e inmediata resolución separando los aspectos administrativos o contractuales que realizaba el GDF con el Consorcio.

El comunicado concluye señalando que con los hechos relatados no existían condiciones para llegar a un punto de equilibrio entre las acciones que realizaba el Consorcio Constructor y el acelerado deterioro de la vía, por lo que era importante, para mantener la operación, que se empleara un mayor número de recursos humanos, materiales y financieros para los sistemas electromecánicos y de obra civil, en tanto se determinaran las causas y las acciones de corrección definitivas.

Ese mismo comunicado fue enviado al PMDF mediante Oficio núm. 10000/0028/2014 de misma fecha 12 de febrero de 2014.

El Consejo de Administración del STC se dio por enterado tanto del estado operativo de la Línea como de la necesidad de deslindar responsabilidad ante la Contraloría General del GDF, mediante el Acuerdo núm. II-EXT-2014-II-2 emitido el 14 de febrero de 2014, misma fecha en que autorizó al STC, en el Acuerdo núm. II-EXT-2014-II-2-Bis-1, realizar adjudicaciones directas por la vía de excepción para servicios de asesoría y diagnóstico de la Línea y bajo esos resultados contratar los servicios de mantenimiento emergente.

#### **4.2.4. Suspensión parcial de la Línea**

La suspensión parcial de la Línea se llevó a cabo por parte del STC mediante la publicación de un aviso de suspensión el 12 de marzo de 2014, para la cual previamente se siguió lo estipulado en el Instructivo del STC que señala el protocolo de clasificación y comunicación para la atención de incidentes relevantes que se presentan durante la operación de las Líneas del Metro. Posterior al aviso de suspensión, el Comité para la Investigación de Incidentes Relevantes del STC ratificó dicha suspensión mediante un dictamen presentado en abril de 2014.

##### **4.2.4.1. Clasificación de la problemática**

El "Instructivo para la Atención de Incidentes Relevantes", emitido por el STC de fecha 24 de octubre de 2012, indica los procedimientos a seguir para atender incidentes que son relevantes en el servicio de una Línea del Metro. A tal efecto, este instructivo menciona que *"cuando se presenten incidentes que afecten la seguridad de los usuarios, trabajadores, personal externo, equipos, instalaciones y trenes, las comunicaciones, así como las acciones a efectuarse, deberán estar orientadas al restablecimiento del servicio a la brevedad posible, vigilando en todo momento se cumplan las condiciones de seguridad. En consecuencia, es necesario contar con un instrumento que asegure la ejecución coordinada de las actividades para la atención de incidentes relevantes, cuyo objeto será definir los lineamientos específicos para proporcionar una atención inmediata, coordinada y eficaz de las áreas cuya participación sea necesaria en la resolución de un incidente"*.

##### **Definición y clasificación de un incidente**

De acuerdo al Instructivo de referencia, los incidentes se definen como servicio normal, incidente relevante e interrupción o degradación del servicio:

###### **❖ Servicio normal**

*Se considera que el servicio es normal para una Línea, cuando ésta opera con todas las estaciones abiertas, los trenes programados de acuerdo al tipo de día y hora, así como el intervalo de circulación previsto.*

*Sin embargo, una variación de estos parámetros, que no afecten sustancialmente la seguridad, rapidez y comodidad con que se transportan los usuarios, también es considerado como Servicio Normal.*

#### ❖ **Incidente relevante**

*Aquellos hechos que sobrevienen en el curso de las actividades normales del Sistema y que altera significativamente sus funciones en perjuicio del servicio, de sus equipos, instalaciones y trenes, así como la integridad física de los usuarios y trabajadores, requiriendo para su solución una atención inmediata y coordinada en la que comúnmente es necesaria la participación de más de un área, tanto interna como externa al STC.*

*Incidente relevante es aquel que afecte la integridad física de las personas, cause daños materiales (con valor equivalente a 2,000 días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal o más), que interrumpa el servicio de una Línea o tramo(s) por más de 15 minutos y todos aquellos que por su frecuencia y riesgo considere el Comité para la Investigación de Incidentes Relevantes para su análisis y dictamen.*

*Al presentarse un incidente relevante, los servicios de operación, mantenimiento, jurídicos, de las áreas prevencionistas de seguridad industrial e higiene, protección civil, sistemas e investigación de incidentes, autoridades del STC y de emergencia externos, deberán ser informados en el menor tiempo posible, a través del Puesto Central de Control (PCC), con la finalidad de actuar de inmediato dentro del ámbito de su competencia.*

#### ❖ **Interrupción o degradación del servicio**

*Una interrupción o degradación del Servicio Normal es estrictamente cualquier variación sustancial en los parámetros precisados.*

*Las interrupciones del Servicio Normal pueden ser:*

- a) *Interrupción total de la circulación de trenes en una Línea, con el correspondiente cierre de estaciones de la misma.*
- b) ***Interrupción parcial del servicio, con la suspensión temporal del mismo de un tramo de la Línea, el consecuente cierre de las estaciones de dicho tramo y el establecimiento del Servicio Provisional, en el cual, al menos una estación deberá operar como terminal provisional.***

*Las degradaciones del Servicio Normal pueden ser:*

- a) *Cierre de una o más estaciones de una Línea, pero con trenes en circulación que únicamente no dan servicio a usuarios en esas estaciones.*
- b) *Cierre parcial o temporal de la correspondencia de usuarios hacia otra Línea, en la cual se presente algún imponderable.*
- c) *Cierre de uno o más accesos en una estación, con una afectación sustancial del servicio en la misma, no obstante que continúen abiertos los accesos restantes.*
- d) *Reducción(es) de la velocidad de circulación de trenes en una Línea en un (o unos) tramo(s) dado(s), pero con todas las estaciones abiertas al público.*

De las anteriores definiciones, podemos ubicar al caso de la Línea 12 dentro de "Interrupción o degradación del servicio", renglón de Interrupciones del servicio normal, inciso "b".

Por otro lado, el Instructivo clasifica a los incidentes de dos maneras: **aquellos incidentes que interrumpen el servicio** y los que no interrumpen el servicio. A su vez, cada uno de estos grupos se puede desglosar en seis rubros de acuerdo con la naturaleza del incidente:

- a) Que afectan vidas humanas.
- b) **En los equipos, instalaciones y trenes.**
- c) Siniestros.
- d) Actividades de alteración del orden de índole interna y/o externa, provocados por agentes perturbadores socio-organizativos.
- e) Fenómenos naturales.
- f) Pongan en riesgo la libertad de los trabajadores del STC y/o externos.

De la clasificación anterior de incidentes, tomamos la de aquellos que interrumpen el servicio en los equipos, instalaciones y trenes, que es la que corresponde al cierre parcial de la Línea 12 y que el Instructivo referido define de la siguiente manera:

Incidentes que interrumpen el servicio normal: en los equipos, instalaciones y trenes  
(Fracción II del numeral 2.2.4.1. del Instructivo para la Atención de Incidentes Relevantes):

*Son principalmente: falta de corriente de alimentación tracción en vías principales y secundarias; descarrilamientos; averías en trenes que impiden su circulación; falta de alumbrado en estaciones; falla en la señalización en Línea; averías en el Mando Centralizado; obstáculos en vías, cuyo retiro sea difícil o **cualquier otro motivo técnico que se presente en las zonas de operación** del Sistema, afectando el Servicio Normal.*

Dentro del Anexo 1 de ese Instructivo se indican los tipos de perturbaciones que pueden presentarse durante la operación de la Red y que interrumpen el servicio; para el caso en específico de la Línea 12 se puede referir a la perturbación como “Elementos de la vía dañados”, para la cual ese Anexo define el protocolo de atención siguiente:

<i>Descripción de la perturbación</i>	<i>Áreas del organismo involucrado en su atención y seguimiento</i>	<i>Áreas externas al STC que deberán estar informadas</i>	<i>Autoridades del STC que deberán tener conocimiento</i>
<i>Elementos de la vía dañados</i>	<b>Instalaciones Fijas</b> CCOE <b>Mantenimiento de Material Rodante</b> Coordinador, Taller <b>Seguridad Institucional</b> CEO, PCM, BIS, PC <b>Transportación</b> COE, Gerente <b>Gerencia de Sistemas e Investigación de Incidentes</b>	RTP a través del Jefe de Regulaciones	- Director General - Subdirectores Generales de Operaciones y Mantenimiento - Director de Transportación

#### 4.2.4.2. Aviso de suspensión

El 12 de marzo de 2014 el STC publicó en la Gaceta Oficial del DF núm. 1816 el “Aviso por el cual se hace del conocimiento a los usuarios de la Línea 12 Tláhuac – Mixcoac, la suspensión del Servicio Público de Transporte en las estaciones que se indican”, constando de los siguientes resolutivos:

- 1) Que el STC, por necesidades de diagnóstico y mantenimiento mayor de la Línea 12, suspendía temporalmente por un periodo de seis meses, el servicio público de transporte en las estaciones de Tláhuac, Tlaltenco, Zapotitlán, Nopalera, Olivos, Tezonco, Periférico Oriente, Calle 11, Lomas Estrella, San Andrés Tomatlán, Culhuacán y Atlalilco en sus dos sentido de oriente a poniente, a partir del primer minuto del día doce de marzo de dos mil catorce.

- 2) Que el STC apoyaría a los usuarios de esa Línea, con el servicio gratuito de autobuses convencionales de la Red de Transportes de Pasajeros (RTP), en el horario de suspensión del servicio y que los puntos de ascenso y descenso de los mismos serían ampliamente difundidos en medios de comunicación, volanteo y mantas informativas en las estaciones de la Línea 12.
- 3) Que el STC daría servicio normal de semana laborable y fin de semana en las estaciones Mixcoac, Insurgentes Sur, Hospital 20 de Noviembre, Zapata, Parque de los Venados, Eje Central, Ermita, Mexicaltzingo y Atlalilco en ambos sentidos de poniente a oriente.

La decisión de la suspensión parcial de la Línea fue autorizada y respaldada por el Consejo de Administración del STC mediante el Acuerdo núm. I-2014-III-11 del 12 de marzo de 2014; así también este Órgano de Gobierno del STC autorizó mediante el Acuerdo núm. I-2014-III-11-Bis de misma fecha 12 de marzo de 2014, que el traslado gratuito a los usuarios afectados por el cierre de las estaciones del tramo elevado, se brindara por la RTP como parte de los servicios que se convienen anualmente el STC y la RTP, con cargo al presupuesto del STC y en tres rutas viales consistentes en: 1) de Tláhuac a Atlalilco, 2) de Tláhuac a Constitución de 1917 y 3) de Periférico Oriente a Taxqueña.

El Consorcio Constructor, por su parte y ese mismo día del aviso de suspensión, publicó en medios de prensa un comunicado sobre la suspensión de la Línea, en el cual refirió que ese Consorcio tenía conocimiento de que el STC había solicitado opiniones a técnicos especialistas y expertos internacionales quienes señalaron que no era factible operar la Línea 12 con altos estándares de seguridad debido a la existencia de una incompatibilidad entre la vía y los trenes, lo cual había provocado un desgaste prematuro en todo el sistema de vías. El Consorcio manifiesta textualmente en este comunicado que *"entiende la decisión tomada por el Sistema de Transporte Colectivo, conforme a sus facultades, de suspender el servicio en el tramo elevado, como consecuencia de las opiniones vertidas por los especialistas técnicos y expertos"*.

El PMDF también dio a conocer un comunicado de prensa, 01/14 del 13 de marzo de 2014, en el cual manifestó que ese Órgano había solicitado al Consorcio Constructor la atención de requerimientos solicitados por el STC respecto a deficiencias que afectaban la normalidad del servicio, por lo que pidió a ese Consorcio presentar un programa de ejecución de esos trabajos para regresar la Línea a la normalidad operativa y que en caso contrario de no atender dicho requerimiento, exigiría la fianza de cumplimiento. El PMDF también manifestó que había recurrido a la Contraloría General del GDF para que ésta hiciera las auditorías que considerara pertinente.

#### 4.2.4.3. Dictamen de ratificación de la suspensión

Posterior al aviso de suspensión parcial de la Línea, el Comité para la Investigación de Incidentes Relevantes del STC ratificó dicha suspensión mediante el dictamen 589 presentado en abril de 2014 y en el que realizó un análisis de fallas en materiales, equipos, sistemas y elementos estructurales de la vía de la Línea 12. Este Comité fue instalado el 18 de marzo del 2008 por aprobación del Consejo de Administración del STC (máximo Órgano de Gobierno de ese Organismo) mediante Acuerdo núm. I-2008-III-9 y dentro de sus atribuciones, señaladas en el Manual de Integración y Funcionamiento de ese Comité, se encuentra la de dictaminar sobre investigaciones que realice para determinar las causas de incidentes que se susciten en la Red del Metro.

El dictamen fundamenta sus premisas en los informes y reportes de cada una de las áreas responsables de la operación, mantenimiento e ingeniería, así como de expertos externos. En los siguientes párrafos se presentan las consideraciones de los informes base de las premisas y el dictamen técnico emitido por este Comité, en los siguientes incisos:

- A) Informes de la Gerencia de Instalaciones Fijas,
- B) Informe de la Dirección de Transportación,
- C) Informe de la Dirección de Mantenimiento del Material Rodante,
- D) Informe de la Gerencia de Ingeniería y Nuevos Proyectos,
- E) Informe de la Gerencia de Seguridad Institucional y
- F) Dictamen técnico emitido.

#### A) Informes de la Gerencia de Instalaciones Fijas

##### A.1) Coordinación de Vías

Esta unidad administrativa hizo una compilación en tiempos y conceptos del estado que guardaba entonces el Sistema de Vías, incluyendo los resultados de los respectivos mantenimientos preventivo y correctivo que formaron parte del contrato de construcción de la Línea celebrado con el Consorcio Constructor, entre otros aspectos:

- ❖ *Partiendo de los parámetros de 23.961 kilómetros construidos para 20 estaciones a una velocidad comercial de 37.8 kilómetros por hora; el recorrido de origen-destino (Tláhuac-Mixcoac), a razón del punto de partida constructivo (se inició en Tláhuac), el tiempo de una vuelta en una vía sería de 40 minutos. El circuito completo en ambas direcciones representaría 80 minutos de duración y considerando en términos constructivos 2 estaciones superficiales (Tláhuac y Tlaltenco); 9 en viaducto elevado (de Zapotitlán a Culhuacán) y 8 estaciones subterráneas (de Atlalilco a Mixcoac). En este sentido, se reduciría en un 50% las 2 horas de traslado de la zona sur-oriente al sur-poniente, conforme al estudio del año 2008 relativo al estudio costo beneficio del proyecto.*
- ❖ *Las definiciones de velocidad comercial respecto a la operativa y reducida son que la primera se refiere a la relación de la distancia entre terminales Tláhuac y Mixcoac y el tiempo de traslado que le toma al usuario, es decir 23.961 km en 40 minutos 1 aproximados. La velocidad operativa se refiere a la de diseño que deberían*

desarrollar los trenes en ese tramo. La velocidad reducida se determinó para garantizar la seguridad de la operación ante las deficiencias de la vía y representó en su momento, un incremento de hasta el 50 por ciento en la disminución de velocidad.

- ❖ *Derivado de las fallas presentadas desde antes de su inicio de operación entre el sistema de vías (durmientes, balasto, el sistema de fijación, aparatos de vía y aparatos de dilatación y todo lo requerido para su correcto funcionamiento) y su relación riel rueda de los trenes arrendados por CAF, se determinó como medida preventiva y entre otras acciones, calcular la reducción de velocidad operativa de los trenes a efecto de disminuir de manera preventiva la ocurrencia de una falla mayor que pudiera ocasionar incluso un descarrilamiento y toda vez que dichos efectos de las fallas están impactando directamente en el desempeño y fiabilidad operacional de esta Línea, mismos que al momento no se contaba con un diagnóstico preciso ni propuesta de solución factible en el corto plazo y que deberá centrarse en el sistema de vías y los trenes FE-10 de la empresa CAF.*
- ❖ *Considerando que la velocidad de diseño de los trenes FE-10 es 80 km/hr y que de acuerdo al trazo y perfil del tramo elevado de la Línea 12 la velocidad empleada en la operación cotidiana es de 70 km/hr en las interestaciones, esta tuvo que ser reducida a 43 km/hr a efecto de garantizar la seguridad operativa, esto ocasionado por el desgaste ondulatorio anormal del riel y la degradación de este sistema (durmientes, balastro, el sistema de fijación, aparatos de vía y aparatos de dilatación, etc.) y debido a su relación riel rueda el desgaste ocasionado a las mismas, motivo adelantar el proceso de reperfilado, lo cual retiró del servicio 7 trenes.*
- ❖ *Las mayores alteraciones al servicio causando ineficiencia en el desempeño y fiabilidad operacional de la Línea, mismos que no tienen diagnóstico ni propuesta de solución hasta el momento, se centran en el sistema de vías y su interacción con los trenes FE-10. Por lo anterior y ante la degradación de la seguridad operativa de la Línea 12, se propuso y aprobó por el H. Consejo de Administración (primera sesión ordinaria del 12 de marzo de 2014 acuerdo 1-2014-III-11) la suspensión temporal del servicio en el tramo elevado que corresponde de la Terminal Tláhuac a la Estación Atlalilco a partir de esa fecha, ya que las alteraciones operativas estaban provocando y degradación en el desempeño y fiabilidad operacional en la Línea de las cuales no se contaba con un diagnóstico operativo y que se centran en el sistema de vías y su interacción con los trenes FE-10.*
- ❖ *En su trayectoria, la Línea 12 tiene 66 curvas en ambas vías con diferentes radios; sin embargo, la problemática del desgaste ondulatorio, fisuras de durmientes y fracturas de fijaciones elásticas, se acentúa en las curvas ubicadas en el tramo elevado entre Tláhuac y Atlalilco, con mayor énfasis en las Curvas 03,07, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 22, 27, 28, 30, 32, 34, 37, 43, 44, 53, 54, 55 y 56; construidas algunas de ellas sobre estructura metálica. Un efecto notablemente evidente es el ruido que producen los trenes a su paso. El tramo elevado tiene una longitud de poco más de 7 km en los que se utilizaron estructuras metálicas en la obra civil, generando vibraciones que se perciben muy altas cuando los trenes se desplazan por las vías.*

Desgaste ondulatorio, fractura de durmientes y de fijaciones de riel:

- ❖ *En septiembre de 2012 se detectaron fuertes desgastes ondulatorios en las curvas 11, 12, 15, 16, 17, 22, 27 Y 28 del tramo elevado, que inclusive motivaron que el Consorcio L-12 sustituyera aproximadamente 900 m de rieles de las curvas 11 y 12 poco antes de la inauguración de la Línea. Posteriormente este fenómeno se incrementó y se presenta actualmente en las 38 curvas con radio menor a 300 metros, e incluso algunas con radio mayor a 300 m como la curva No. 10 (Nopalera - Zapotitlán). Además, este fenómeno comenzó a notarse en los Aparatos Cambio de Vía de uso frecuente en las Maniobras de las estaciones terminales Tláhuac y Mixcoac (se anexa copia simple de oficios GIF/2760/2012 de fecha 27 de septiembre de 2012, así como SDGM/0144/13 de fecha 12 de febrero de 2013 y minuta del 29 de abril del 2013). El desgaste ondulatorio reportado provoca altas vibraciones en las curvas del viaducto elevado, fomenta la fractura de fijaciones Nabla Evolution, así como de durmientes; además, altera la geometría de la vía.*
- ❖ *Precisamente, otra problemática con origen previo a la inauguración del 30 de octubre de 2012, son las fisuras de durmientes. El STC tiene registro de 4,538 durmientes que el Consorcio ha sustituido de mayo de 2013 al 26 de marzo de 2014. Algunos de ellos, según información de PMDF y el Consorcio, por un problema de calidad en los durmientes fabricados por ICA-PRET. (Se anexa copia de la minuta de la reunión celebrada el 10 de marzo de 2014 en las instalaciones del STC).*
- ❖ *Con la operación de la Línea aparecieron las placas metálicas elásticas fracturadas hasta llegar a cerca de 11,000 piezas sustituidas en curvas con radio menor a 300 metros. El Consorcio ha utilizado almohadillas con un nuevo diseño sugerido por el fabricante, sin resultados satisfactorios. Como ejemplos, debe mencionarse que en la madrugada del 3 de febrero de 2014 se identificaron 90 grapas fracturadas en la Curva 17 (200 m de radio), Vía 1, entre las estaciones Tezonco y Periférico Oriente; mientras que la madrugada del 5 de febrero se ubicaron más de 100 grapas fracturadas en la Curva 12 entre Zapotitlán - Nopalera, a partir de esto, se le solicitó al Consorcio que intensificara las revisiones y reparaciones llegando a sustituir del 6 al 10 de febrero, 364 placas elásticas en las curvas 12, 15, 16, 17 y 22.*
- ❖ *Desde la puesta en operación de la Línea 12, la inscripción del bogie en la vía, el ancho y sobre-elevación de la misma, así como la interacción de la rueda riel, han incrementado las averías, deformaciones de rieles, fracturas de fijaciones, durmientes, cojinetes de aparatos de dilatación, así como tornillos, causando efectos negativos en el desempeño de la Línea.*
- ❖ *Las constantes fracturas de fijaciones de riel Nabla Evolution, motivaron las reducciones de velocidad en las siguientes curvas menores a 300 m de radio: 3, 7, 11, 12, 15, 16, 17, 22, 27 Y 28. Las fijaciones de riel constituyen un elemento de seguridad ante el descarrilamiento, por lo que paulatinamente se fueron aplicando reducciones de velocidad, primero a 40 km/h, luego a 25 km/h, hasta llegar a la suspensión parcial que ocurrió el día 12 de marzo de 2014. Este es un problema que a la fecha no tiene solución, por lo que el Consorcio continúa sustituyéndolas conforme se rompen.*

- ❖ *Las reducciones de velocidad en curvas de 60 y 70 km/h a 40 km/h y a 25 km/h, aunado a un peralte de 160 mm entre los rieles interior y exterior trae como consecuencia una degradación del servicio prestado. Este peralte parece muy elevado para la configuración de las curvas 11, 12, 27 Y 28; así como para la cercanía de las curvas 3, 7 Y 22 con las estaciones Tláhuac, Tlaltenco y Periférico Oriente, respectivamente, que impiden que los trenes alcancen velocidades de 60 o 70 km/h.*
- ❖ *El 17 de agosto de 2013 se fracturaron los dos primeros cojinetes en aparatos de dilatación, en las interestaciones Periférico Oteo - Calle 11 y San Andrés Tomatlán - Lomas Estrella. A la fecha se han fracturado 17 cojinetes de resbalamiento en 11 diferentes aparatos de dilatación.*
- ❖ *La primera reducción de velocidad que se aplicó en la Línea (22 de agosto de 2013), fue debido a las fracturas de los cojinetes de los aparatos de dilatación ubicados en las interestaciones Periférico Ote - Calle 11 por Vía 2; San Andrés Tomatlán - Lomas Estrella por Vía 1 y Olivos - Tezonco por Vía 1.*
- ❖ *La última fractura de cojinete de resbalamiento (16 de febrero de 2014), estuvo acompañada del degollamiento de los tres tornillos que sujetan al propio cojinete, incrementando el riesgo de descarrilamiento.*

#### Paradas largas:

- ❖ *Esta condición se da cuando el tren, conducido en pilotaje automático, no logra detenerse en el punto establecido, sino que se patina y desplaza varios metros. Más adelante se presenta una gráfica con las paradas largas registradas desde el 29 de octubre de 2012 hasta diciembre de 2013. Éstas se produjeron principalmente por la elevada vibración de los trenes circulando sobre la vía, provocando que el sistema de lubricación del tren inyectara más grasa de la debida, así como por trabajos de lubricación del Consorcio en la superficie de los rieles. El 20 de abril de 2013, particularmente hubo 43 eventos y se tomó la decisión de dejar fuera de servicio los lubricadores del tren de viernes a domingo.*
- ❖ *Para evitar la sobre-inyección de grasa por los lubricadores, Alstom y el proveedor de los trenes (CAF-Provetren), trabajaron en desarrollar una rutina para que el pilotaje automático (CSTC), inyectara la grasa en las cantidades y sitios previamente conciliados. Sin embargo, en los meses de febrero-marzo (130 eventos), abril (77 eventos) y noviembre de 2013 (67 eventos), el problema fue recurrente. Actualmente, se trabaja con Alstom y CAF-Provetren para eliminar las paradas largas, pues éstas presentaron un repunte al iniciar el año de 2014.*

#### Aparatos cambio de vía:

- ❖ *En julio de 2013 se comenzaron a apreciar desgastes excesivos en aparatos cambio de vía, principalmente en las terminales Tláhuac y Mixcoac. Estos desgastes se presentan en los cerros, agujas, contra agujas, rieles intermedios y piezas de cruzamiento, además de desgaste ondulatorio en agujas, contra agujas y rieles intermedios en la trayectoria desviada. Es un problema originado por la interacción*

entre los trenes y la vía, agravado por defectos de instalación y mantenimiento repetidamente reportados por el STC (falta de balasto, defectos de trazo y perfil y sobreelevación en las curvas, falta de control en el par de apriete de las fijaciones de los rieles, soldaduras de riel mal acabadas, entre otras), además del fenómeno denominado "falsa pestaña" que se presenta en las ruedas del Material Rodante.

Mantenimiento preventivo y correctivo por el Consorcio:

- ❖ Las fisuras en durmientes, fracturas de placas de fijación de rieles, daños a los cerrojos y agujas de los aparatos de vía requieren atención definitiva, ya que son elementos de alta seguridad. Hasta el momento, los trabajos del Consorcio no han logrado evitarlos o reducirlos, lo que implica que pueden seguir ocurriendo indefinidamente. Prueba recurrente de lo anterior es que al esmerilar los rieles se desgastan de manera acelerada acortando su vida útil. El adelgazamiento de éstos demerita la fiabilidad y acelera su sustitución aunada a la reposición de durmientes, placas de fijación y aparatos de vía. Cualquier presupuesto para su mantenimiento se vuelve incuantificable en de corrección, demandando la adquisición de piezas nuevas.
- ❖ El STC ha solicitado reiteradamente la sustitución de las agujas de los aparatos afectados. El Consorcio ha sustituido los cerrojos de dos aparatos en Mixcoac y otros dos en Tláhuac. Sin embargo, no ha sustituido ninguna aguja y los cerrojos nuevos también presentan huellas de desgaste prematuro.
- ❖ Contractualmente el Consorcio L12, debía ejecutar trabajos de rectificación de vía después de 6 meses de operación de la Línea. En mesa de trabajo del 30 de julio de 2013 entre PMDF, STC y el Consorcio, este último se comprometió a concluir a más tardar el 30 de noviembre de 2013, los trabajos de mantenimiento del sistema de vía. Sin embargo, a la fecha no han concluido y los avances se estiman desde 46.93 % a 54.35 % en diferentes actividades. Como se señaló en varias reuniones tripartitas, el Consorcio no entregó en tiempo a PMDF el proyecto ejecutivo para la re-nivelación y re-alineación de la vía; inspección y corrección en su caso de soldaduras; acomodo y suministro de balasto donde haga falta; esmerilado de rieles y liberación de esfuerzos (documento CONIISA/PMDF/L 12/GS/4943/13 del 31dic 2013; programas firmados el 26 abril 2013 y minuta del día 29 abril 2013).
- ❖ Para el periodo de mantenimiento citado, el STC brindó las facilidades autorizando la interrupción temprana del servicio en las noches de los fines de y semana a partir del 02/03 de agosto al 01/02 de diciembre de 2013 y cubrió 2.3 millones de pesos por el servicio de autobuses de la RTP. Incluso, el mantenimiento que ha proporcionado el Consorcio ha sido con maquinaria del STC que, conforme a la consulta realizada a la Contraloría General del Distrito Federal, se estimó sería la forma más conveniente para que el Organismo recibiera el sistema de vías en condiciones adecuadas.

Diagnóstico del desgaste ondulatorio por ILF-TÜV:

- ❖ El desgaste ondulatorio prematuro y acelerado que existe en la vía motivó que PMDF contratara a las empresas ILF-TÜV (CERTIFICADOR) para dictaminar las causas y recomendaciones para su solución. El dictamen consideró como principales causas del fenómeno la falta y el deficiente compactado del balasto, falta

*de control del par de apriete de las fijaciones, durmientes con fisuras y deficiente esmerilado de las soldaduras de los rieles.*

- ❖ *Otras causas del desgaste mencionadas atribuidas a los trenes fueron: achatamiento de ruedas, falta de re-perfilado de algunos trenes y golpes en los aparatos de vía, así como en las juntas de dilatación por desgaste excesivo de la rueda. Para ello, STC instruyó a CAF-Provetren acelerar el programa de re-perfilado de ruedas.*
- ❖ *Una vez que ILF-TÜV presentaron su dictamen, se ratifican las observaciones efectuadas por el STC, por lo que se solicitó a PMDF y al Consorcio dar prioridad en las zonas de curvas con radio menor a 300 metros. A la fecha, los trabajos de rectificación, alineación y nivelación no están terminados.*
- ❖ *Cabe destacar que el certificador ILF-TÜV afirmó en el documento entregado que, "La vía no puede considerarse como terminada mientras haya durmientes por cambiar" y señala haber encontrado "Vía no terminada por cambios de tipo de almohadilla". Ambas condiciones permanecen vigentes.*
- ❖ *Sin embargo, en el dictamen de ILF/TÜV no hay conclusiones contundentes de qué se debe hacer para reducirlo y las que recomendó, desarrolladas de manera parcial por el Consorcio, no denotan mejoría.*
- ❖ *En noviembre de 2013 a recomendación de ILF/TÜV, el Consorcio L12 inició el esmerilado del hongo de los rieles en las curvas 11 y 12. A la fecha se esmerilaron 24 de 38 curvas, esto es un 63.15 % de las curvas a esmerilar. Sin embargo, ya se presentan nuevamente los desgastes ondulatorios en las curvas que ya se esmerilaron. Por consiguiente, las recomendaciones del dictamen no son suficientes y/o adecuadas para resolver los problemas de operación del STC, los cuales requieren de un diagnóstico por expertos en la materia y soluciones diferentes. Por otro lado, se necesita una máquina amoladora especial para obtener mejores resultados.*
- ❖ *ILF-TÜV ha sido enfático desde el 11 de octubre de 2013 en la necesidad del suministro, instalación y puesta' en operación inmediata del sistema fijo de lubricadores de riel, para atenuar el crecimiento del desgaste ondulatorio, acción que el grupo de trabajo formado por PMDF, Consorcio y STC reconoce en forma unánime como apremiante necesidad. Es importante señalar que este fenómeno también se presenta en aparatos cambio de vía y en aparatos de dilatación. Este trabajo no fue contratado por PMDF.*
- ❖ *A la fecha se presentan y se incrementan gradualmente los problemas de compactado y desnivelación de la vía a lo largo de toda la Línea, así como problemas en el trazo, dando origen a reportes de fuertes bamboleos y movimientos verticales al paso de los trenes en varios tramos. Esta situación ha dado como resultado la implantación de restricciones a la velocidad de los trenes, como ocurre actualmente y desde hace ya más de tres meses en el tramo recto de Ermita - Mexicaltzingo.*
- ❖ *A pesar de las acciones realizadas, es claro que el Consorcio no ejecuta los trabajos de corrección al mismo ritmo que se presentan los problemas a lo largo de la Línea.*

### Solicitudes de apoyo a expertos:

- ❖ Después de haber trabajado las curvas 11, 12, 22, 27 Y 28 con avances importantes conciliados con PMDF, CONSORCIO, CONIISA (supervisión externa contratada por PMDF), así como ILF-TÜV, los problemas de desgaste ondulatorio, fractura de durmientes y fijaciones Nabla, aparecieron de nuevo en estas curvas en menos de tres meses. Por consiguiente, a fin de buscar soluciones a los problemas continuamente degenerativos que se presentan en la Línea 12 y que cada vez producen más restricciones en el correcto desempeño de la misma, el STC solicitó a las empresas TSO y ETF, especialistas en diseño, construcción, mantenimiento y rehabilitación de vías, su opinión de qué estaba generando el desgaste ondulatorio en las vías y cómo se podría reducir.

### TSO:

- ❖ El 17 de febrero de 2014 TSO entregó su primer reporte de las inspecciones realizadas en la Línea y el Taller de Mantenimiento Menor de Trenes con las siguientes observaciones:

- *Interface material rodante - superestructura ferroviaria.*  
Se tiene preocupación sobre la distancia eje a eje de los bogíes la cual es de 2.5 m (superior a lo común), ya que se nota que estos bogíes tienen dificultad a encararse suavemente en las curvas de radio menores.
- *Diversidad de naturaleza de plataforma y diseño.*  
Se constatan desgastes importantes en la desviada del aparato de tg 0.13 localizado a nivel de la estación de terminal de Tláhuac donde los trenes efectúan las maniobras de cambio de vía. La curva tiene un radio de cerca de 100 m con un ancho de 1,438 mm y presenta un desgaste muy preocupante de los rieles con desgaste ondulatorio de 5 a 8 cm de longitud de onda. La diversidad de naturaleza y la sucesión de plataforma de concepto diferente no facilitan la mejora del perfil longitudinal ni tampoco la estabilidad de las vías en el tiempo. Cada zona de transición, son tan numerosas en la Línea 12, que necesitan un mantenimiento adaptado.
- *Composición de la superestructura ferroviaria.*  
*Naturaleza de los durmientes de hormigón.* Si bien estamos satisfechos de constatar que la vía está realizada con durmientes de hormigón mono bloque, no entendemos el origen sobre la heterogeneidad de este armado. De hecho, los proveedores y características son diferentes en peso, espesor, superficie de apoyo sobre el balasto.  
Las más pequeñas son de fabricación PRET y soportan el dispositivo de fijación del tercer riel:
  - Espesor debajo del patín del riel = 210 mm
  - Ancho máximo base en contacto con el balastro = 255 mmLas otras son de fabricación ITISA:
  - Espesor debajo del patín del riel = 242 mm
  - Ancho máximo base en contacto con el balastro = 310 mm

Durante las visitas se constataron varias anomalías que pueden cuestionar la fabricación de los durmientes (fisuras longitudinales, desagregación por parte de los durmientes encima de los hilos de pretensión, etc.).

- *Naturaleza de los dispositivos de fijación de los rieles.*  
La fijación Nabla Evolution debería permitir un mejor aseguramiento del ancho de vía especialmente en las curvas de radios menores. Después de varios sondeos, se constató un exceso de apriete. Este lleva a una reducción o supresión de la elasticidad induciendo efectos nefastos sobre la fijación, su placa metálica puede fisurarse y el aislante embebido en el durmiente lo cual puede extraerse y fisurar el durmiente (no hemos constatado este último fenómeno).  
Es importante hacer notar que además del torque de apriete, es indispensable conservar la placa metálica de la fijación elástica con una curvatura. Sondeos puntuales mostraron que muchas fijaciones están apretadas con un contacto máximo.
  
- *Naturaleza y resistencia de los rieles.*  
Se trata de un riel 115RE para el cual se constató un desgaste anormal en tan poco tiempo de servicio (desgaste de 3 a 6 mm en algunas curvas). Se observó mucho desgaste ondulatorio sobre las dos filas de riel (mientras el desgaste ondulatorio usualmente aparece en la fila baja), con longitud de onda de 5 a 8 cm y un aplastamiento de la cabeza del riel hasta 72 mm para un teórico de 69 mm.  
En vía embridada (con planchuelas), se observó que éstas no están engrasadas y que la apertura de las juntas no es uniforme con las graves consecuencias sobre la calidad del alineamiento de estas vías.  
Algunas soldaduras alumino-térmicas no fueron amoladas correctamente y presentan una geometría fuera de cualquier tolerancia con los impactos directos que esto tiene sobre la calidad de la nivelación de vía y de la estabilidad del balasto.
  
- *Naturaleza del mantenimiento preventivo.*  
De acuerdo con la experiencia de TSO en trabajos ferroviarios, el mantenimiento debería resumirse a las tareas siguientes:
  - Control de la estabilidad de los durmientes de hormigón y de las fijaciones incluyendo su apriete, para conservar la elasticidad de las fijaciones.
  - Perfil de balasto y en particular en los 350 mm de cada lado de cada fila de riel, es decir en lo que debe ser la zona de acción de la bateadora.
  - Engrase y control de los valores de ajuste de los aparatos de dilatación.
  - Engrase y ajuste de la junta mecánica.
  - Inspección del estado de superficie del riel.
  - Control del estado de las soldaduras alumino-térmicas.
  - Control de las cotas de protección en los aparatos de vía.
  - Inspecciones generales del ambiente ferroviario.
  
- *Estación de Tláhuac hacia el Patio y Talleres.*

Se encontró una sucesión de desórdenes que van amplificándose:

- Desgaste ondulatorio importante e incluido dentro de los aparatos de vía tg 0.13 los cuales permiten llegar hasta el Patio.
- Un desgaste del riel del orden de 6 mm con una indicación que la pestaña de las ruedas tocan y marcan las bridas.
- Una soldadura alumino-térmica que presenta una punta de más de 1 cm. el riel de cada lado de dicha soldadura se ha desgastado a la diferencia de la soldadura.
- Viruta de riel sobre los patines de los rieles, así como polvo de metal incluso en los contra rieles de los aparatos de vía.
- Parece que las ruedas de los trenes actúan como limador.
- Juntas mecánicas cerradas a nivel de la cabeza del riel.
- Bidas sin grasa.

➤ En el Patio y Talleres de mantenimiento de los trenes CAF.

TSO conoció el programa de revisión de las ruedas y constató los defectos sobre las ruedas, así como que la necesidad de re-perfilar las ruedas para corregir defectos. Es indispensable tomar en cuenta el envejecimiento prematuro de las ruedas.

➤ En los recorridos en cabina.

Entre las estaciones de Periférico Ote. y Zapotitlán se constató falta importante de balastro y en particular sobre las extremidades de los durmientes. Se observaron varias zonas de desgaste ondulatorio y balanceo provocado por el efecto de "baile" de los durmientes a nivel de la fila baja.

➤ En visita de campo de noche durante la interrupción de tráfico.

TSO revisó:

- El torque de apriete de las fijaciones Nabla Evolution. Se constató una curvatura de la placas metálicas y en paralelo el torque de apriete superior a 30 mdaN. Se desmontaron algunas de estas fijaciones y se encontró que la placa aislante plástica (color blanco) se había deformado en sus extremidades al nivel de la zona de contacto con la placa metálica, lo que es anormal. Es necesario clarificar el origen de este desorden.

Durante la inspección de campo, el personal de TSO encontró una brigada reemplazando componentes de fijación Nabla fisurada. TSO procedió con la siguiente prueba: En una fijación Nabla (tipo original), sustituyeron el aislante viejo con uno nuevo y se observó el aplastamiento tomado por este componente por el apoyo incorrecto del aislante nuevo sobre el patín del riel. Aun así, con un torque de apriete de 24 mdaN midieron una curvatura de 2mm.

- El apriete de las fijaciones indirectas en los aparatos de dilatación. Se encuentran con exceso de apriete, lo que tiene como consecuencia suprimir la función de fijación elástica. Además, es perjudicial en un aparato de dilatación.
- Degaste del riel en Línea. El degaste observado está entre 2 y 4 mm, con un ancho de la cabeza de riel hasta 72 mm por un teórico de 69 mm (aplastamiento de la cabeza del riel).

- *Fisura y fracturación de los durmientes de hormigón mono bloque. Observaron fisuras longitudinales en un durmiente tipo PRET equipado con el soporte del tercer riel, -por encima de los cables de pretensión. Sin una evaluación detallada en laboratorio no es posible determinar la causa.*
- *Fisura y rotura de placa metálica de fijación Nabla por las siguientes causas posibles:*
  - *Exceso de apriete causando fisuras y rotura.*
  - *Mala serie de fabricación (TSO ya ha tenido este caso en obra previa en Francia).*
  - *Algunas fijaciones han sido reemplazadas hace pocos días por una placa metálica de pequeño tamaño (parece por falta de stock de la pieza original) y ya estaban fisuradas. Se tiene que anotar que estas placas metálicas pequeñas no son adaptadas a la Nabla Evolution.*
  - *Después de desmontar estas pequeñas placas metálicas se pudo constatar el exceso de apriete caracterizado por la deformación del aislante plástico en el cual apoya.*
  - *La brigada del Consorcio estaba colocando 2 placas metálicas encima una de la otra lo que provoca un daño al plástico aislante.*
- *Rotura de durmientes de hormigón mono-bloque. TSO procedió con la desguarnición del balasto de cada lado de un durmiente ITISA fracturado.*
- *Tratamiento de la superficie de los rieles. La operación de tratamiento mecanizado de la superficie del riel con la máquina GWM110 del STC sólo es útil para atender preventivamente zonas puntualmente afectadas, pero no es la adecuada para una corrección tan importante como lo necesita la Línea 12 actualmente. Esta máquina asegura una abrasión superficial y eliminación de algunas virutas en la cabeza del riel. En la zona tratada, posterior' a los trabajos se podía notar el desgaste ondulatorio.*
- *Operación de bateado mecanizado pesado. TSO informó que el modo en que se operaba la multicalzadora era un error lamentable de proceso de tratamiento de la zona. De hecho, la bateadora 08.16 estaba utilizada como una simple "compactadora de balasto" y más bien contribuía a "destruir" la granulometría del balasto con doble bateo a cada durmiente y en una zona equipada con instalaciones eléctricas de señalización.*

❖ *Al 27 de marzo de 2014, la Línea 12 presenta desordenes muy importantes tanto a nivel de los activos de la superestructura de vía como de las ruedas de los trenes:*

- *Desgastes excesivos de los rieles especialmente en curvas.*
- *Desgaste ondulatorio en los rieles, importantes y generalizados en las dos filas de rieles en curvas.*
- *Fractura de durmientes y fallo de fijaciones especialmente en curvas.*
- *Desgaste y abrasión del balasto.*
- *Componentes como bridas y agujas, dañadas por las ruedas de los trenes.*
- *Desgastes excesivos y diferenciales de las ruedas de los trenes.*

- ❖ *Los elementos del sistema ferroviario están interactuando entre ellos y el estado actual demuestra que ocurrió una reacción en cadena donde la degradación no controlada y/o no controlable de cada parámetro afectó a otros que a su vez empezaron a empeorar y así sucesivamente. Esto llegando a un punto donde la situación no se puede controlar, dejando como única opción de imponer restricciones de velocidad sobre las circulaciones cuyas restricciones también tienen efectos negativos sobre los activos ya que estos están diseñados para su operación en condiciones nominales y no degradadas.*
- ❖ *En el estado actual tomando en cuenta estos desgastes y restricciones de velocidad, varios parámetros no están dentro de los estándares nominales. Por todo lo que demuestra la interacción de los fenómenos, es imprescindible ahora y antes de poder decidir sobre la naturaleza y la secuencia de los trabajos correctivos a implementar, el verificar y cuantificar en detalle.*
- ❖ *Solamente teniendo las conclusiones en conjunto se podrán adecuar las soluciones correctivas que permitirán tener confianza en un mantenimiento a futuro dentro de lo normal. Todas estas actividades preliminares a los trabajos correctivos pesados se pueden implementar inmediatamente. También se debe resaltar que los distintos levantamientos a todo lo largo de la Línea (posición actual de las vías, estado de desgaste de los rieles, perfiles de balasto y control geométrico de las soldaduras) permitirán tener una imagen del estado actual de la superestructura de vía, además de ser necesario en la segunda fase para guiar y optimizar los trabajos correctivos pesados.*

### STIB

- ❖ *En su calidad de experto mundial de sistema de transportes tipo metropolitano, Alstom (miembro del Consorcio L12), invitó al ingeniero experto en instalaciones fijas Michel Lannoye del operador de Metro de Bruselas STIB. El Ing. Lannoye realizó diversas visitas a la Línea, el taller de Tláhuac y sostuvo diversas reuniones con personal técnico del STC, llegando a las siguientes recomendaciones que emitió el 6 de marzo de 2014:*
- ❖ *Conviene emprender lo más pronto posibles acciones correctivas tanto a nivel de instalaciones fijas como del material rodante. Estas acciones en orden de prioridad son las siguientes por mencionar algunas:*
  1. *Mantenimiento de los aparatos de vía (ADV).*
  2. *Deben esmerilarse lo más pronto posible los rieles para eliminar el desgaste ondulatorio.*
  3. *Contacto rueda/riel. Se recomienda adoptar el perfil de riel UIC que mejorará el contacto a un radio de 13mm. El material rodante podría pasar a un radio de 14mm.*
  4. *Ruedas. Es indispensable revisar las normas de mantenimiento de las ruedas. El Qr no puede en ningún caso ser menor de 6.5 mm. La diferencia de diámetros entre ruedas del mismo eje no puede ser superior a 5 mm.*
  5. *Mantenimiento general de la vía.*
  6. *Optimización del estudio geométrico de la vía.*
  7. *Curvas 1 y 2 de entrada y salida del depósito. El radio débil de estas curvas impone un cuidado particular a la geometría.*

8. *Largo de riel soldado. La técnica generalizada de largo riel soldado aporta un mejor comportamiento de la vía.*

## **A.2) Subgerencia de Instalaciones Eléctricas**

Esta Subgerencia informó de incidentes presentados desde el inicio de operación de la Línea, relativos a instalaciones eléctricas:

- ❖ *El 9 de noviembre de 2012, se presentó un disturbio de energía eléctrica en la subestación de alta tensión SEAT Estrella, provocando la apertura de los disyuntores de mediana tensión, dejando fuera de operación las subestaciones de rectificación de las zonas C, E, F, G y H; provocado por la falta de calibración de los equipos de protección, responsabilidad del Consorcio, impactando además en la suspensión del servicio y poniendo en riesgo los equipos de la propia subestación que representan el alma de alimentación del sistema en su conjunto.*
- ❖ *El 10 de mayo de 2013, al generarse el cierre de los disyuntores de vía de las subestaciones de rectificación 5, 6 Y 7, se presentó un corto circuito, señalizándose en el tablero de control de energía eléctrica como corte de corriente DCC, falla mantenimiento e incidente en Línea, ocasionando la suspensión del servicio desde la estación Culhuacán a la estación Nopalera, debido al desprendimiento de un tensor de la catenaria, cayendo sobre el alimentador en la interestación San Andrés Tomatlán - Lomas Estrella por vía 1. Este incidente impactó durante 5 horas la suspensión del servicio, riesgo daño a los equipos de dicha subestación que es en donde se sustenta la operación básica de la transportación. (oficio Ref: OT/0993/13 de fecha 13 de junio de 2013)*
- ❖ *El 19 de diciembre de 2013, en las estaciones Tezonco y Olivos, por ambas vías, se presentó el corte de corriente de alimentación tracción durante 140 minutos, señalizando en el tablero de control óptico del Puesto de Control de Líneas ruptor accionado provocado por no cumplir la carrera el propio interruptor del tramo de protección (ITP). Cabe señalar que estos ruptores son afectados por las vibraciones transmitidas a través de las vías en las zonas de curvas. Es importante señalar que el personal del Consorcio, responsable de la operación y mantenimiento de las subestaciones eléctricas en general, ya no era el mismo que en su momento las instaló, provocando el retraso de la solución, ya que no supieron operar el autómatas, ocasionando la suspensión del servicio por más de 2:30 horas.*
- ❖ *Con relación a las sillas de catenaria, han sufrido daños debido al debilitamiento de las soldaduras derivado de buscar la estética y haber esmerilado la parte exterior del herraje y en otras ocasiones se encontraron con fisuras en el herraje y esfuerzos muy marcados, provocando un desajuste en la catenaria que llevaría a una ruptura del hilo contacto y daños al propio pantógrafo del tren, conllevando a una suspensión del servicio.*

### **A.3) Subgerencia de Instalaciones Electrónicas**

La Subgerencia de Instalaciones Electrónicas reportó sobre averías en instalaciones electrónicas:

- ❖ Con respecto al mantenimiento correctivo del circuito cerrado de televisión, hasta la fecha de su informe se habían reportado 118 averías para su atención, de las cuales estaban pendientes de resolución por parte del Consorcio 59 fallas, algunas de ellas desde marzo de 2013, sin que a la fecha hubieran sido resueltas; también faltaba por entregar los planos "As Built" (como quedó construido) de la instalación de fibra óptica y de instalación de equipos; también el sistema de comunicación de red presentaba fallas de flujo de información.
- ❖ Otras averías relacionadas con el sistema de peaje, el sistema de telecomunicaciones con 1,802 averías, sistema de señalización del cual el Consorcio no había entregado el subsistema SCADA; el sistema de mando centralizado y pilotaje automático.

### **A.4) Subgerencia de Instalaciones Mecánicas y Vías (Coordinación de Instalaciones Hidráulicas y Mecánicas)**

Esta unidad administrativa reportó trabajos pendientes o mal ejecutados, relativos a instalaciones mecánicas y vías:

- ❖ Hubo desprendimiento de fibra de vidrio y tabla roca en la estación Hospital 20 de Noviembre (según dictamen núm. 565 del 26 de julio de 2013), el cual cayó sobre la catenaria, provocando la interrupción del servicio por 25 minutos, lo anterior ocasionado por el trabajo mal ejecutado por parte del Consorcio en el sistema de ventilación mayor.
- ❖ Habían trabajos pendientes en las especialidades de instalaciones hidráulicas, red contra incendio, escaleras mecánicas, elevadores, salva escaleras, aceras móviles y taller electromecánico.
- ❖ Respecto a los sistemas de monitoreo, estaban pendientes las escaleras mecánicas de marca Schindler, así como el sistema independiente de todos los equipos electromecánicos.
- ❖ El equipo de bombeo de la red contra incendio en los cuartos de máquinas de las estaciones Parque de los Venados, Zapotitlán y el Taller Tláhuac, habían presentado desde su inicio inundación, dañando los motores eléctricos y de combustión interna, por lo que se solicitó al Consorcio su sustitución por equipo nuevo, sin embargo, únicamente lo reparó.
- ❖ Otras averías reportadas como la falta de equipamiento electromecánico en la fosa de visita de Mixcoac, equipamiento en talleres de la vía, grupo compresor, las trincheras de aire comprimido no tienen dren, equipo parametrizador instalado pero fuera de funcionamiento y con fracturas en las fijaciones de concreto, faltas de vías de acceso al Taller de Vías y falta de alumbrado acorde con el proyecto en la Nave de pequeña y gran revisión.

## **B) Informe de la Dirección de Transportación.**

### **B.1) Gerencia Responsable de Línea 12.**

Esta unidad administrativa presenta el impacto de las averías en la Línea desde la visión de transportación:

- *El servicio ha sido impactado por las averías presentadas en los sistemas de vías, aparatos de vía, alimentación eléctrica y mando centralizado, lo que se agudizó en los meses de enero a marzo de 2014. Asimismo, los tiempos de recorrido se incrementaron de 43 a 60 minutos de terminal a terminal, degradándose significativamente la calidad del servicio.*
- *Las averías presentadas por falta de alta tensión han impactado directamente en la prestación del servicio y la degradación del mismo, como en los casos del 10 de mayo de 2013 por un corte de catenaria en interestación San Andrés Tomatlán - Lomas Estrella, en donde se suspendió el servicio parcialmente por aproximadamente 5 horas, así como el del 19 de diciembre de 2013 por un enclavamiento de la subestación de rectificación en la zona "C", con suspensión de servicio por casi 2:30 horas debiéndose recurrir a la contratación de autobuses de RTP.*
- *Referente al fenómeno de las paradas largas, se han tenido casos críticos como el de rebase de 5 carros e incluso el del tren completo, éste se ha presentado desde enero de 2013 y se agudizó en el mes de marzo del mismo año, lo cual no debería suceder ya que dichos trenes cuentan con el sistema de pilotaje automático, por lo que esta falla debe ser subsanada en su totalidad por CAF.*
- *Como consecuencia de los trabajos de reperfilado de las ruedas, se redujo en un 20% la disponibilidad de trenes para el servicio (pasando en promedio de 29 a 24 trenes en operación) impactando directamente la capacidad de transportación que se reflejó en el incremento del intervalo de 3'05" a 3'45" minutos degradando la calidad del servicio.*

## **C) Informe de la Dirección de Mantenimiento al Material Rodante.**

Esta Dirección hace una cronología de sucesos relacionados con la problemática de la rodadura férrea de los trenes FE-10:

- *El servicio formal de la Línea 12 se inició el 30 de octubre de 2012 con 18 trenes en servicio y 2 trenes de mantenimiento y reserva, posteriormente se fueron integrando trenes al servicio conforme CAF los puso a disposición del STC para llegar al tren 30 el 26 de abril de 2013; 29 trenes en servicio y un tren de mantenimiento.*
- *A principios de 2013 los trenes empezaron a manifestar problemas de paradas largas (rebases del punto normal de paro), debido a que el lubricador de pestaña de éstos permitía que la grasa aplicada invadiera la zona de rodadura del riel en las cercanías del punto normal de paro (PNP) de las estaciones, presentándose 629*

casos. Con apoyo de la información del sistema de Pilotaje Automático CBTC, se modificó el sistema de lubricación, este sistema quedó implantado a principios del mes de noviembre de 2013.

- En agosto de 2013, CAF inició los trabajos de reperfilado en los trenes.
- Hasta noviembre de 2013, según informes de CAF, los desgastes de las ruedas metálicas estaban dentro de lo previsto según el documento C.F1.93.55X inciso 4. A partir de diciembre de 2013, con objeto de minimizar la generación de falsa pestaña en las ruedas, CAF dio un reperfilado con chaflán en el extremo exterior de la zona de rodadura de la rueda.
- El 28 de enero de 2014 CAF reporta desgaste en las pestañas de las ruedas del lado izquierdo de los trenes, aumentándose el nivel de lubricación de los trenes.
- A mediados de febrero de 2014, se incrementaron los reportes de trenes con vibraciones y ruidos al paso por las curvas. En reunión con CAF el día 18 de febrero de 2014, CAF informa que se están teniendo desgastes súbitos y excesivos en las ruedas, principalmente las de lado izquierdo (tomando como referencia la dirección Tláhuac-Mixcoac), acordándose que para balancear el desgaste de las ruedas se giraran todos los trenes en servicio, efectuándose esto los días 17, 18 y 19 de febrero de 2014.
- En reunión de representantes técnicos del proveedor del tren CAF y del STC del 25 de febrero del 2014, el especialista de CAF en ruedas de acero, Ing. Beñat Sarasola, entregó su informe y recomendación, entre otras cosas, girar los trenes para balancear el desgaste de las ruedas del lado izquierdo y del derecho, analizar la velocidad en las curvas, lubricar manualmente las curvas de radio menor de 300 metros y monitorear la evolución del desgaste, minutos del 18 y 25 de febrero y 5 de marzo del 2014, así como informes técnicos de CAF núm. C.FI.93.55X de fecha 20 de febrero de 2014 y C.F1.93.55X del 8 de noviembre de 2013.
- En la reunión del 5 de marzo de 2014, el STC manifiesta a CAF que el problema de desgaste acelerado se manifiesta principalmente en las ruedas reperfiladas a partir de diciembre de 2013 y sobre todo aquellas reperfiladas con el nuevo parámetro (oficio número GI/2014/873 del 8 de marzo de 2014), solicitando la explicación de este fenómeno. Asimismo en revisión especial efectuada a partir del 14 de marzo de 2014 a lubricadores de pestaña de los trenes, se detectaron problemas en los mismos, que fueron corregidos. Se elaboró oficio solicitando las acciones para evitar estas fallas.
- Con fecha 5 de marzo de 2014, CAF manifiesta que los desgastes en las ruedas de los trenes, tienen niveles fuera de especificación y que no deben circular (minuta de representantes técnicos de fecha 5 de marzo de 2014). Lo anterior, impactó no sólo en la disponibilidad de trenes que menoscaba la calidad del servicio, sino también en la degradación de la seguridad operacional de los trenes.
- Al 12 de marzo de 2014 ya se tenían 7 trenes detenidos por desgaste excesivo de las ruedas y en espera de ser reperfilados.

- *Los desgastes anormales de los rieles, en las curvas con radios menores a 300 metros, así como en aparatos de vía y juntas de dilatación se fueron agudizando, al grado de tener excesivas vibraciones al transitar por las curvas y golpeteo al paso por los aparatos, estas vibraciones generaron afectación a los equipos eléctricos y electrónicos del tren e instalaciones tales como la catenaria.*
- *Desgaste irregular y acelerado en las ruedas de los trenes FE-10.*
- *Reperfilado de ruedas metálicas en trenes operando en Línea 12:*
  - *El primer reperfilado de los trenes se llevó a cabo del 8 de junio de 2013 al 8 de febrero de 2014, encontrando un desgaste normal en las ruedas.*
  - *Algunos trenes fueron reportados por el área de Transportación por golpeteo en su rodadura, observando en su revisión que presentaban un desgaste excesivo localizado en las ruedas izquierdas de los trenes, siendo necesario reperfilarlos nuevamente.*

De igual forma, presenta un análisis sobre la inscripción del tren FE-10 en curvas de radio menor a 300 metros:

- Del comportamiento dinámico según Norma UIC-518:2009, indicó que el vehículo presenta un comportamiento adecuado, tanto en situación de carga como tara, mostrando unos valores máximos en cada magnitud lejanos a los límites establecidos en dicha norma. En lo que concierne al criterio de seguridad, apreció que las amplitudes asociadas a las magnitudes elevadas satisfacen los valores límites indicados en esa norma y que en el criterio de calidad de marcha observó que los niveles de aceleración de vibración cumplen de forma general con los límites admisibles señalados en la norma tomada como base para el análisis.
- Del informe de seguridad frente al descarrilamiento M.E4.93.102, calculó el coeficiente de descarrilamiento Y/Q con base en el método 2 de la norma EN-14363, comprobando que el máximo coeficiente es inferior al límite 1,2 y que con ese informe queda demostrado que el nuevo vehículo cumple los requisitos de seguridad frente al descarrilamiento definidos en la norma EN-14363.

#### **D) Informe de la Gerencia de Ingeniería y Nuevos Proyectos.**

Esta Gerencia realizó diversas pruebas de ensayo de laboratorio y mediciones en los elementos de la vía correspondientes al riel, grapas, balasto, cojinete de junta de dilatación, tornillo de fijación de contra-riel, vibraciones, mediciones de desplazamiento vertical, estructura metálica, durmientes de concreto, sistema de catenaria y verificación de par de apriete en tornillos.

- *Riel. Se realizaron las mediciones del desgaste ondulatorio en una de las curvas que presentaba mayor degradación, siendo la Curva 22 que se encuentra ubicada en la Interestación Periférico Oriente-Calle 11 y de la cual se obtuvieron los resultados siguientes:*

<b>Especificado</b>	<b>Obtenido</b>	<b>Resultado</b>
Desgaste No se tiene. Altura del riel 168.3 mm	Desgaste en la superficie del hongo del riel de 1.29 mm a 4.92 mm Segunda medición, después de los trabajos de reperfilado del riel, 0.66 mm a 3.70 mm	Desgaste anormal debido al efecto de la ondulación

Asimismo, se realizó el ensayo de dureza a una sección de riel de 115 lb/yd en escala Rockwell, obteniendo como resultado valores de 26 a 27 HRC, lo cual cumple con lo establecido en la especificación técnica PMDF-09-VI.8-512000-III-0002-02251-E-00 para la Línea 12.

Por último se evaluó la composición química del riel, para un elemento estándar de acuerdo a la normativa internacional y a la especificación técnica para suministro de riel de 115 lb/yd acero de alto carbono solicitado por PMDF, el cual cumplió con lo especificado.

- Grapas. Se realizó el análisis de fractura a dos muestras de grapas elásticas Nabla y de los resultados obtenidos, mediante la aplicación del método ASTM-E18 (equivalente a norma francesa para ensayo de dureza Rockwell), se desprende que la dureza obtenida (de 31 HRC y 38 HRC) no cumple con lo especificado de 41 a 46 HRC, según especificación PMDF-09-VI.8-612000-III-0025-02855-E-00 para Línea 12 y a la geometría de éstas, lo que combinada con los factores de exceso de vibración y los sobre-esfuerzos en que están operando, son causales de la falla recurrente cuyo origen se presenta en el barreno de éstas piezas.

<b>Especificado</b>	<b>Obtenido</b>	<b>Resultado</b>
41 a 46 HRC	De 31 HRC y 38 HRC fractura debida a la baja dureza y las condiciones de sobre-esfuerzo y vibración a las que están trabajando. Falla recurre cuyo origen se presenta en el barreno de estas piezas.	Dureza fuera de especificación

Se realizaron recorridos de supervisión de trabajos de revisión de sujeciones de vía fracturadas y sustituidas las cuales presentaron un alto índice de falla de tal magnitud, que como ejemplo se podría mencionar lo reportado el día 5 de febrero de 2014, que en una sola curva (curva 12 interestación Zapotitlán-Nopalera) que reportó más de 100 sujeciones dañadas (graficas 5 de febrero). Aunado a lo anterior este fenómeno llevo a tal grado las condiciones de la vía, que incluso en el mes de febrero se llegó a registrar un acumulado de sustitución de piezas de más de 300, en la curva 12.

- Balasto. Se realizaron ensayos a 6 muestras de balasto retiradas de la curva 22 del viaducto elevado de Línea 12, realizándose los análisis correspondientes a través del laboratorio del Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto (IMCYC) donde se efectuaron los ensayos de granulometría y desgaste por abrasión "Prueba de los Ángeles", obteniéndose en los informes emitidos por ésa Institución, que la granulometría del balasto no cumple con la especificación técnica PMDF-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00, reflejándose en la falta de amortiguamiento para la transmisión de la vibración generada por el paso del tren, influyendo en el desgaste excesivo que presenta el balasto.

- Cojinete de junta de dilatación. Este elemento se fracturó debido a la geometría de la pieza, así como a la falta de estabilidad en la fijación. Con base en los resultados obtenidos, el material corresponde a un hierro nodular clase 60-40-18 según ASTM-A-536 de baja resistencia y buena ductilidad.

<b>Especificado</b>	<b>Obtenido</b>	<b>Resultado</b>
Función maleable de grafito Nodular y Hierro Fundición de grafito esferoidal no Aleado	Fractura debido a la geometría de la pieza y a la falta de estabilidad en la fijación. El material corresponde a un hierro nodular clase 60-40-18 según ASTM-A-536 de baja resistencia y buena ductilidad.	Dentro de especificación

- Tornillo de fijación de contra-riel. La falla de un tornillo de fijación de contra-riel (tornillo degollado), ocurre por la descarburización del filete de la cuerda y el laminado realizado antes del tratamiento térmico de temple y revenido, reduciendo la resistencia a la fatiga del material el cual bajo la acción de un sobre esfuerzo y debido a las condiciones de operación que presenta la Línea sufre la falla.

<b>Especificado</b>	<b>Obtenido</b>	<b>Resultado</b>
Clases 8.8 Número grabado en cabeza de tornillo.	Descarburización del filete de la cuerda y el laminado realizado antes del tratamiento térmico de temple y revenido.	Fuera de especificación.

- Vibraciones. El 21 de febrero de 2014 se realizaron registros de las vibraciones en la interestación Calle 11-Lomas Estrella (PK 14+000) sobre un tramo recto, por vía 2, obteniendo los siguientes resultados: Las vibraciones verticales y transversales aumentan conforme a la velocidad del tren, siendo de menor amplitud las de 40 km/hr. y las de mayor vibración después de los 70 km/hr.

<b>Especificado</b>	<b>Obtenido</b>	<b>Resultado</b>
No se tiene	Vibraciones verticales y transversales aumentan conforme a la velocidad del tren, siendo de menor amplitud las de 40 km/h y las de mayor vibración después de 70 km/h.	Con el paso de algunos trenes el riel C tiene hasta 9 veces más amplitud de vibraciones que el riel D en el sentido vertical, posiblemente por desgaste no uniforme de las ruedas y falta de compactación del balastro.

- Mediciones de Desplazamiento Vertical. El día sábado 01 de marzo se realizó la medición en el cadenamiento 12+575 de la curva 22 por vía 2 de la interestación Periférico-Calle 11, obteniendo los valores siguientes:

<b>Especificado</b>	<b>Obtenido</b>	<b>Resultado</b>
No se tiene	Valores promedio de desplazamiento obtenidos de +1,8 mm a -9,0 mm, siendo el valor pico a pico de 10,8 mm. Los valores obtenidos corresponden al monitoreo de desplazamiento del riel D (riel bajo) de vía 2 al paso de 6 trenes, con velocidad promedio de 35 km/h.	Desplazamiento anormal debido a vibración de la vía.

El día jueves 06 de marzo se realizó la medición en la curva 11, riel C de vía 2 interestación Nopalera-Zapotitlán, obteniendo los siguientes valores:

<b>Especificado</b>	<b>Obtenido</b>	<b>Resultado</b>
No se tiene	Valores promedio de desplazamiento obtenidos son de +3,9 mm a -11,7 mm. Los valores obtenidos corresponden al monitoreo de desplazamiento del riel C (riel bajo) de vía 2 al paso de 4 trenes, con velocidad promedio de 35 km/h.	Desplazamiento anormal debido a vibración de la vía.

Por lo que con base en la información anterior, podemos concluir que el efecto de la ondulación en el riel, provoca sobre la vía aumento de vibración que se transmite al balasto, generando desgaste excesivo del mismo y por consiguiente aumento en desplazamiento de la vía, lo que se considera anormal.

- Estructura metálica. Se realizó la inspección con Ensayos No Destructivos a la estructura metálica de soporte en la Curva 22 de la interestación Periférico Oriente-Calle 11.

<b>Especificado</b>	<b>Obtenido</b>	<b>Resultado</b>
No se tiene	Las indicaciones detectadas corresponden a marcas o ralladuras sobre la placa metálica y estas no se proyectan al interior del material.	Las rallas no afectan el buen funcionamiento de las estructuras.

- Durmientes de concreto. Se evaluaron 5 durmientes retirados de la Línea 12 (3 del fabricante ITISA y 2 del fabricante PRET), los cuales presentan fracturas con faltas de material y exposición del acero de refuerzo, por lo anterior en la "Especificación funcional para la fabricación de durmientes de concreto reforzado tipo monobloque, para equipar las vías del Metro rodadura metálica de la Ciudad de México, MRM-87-VI.11-100100-22-296-E Mod. 0", la cual establece realizar pruebas de control de calidad desde los agregados, refuerzos y producto terminado (pruebas dimensionales, eléctricas y de carga estática), es necesario se realicen ensayos a otros durmientes en buen estado para verificar su calidad.

- Ensayo de carga al centro del durmiente.

<b>Especificado</b>	<b>Obtenido</b>	<b>Resultado</b>
6.68 ton	4.2 toneladas, obtenido al momento de fracturarse el durmiente.	No cumple debido a los daños físicos que presentó por condiciones anormales de vibración en Línea.

- Soporte de sistema de catenaria. Se analizó la fractura de un herraje de la catenaria, presentándose la falla con origen en el material base próxima a unión soldada y ocurre por las condiciones de vibración que se presentan en la estructura de la Línea.
- Verificación de par de apriete en tornillos (tirafondo). Se han realizado 84 verificaciones en todo el tramo elevado de la Línea 12 desde agosto de 2013, encontrando diversos valores en el par de apriete, desde 12 a 40 kg-m., con lo cual más del 40% se encontraban fuera de especificación, de acuerdo a la especificación

técnica PMDF-09-VI.8-612000-III-0023-02853-E-01 el valor especificado de par de apriete es de 28 kg-m. Se continúa con la actividad de verificación con la finalidad de garantizar que el valor se mantenga uniforme y acorde a lo especificado para todas las fijaciones de la Línea 12.

#### **E) Informe de la Gerencia de Seguridad Institucional.**

Esta Gerencia presentó al Comité videgrabaciones de las fallas suscitadas en la Línea, las cuales se refieren a:

- Cortocircuito en catenaria, en la estación Parque de los Venados el día 29 de noviembre de 2012.
- Desprendimiento al sistema de aire al sistema de vías, en la estación Hospital 20 de Noviembre el día 26 de julio de 2013.
- Falla en aparato de vías, en la estación Olivos el 04 de septiembre de 2013.
- Fallas de energización en SR, en la estación Periférico el 09 de diciembre de 2013.
- Tablero de control óptico fuera de operación, en la estación Tláhuac el 09 de noviembre de 2012.
- Falla en poste de catenaria, en la estación Zapotitlán el día 19 de diciembre de 2013.

#### **F) Dictamen Técnico.**

Premisas presentadas por el Comité:

1. *El problema se presenta a lo largo de todo el trazo y perfil de la Línea 12.*
2. *El origen del problema es multifactorial, por lo cual se requiere un Análisis Integral.*
3. *De los sistemas electromecánicos, el más apremiante es el sistema de vías por su estrecha vinculación con material rodante y viceversa.*
4. *Con base en las estadísticas, pruebas y evidencias físicas, fue necesaria la suspensión parcial de la Línea 12, a partir del 12 de marzo de 2014, en su tramo focalizado en el viaducto elevado, de acuerdo a las disposiciones generales del instructivo para la atención de incidentes relevantes, que es de observancia general y obligatoria en el sistema de transporte colectivo, para sus trabajadores y personal externo. Éste tipo de incidentes n conforme a su clasificación interrumpen el servicio normal porque afecta equipo, instalaciones y trenes.*
5. *De las muestras y medidas valoradas en laboratorio se obtuvieron los siguientes resultados:*
  - a. *Las vibraciones que se midieron, son adversas para todo el sistema de vías (Placa resorte-fijación tipo NABLA EVOLUTION, tornillos de fijación de contraríaes aparatos de vía, aparatos de dilatación, durmientes de*

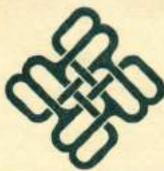
concreto, balasto y catenaria), dichas vibraciones inciden en la pérdida de apriete y de fijación de los elementos del sistema de vías y catenaria principalmente en las zonas de curvas, así como a los trenes.

- b. La muestra tomada del balasto con la granulometría solicitada en la especificación técnica PMDF-09-VI.8-612000-111-0015-02845-E-00, reflejándose en la falta de amortiguamiento para la transmisión de la vibración generada por el paso del tren, influyendo en el desgaste excesivo que presenta el balasto.
6. Los desgastes ondulatorios sobre el sistema de vías y/o trenes, al circular el tren sobre una curva, producen fuerzas de contacto entre rueda y riel, siendo estas verticales, transversales y axiales acentuándose en función de los radios de las curvas y de la capacidad del conjunto vía-tren para absorber las vibraciones producidas por las fuerzas de contacto, algunas de las causas pueden ser:
- La pobre capacidad de la vía para absorber vibraciones.
  - Las variaciones de la trocha de vía en curvas, peraltes inadecuados, falta de alineación y nivelación de la vía.
  - El deslizamiento entre rueda y riel por diferentes diámetros de rueda.
  - La fricción excesiva de la pestaña de la rueda con el flanco del riel, particularmente en las curvas 1 y 2.
  - La capacidad del bogie para inscribirse en curvas de radio menor a 300 metros.
  - La posible incompatibilidad rueda-riel.
7. Por las condiciones de degradación de las ruedas de los trenes, al 12 de marzo de 2014 ya se contaba con 7 trenes fuera de servicio para ingresar al proceso de reperfilado de ruedas. Derivado de lo anterior, de haber continuado con la operación bajo éstas condiciones, se seguirían retirando trenes y en el corto plazo se habría tenido que suspender el servicio en la totalidad de la Línea por la falta de disponibilidad de éstos para satisfacer la demanda.
8. Un aspecto de reflexión de la revisión técnica, estadística y de resultados, fue el hecho de no contar con el acompañamiento de especialistas en el transporte durante la programación y ejecución de la obra, que pudieron haber advertido las desviaciones y/o realizar las recomendaciones de Línea 12, en los dos extremos entre planeación y certificación, así como la integración del material rodante con la obra, a diferencia de las 11 Líneas anteriores que contaron con el acompañamiento de SOFRETU/SYSTRAS.
9. El Consejo de Administración del STC, en su Primera Sesión Ordinaria del 12 de marzo de 2014, en el Acuerdo I-2014-III-11, autorizó y respaldó a la Dirección General del S.T.C. en las medidas adoptadas para brindar a los usuarios las condiciones de servicio de acuerdo a la normalización internacional para el transporte y haber ejecutado en términos de las disposiciones internas del Sistema, la suspensión temporal por un periodo de seis meses, del servicio público del transporte en las estaciones Tláhuac, Tlaltenco, Zapotitlán, Nopalera, Olivos,

Tezonco, Periférico Oriente, Calle 11, Lomas Estrella, San Andrés Tomatlán, Culhuacán y Atlalilco en sus dos sentidos, a partir del primer minuto del día de la fecha.

Con base en las premisas, el Comité dictaminó textualmente lo siguiente:

- a) *El excesivo desgaste ondulatorio del riel en las curvas de radio menor a 300 mts, en los aparatos de cambio de vía y en los aparatos de dilatación, así como la fractura de durmientes de concreto, cojinetes de aparatos de dilatación, elementos de fijación de la vía, falta de compactación y degradación del balasto, aunado al incremento súbito en el desgaste de las ruedas, se fueron agudizando hasta llegar a niveles que hicieron insostenible la continuidad del servicio, derivado de la degradación en la seguridad operativa en el tramo elevado de la Terminal Tláhuac a la Estación Culhuacán.*
- b) *Con base en la frecuencia con que se estaba presentando el desgaste acelerado de ruedas de tren, desde diciembre de 2013 y acentuado en febrero de 2014 y que coincidió con el incremento estadístico de fracturas de grapas nablas, ocasionó que quedaran fuera de Norma Operativa. Paralelo a lo anterior la Empresa CAF determinó, con base en dos unidades muestra, que era necesario el diagnóstico de 10 unidades de los 30 trenes.*
- c) *Actualmente ante las fallas recurrentes y el aspecto sistémico (afecta al cuerpo entero, en lugar de una sola parte o un solo órgano), el Sistema de Transporte Colectivo no puede garantizar en términos de operación, aspectos como: la seguridad de la transportación de los personas ante los movimientos forzados entre el bogie y la vía, la eficacia de los tiempos de viaje por las reducciones de velocidad para mitigar los movimientos forzados y un posible descarrilamiento o el solventar aspectos de corrección constructivo mediante programas de mantenimiento donde la solución es primero agotar los procedimientos administrativos entre el organismo desarrollador (PMDF- SOBSE) y el Consorcio Constructor y prestador del servicio de mantenimiento (CONSORCIO L12 - ICA-CARSO-ALSTOM).*
- d) *Por lo anterior, se hace manifiesto expreso, que como organismo operador del servicio, se ha consultado de manera directa a los asesores internacionales de otros organismos del transporte, coincidiendo que la operación demanda un pronta e inmediata resolución, separando los aspectos administrativos o contractuales que realiza el Gobierno del Distrito Federal con el Consorcio L12. Sin soslayar que la actuación del Consorcio en materia de mantenimiento está por debajo del acelerado deterioro de la vía, lo cual incrementa el riesgo de accidentes de gran envergadura, pues la falla sistémica está degradando la infraestructura del sistema de vías y las condiciones mínimas de seguridad con las que debe operar la Línea 12, considerando su reciente construcción El STC se ha destacado a lo largo de sus 44 años de existencia por garantiza la seguridad de sus usuarios y esto le ha ganado un prestigio internacional consolidado.*



**MANUELL • BARRERA Y ASOCIADOS**

consultoría especializada

Finalmente, el **Comité Técnico para la Investigación de Incidentes Relevantes del STC ratificó que no era posible brindar servicio al público en el tramo elevado Tláhuac-Atlalilco con los niveles de seguridad y calidad requeridos**, hasta determinar el origen del desgaste ondulatorio y corregir el deterioro acumulado en la vía y los trenes; así también en el dictamen el Comité explica con datos estadísticos la diferencia de haber cerrado el tramo elevado suspendido respecto del tramo subterráneo, con los siguientes datos: *“de las 10,749 grapas elásticas Nabra fracturadas, aproximadamente el 10% corresponde al tramo subterráneo; de los 4,507 durmientes cambiados por el Consorcio de mayo del 2013 a la fecha, solo uno correspondió al tramo subterráneo. Aunado a lo anterior de las 19 curvas que tiene esta Línea con radios menores a 300 metros, 12 están en el viaducto elevado”*.

**Atentamente,**

**Dr. Gabriel Ricardo Manuell Lee**  
**Socio Fundador de Manuell, Barrera y Asociados, S.A. de C.V.**  
**Coordinador de los Trabajos**

**México, D.F., a 16 de junio de 2015.**