

UACM

Universidad Autónoma
de la Ciudad de México

Nada humano me es ajeno

COLEGIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**Desarrollo e Implementación de un Dispositivo SIT
en el Monitoreo del Botón de Vigilancia del Sistema SACEM
en la Línea 8 del Metro**

TRABAJO RECEPCIONAL

QUE PRESENTAN

**ARTURO RODRÍGUEZ VILLEGAS
CHRISTIAN ALEXANDER LÓPEZ VÁZQUEZ**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADOS EN
INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICOS INDUSTRIALES
INGENIERÍA EN SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO

Director del trabajo recepcional
M. en I. Francisco Gerardo Alvarado Arias

Codirector
Dr. Mario Villafuerte Bante

Ciudad de México, marzo de 2017.

SISTEMA BIBLIOTECARIO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO COORDINACIÓN ACADÉMICA

RESTRICCIONES DE USO PARA LAS TESIS DIGITALES

DERECHOS RESERVADOS[©]

La presente obra y cada uno de sus elementos está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor; por la Ley de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, así como lo dispuesto por el Estatuto General Orgánico de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México; del mismo modo por lo establecido en el Acuerdo por el cual se aprueba la Norma mediante la que se Modifican, Adicionan y Derogan Diversas Disposiciones del Estatuto Orgánico de la Universidad de la Ciudad de México, aprobado por el Consejo de Gobierno el 29 de enero de 2002, con el objeto de definir las atribuciones de las diferentes unidades que forman la estructura de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México como organismo público autónomo y lo establecido en el Reglamento de Titulación de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

Por lo que el uso de su contenido, así como cada una de las partes que lo integran y que están bajo la tutela de la Ley Federal de Derecho de Autor, obliga a quien haga uso de la presente obra a considerar que solo lo realizará si es para fines educativos, académicos, de investigación o informativos y se compromete a citar esta fuente, así como a su autor ó autores. Por lo tanto, queda prohibida su reproducción total o parcial y cualquier uso diferente a los ya mencionados, los cuales serán reclamados por el titular de los derechos y sancionados conforme a la legislación aplicable.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	9
INTRODUCCIÓN.....	11
RESUMEN.....	12
OBJETIVO GENERAL.....	14
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	14
GLOSARIO.....	16
CAPÍTULO I. SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO Y SUBSISTEMAS QUE LO INTEGRAN.....	20
1.1 Proyecto Metro Ciudad de México.....	20
1.1.1 Sistema de Transporte Colectivo Metro una visión mundial.....	22
1.1.2 Inauguración.....	23
1.2 Subsistemas de STC Metro.....	24
1.2.1 Vías y Estaciones.....	28
1.2.2 Sistemas de Control.....	30
1.2.2.1 Puesto Central de Control.....	30
1.2.2.2 Puesto de Maniobras en Línea.....	31
1.2.2.3 Puesto de Maniobras de Talleres.....	32
1.2.3 Material Rodante.....	33
1.2.3.1 Formación de un Tren.....	34
1.2.3.1.1 Conformación de un elemento.....	35

CAPÍTULO II. LÍNEA 8 DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO.....	38
2.1 Antecedentes de la operación de la línea 8.....	38
2.1.1 Proyecto línea 8 STC Metro.....	38
2.1.2 Inauguración.....	39
2.1.3 Constitución del trazo y perfil de la línea 8.....	40
2.1.3.1 Iconografía.....	41
2.2 Población beneficiada.....	42
2.2.1 A la apertura de la línea 8.....	42
2.2.2 Línea 8 hacia el 2014.....	44
2.3 Una visión mundial hacia 1994.....	48
2.4 Material Rodante en Operación en la línea 8.....	50
2.4.1 Fiabilización.....	50
2.4.2 Parte Exterior.....	50
2.4.3 Cabina.....	54
CAPÍTULO III. SISTEMAS DE PILOTAJE AUTOMÁTICO QUE UTILIZA EL STC METRO.....	56
3.1 PA 135 Khz.....	56
3.1.1 Descripción del equipo fijo.....	57
3.1.1.1 Funcionamiento del equipo fijo.....	58
3.1.2 Descripción del equipo embarcado.....	59

3.1.3 Modos de Conducción.....	59
3.2 Pilotaje Automático URBALIS.....	61
3.2.1 Arquitectura del Sistema.....	62
3.2.2 Modos de Conducción.....	63
3.3 Sistema de Ayuda a la Conducción, a la Explotación y al Mantenimiento (SACEM).....	65
3.3.1 Objetivo del SACEM.....	65
3.3.1.1 Automatic Train Protection (ATP).....	66
3.3.1.2 Automatic Train Operation (ATO).....	66
3.3.2 Modos de Conducción.....	67
3.3.3 Subsistemas del SACEM.....	69

CAPÍTULO IV. PERSONAL QUE INTERVIENE EN LA CONDUCCIÓN DE LOS TRENES DEL STC METRO..... 81

4.1 Conductor.....	81
4.1.1 Perfil del conductor.....	81
4.1.1.1 Requisitos Generales.....	81
4.1.1.2 Conocimientos.....	82
4.1.1.3 Habilidades.....	82
4.1.2 Relaciones internas y externas.....	82
4.1.3 Responsabilidades.....	83
4.1.4 Funciones específicas de la categoría de Conductor.....	83

4.2 Inspector Jefe de Estación (IJE).....	85
4.2.1 Perfil del Inspector Jefe de Estación.....	85
4.2.1.1 Requisitos Generales.....	85
4.2.1.2 Conocimientos.....	86
4.2.1.3 Habilidades.....	86
4.2.2 Relaciones Internas y Externas.....	86
4.2.3 Responsabilidades.....	87
4.2.4 Funciones específicas de la Categoría de Inspector Jefe de Estación.....	87
4.3 Regulador de Transportación del Puesto Central de Control.....	90
4.3.1 Perfil del Regulador del Puesto Central de Control de transportación.....	90
4.3.1.1 Requisitos Generales.....	90
4.3.1.2 Conocimientos.....	91
4.3.1.3 Habilidades.....	91
4.3.2 Relaciones internas.....	91
4.3.3 Responsabilidades.....	91
4.3.4 Funciones específicas de la categoría de Regulador del PCC de Transportación.....	92

CAPÍTULO V. LINEAMIENTOS TÉCNICOS DE SEÑALIZACIÓN PARA LA CONDUCCIÓN..... 95

5.1 Señales fijas.....	95
5.1.1 Señales de Espaciamiento.....	96
5.1.2 Señales de Maniobra.....	98

5.2 Franqueamiento de señalización.....	101
5.2.1 Autorizados.....	101
5.2.1.1 Señales al alto espaciamento.....	102
5.2.1.2 Señales al alto total.....	102
5.2.2 No autorizados.....	103
5.3 La Señalización y el SACEM.....	103
5.4 Inicialización de un tren zona SACEM.....	106
5.5 Franqueamientos autorizados de señales.....	107
5.5.1 Zona SACEM.....	107
5.5.2 Zona SILEC.....	107

**CAPÍTULO VI. SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE APLICADOS AL
STC METRO.....** 109

6.1 Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT).....	109
6.1.1 Definición de SIT.....	109
6.1.2 Aplicación de los SIT al Transporte Urbano.....	110
6.1.3 Aplicación de los SIT al STC Metro.....	112
6.1.3.1 Sistemas de Radio-Comunicación con tecnología digital TETRA.....	112
6.1.3.1.1 Arquitectura del Sistema TETRA en línea 8.....	113
6.2 Sistema GPS.....	118
6.3 Dispositivos Electrónicos.....	121
6.3.1 Definición de Dispositivo Electrónico.....	121

6.3.2 Aplicación de los Dispositivos Electrónicos al Transporte Urbano.....	122
6.3.3 Aplicación de los Dispositivos Electrónicos al STC Metro.....	122
6.3.3.1. Arquitectura del equipo TETRA y el enlace a PCC.....	123

CAPÍTULO VII. BOTÓN DE VIGILANCIA DEL SISTEMA SACEM DE LA LÍNEA

8.....	126
7.1. Identificación del Problema.....	126
7.1.1 Uso del Botón de Vigilancia.....	126
7.1.1.1 Uso del Botón de Vigilancia ante una señal al alto o DBO.....	126
7.1.1.2 Uso del Botón de Vigilancia por desinicialización o deslocalización.....	127
7.1.1.3 Uso del Botón de Vigilancia por sobrevelocidad.....	128
7.2 Análisis del problema.....	129
7.2.1 Franqueamiento de Señales.....	133
7.2.1.1 Comparativo con otras líneas.....	134
7.2.1.2 Alcances de trenes y daños a los aparatos de cambio de vía.....	135
7.2.2. Regulación (demoras).....	135
7.2.2.1. Desinicialización y deslocalización del tren en zonas SACEM.....	136
7.2.3. Desgaste de los equipos de frenado neumático y puertas.....	136
7.3. Punto de implementación del circuito de monitorización del BV.....	137

CAPÍTULO VII. DESARROLLO DE UN SIT PARA LA MONITORIZACIÓN DEL BOTÓN DE VIGILANCIA.....

8.1 Plan del Proyecto	140
------------------------------------	------------

8.2 Monitorización del Botón de Vigilancia.....	141
8.3 Dispositivo Electrónico BVPCC01-15.....	143
8.3.1 Desarrollo del circuito.....	144
8.4 Pruebas del Dispositivo Electrónico a bordo del tren y en PCC.....	146
8.5. Resultados.....	157
8.6. Implementación del SIT a la Línea 8.....	162
CONCLUSIONES, LIMITACIONES, RECOMENDACIONES Y APLICACIONES FUTURAS.....	164
CONCLUSIONES.....	164
RECOMENDACIONES.....	165
LIMITACIONES.....	166
APLICACIONES FUTURAS.....	167
BIBLIOGRAFÍA.....	168
ANEXOS.....	171
Anexo 1 Reporte de pruebas sobre el Material Rodante día 1.....	171
Anexo 2 Reporte de pruebas sobre el Material Rodante día 2.....	177
Anexo 3 Reporte de pruebas con tren circulando en Línea 8.....	186
Anexo 4 Oficios de los permisos otorgados por el STC Metro.....	190
Anexo 5 Manual de actualización para personal de transportación de línea 8...	205
Anexo 6 Modelos de material rodante STC Metro.....	208
Anexo 7 Desglose tabla de costos.....	211

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, el habernos permitido formar parte de su matrícula de estudiantes, abriéndonos las puertas para poder cursar nuestras carreras, así también por el apoyo económico para la impresión y empastado del presente trabajo. Al Sistema de Transporte Colectivo Metro por la confianza depositada para la realización de éste proyecto y al personal de las diferentes áreas involucradas que colaboraron con su conocimiento, tiempo y dedicación.

Damos gracias a nuestros docentes, que nos brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Yo Arturo agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo. A todos ellos dedico el presente trabajo por fomentar en mí, el deseo de superación y de triunfo en la vida, ya que han hecho más ligero mi camino por las palabras de aliento escuchadas en los momentos más difíciles. Por la vida misma. Lo que ha contribuido a la consecución de este logro. Por todo y por mucho más con todo el amor. Gracias

En lo personal yo Christian Alexander agradezco: primeramente a Jehová por guiarme y la bendicirme durante todo este tiempo. A mis hijos Ana Paola y Salvador Alejandro; a mis Padres Wilfrida Vázquez y Víctor López, a mis hermanos Janette, Antonio y Gabriela; a mis amigos entre ellos Audrey, Arcelia, Belém y a todos ellos que por falta de espacio omito; a todos ustedes gracias por haberme dado su cariño, su apoyo y su infinita paciencia en el trascurso de este camino de conocimientos. En especial agradezco a Arturo Rodríguez por haber colaborado en este proyecto.

INTRODUCCIÓN

Los Sistemas Inteligentes de Transporte tienen el objetivo de integrar las tecnologías aplicadas para controlar y mejorar su operación; en el caso que nos ocupa del Sistema de Transporte Colectivo Metro, con el fin de disminuir los incidentes que afectan al servicio, tales como las demoras, las frecuencias de paso, las afectaciones físicas al material rodante y a las instalaciones fijas; reduciendo los costos asociados a estas problemáticas. Asimismo estos sistemas integrales aumentan la seguridad en la circulación de los trenes.

En este contexto, el presente estudio tiene como propósito principal, la implementación de un Sistema Inteligente de Transporte integrando las tecnologías con que cuenta el STC Metro; teniendo como base la operación del servicio en la línea 8, el sistema de control automático que utiliza, el parque vehicular existente y la regulación de los trenes.

Nosotros como autores del presente trabajo, desempeñamos la función de Reguladores del Puesto Central de Control (PCC) de transportación en el STC Metro, por lo que observamos la carencia de información en tiempo real del uso del dispositivo de seguridad denominado Botón de Vigilancia (BV), ubicado en el pupitre de control de los trenes que circulan en la línea 8; cuyo uso debe ser autorizado por el Regulador del PCC. La utilización de este dispositivo implica hacer caso omiso de las medidas de seguridad de los trenes en marcha; por tanto, el uso indiscriminado de este botón genera afectaciones en la operación del servicio, de donde surgió la inquietud de desarrollar esta investigación, aportando un beneficio al servicio prestado por el STC Metro a los millones de usuarios que utilizan este medio de transporte diariamente.

La realización de este proyecto contó con el completo apoyo del STC Metro, al haber depositado su confianza en el mismo. Lo cual permitió que fuera ganador de uno de los premios de Innovación y Tecnología “Ingeniero Manuel Ramírez Caraza 2014”, que otorga esta institución.

El desarrollo de éste Sistema Inteligente de Transporte tuvo la colaboración de diferentes áreas, entre ellas: Material Rodante (personal encargado del Mantenimiento de los Trenes); Instalaciones Fijas (Señalización y Pilotaje Automático); Recursos Humanos (Administración de Personal); Operación (Transportes y Control Central); Ingeniería y Nuevos Proyectos. Un gran equipo de trabajo que aportó información y apoyo a este proyecto.

En este trabajo se desarrolló un dispositivo electrónico, que permite integrar a los Trenes, al Sistema de Pilotaje Automático, a los Sistemas de Comunicación y al Puesto Central de Control; para aumentar la seguridad en la operación del servicio prestado en Línea 8.

RESUMEN

En la presente investigación se integran las tecnologías aplicadas en el STC Metro, a partir del desarrollo de un prototipo para usarse en conjunto con el Botón de Vigilancia (BV); mismo que servirá para verificar la actividad del conductor mediante un impulso eléctrico producido por la opresión del mencionado Botón, utilizando la radiocomunicación de los trenes para mandar la señal al Puesto Central de Control, permitiendo ser monitoreado por el Regulador del Tablero de Control Óptico con la finalidad de evitar riesgos debidos a las malas prácticas ejercidas por el personal operativo, con lo que se pueden mejorar las actividades relacionadas con la conducción.

En el capítulo I se describe al Transporte Colectivo Metro como un sistema; su origen, la puesta en servicio y los subsistemas que lo integran. En el capítulo II se hace mención de los antecedentes, inauguración y operación de la línea 8 del STC Metro, que se tuvo como base para el desarrollo de la investigación.

En el capítulo III se refiere de forma general a los sistemas de Pilotaje Automático que utiliza el STC Metro para la operación del servicio. En el capítulo IV se mencionan las actividades del personal que interviene en la operación para la circulación de los trenes en el STC Metro.

En el capítulo V se detallan los lineamientos técnicos de señalización para la conducción de los trenes. Asociado al capítulo seis, se describen los Sistemas Inteligentes de Transporte y su aplicación al STC Metro. Los capítulos VII y VIII se relacionan propiamente con el proyecto, que da impulso al Sistema Inteligente de Transporte, dando como resultado el desarrollo del dispositivo BVPCC01-15 que opera a partir del sistema de comunicación de trenes del STC Metro y que enlaza la activación del Botón BV con el Puesto Central de Control en donde es monitoreado su accionamiento.

Con la implementación del circuito, se logró el envío de una señal en forma paralela a la ya instalada por la telefonía cuando se utiliza el modo de conducción CLT-2, de manera que sea correcta al recibirse en la computadora del Puesto

Central de Control. Para realizar las pruebas se utilizó un tren modelo MP82, dando como resultado una señal emitida al oprimir el Botón BV, que llega al PCC de manera confiable.

El prototipo desarrollado brinda una interfaz sencilla en su utilización y con fácil interpretación de resultados; características que reflejan el cumplimiento de los objetivos propuestos.

OBJETIVO GENERAL

Implementar un dispositivo que permita poder monitorear el uso del Botón de Vigilancia en el PCC, a través de un Sistema Inteligente de Transporte (SIT), con un dispositivo electrónico instalado a bordo del tren; con la finalidad de aumentar la seguridad en la operación de la línea 8 del Sistema de Transporte Colectivo Metro.

Con la implementación del Sistema Inteligente de Transporte se pretenden los siguientes alcances:

- Utilizar las tecnologías con que ya cuentan los trenes que operan en la Línea 8 del STC Metro.
- Que el dispositivo sea simple, eficiente y seguro.
- Que el dispositivo permita el monitoreo del uso del botón de vigilancia desde la computadora del PCC.

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La puesta en marcha del Sistema SACEM en el STC METRO sustituyó al Sistema de Pilotaje Automático que venía operando, por ser una tecnología de innovación para su época; pero no contempló la advertencia de la degradación del modo de conducción que debe ser visualizado como en el PA 135 KHz por el PCC.

Al paso del tiempo se observa el aumento de las malas prácticas por el personal de la conducción sobre el uso del Botón de Vigilancia, generando demoras, el desgaste en los equipos de los trenes, deficiencia en el servicio, incidentes que se presentan en la circulación de los trenes; debido a que el PCC no tiene conocimiento del uso de este Botón, puesto que como se establece en los manuales técnicos de la conducción del STC, el agente de la conducción, debe de solicitar autorización al Regulador antes de degradar la conducción; por lo tanto, surge la necesidad de dar solución a esta problemática, con la implantación de un Sistema Inteligente integrado a la operación de los trenes que permita monitorear

el botón BV, obligando al personal de la conducción a respetar los lineamientos técnicos establecidos y evitar las malas prácticas.

La Implementación de Sistema Inteligente de Transporte tendrá un impacto positivo en el servicio prestado en la Línea 8 viéndose reflejado en:

- El aumento en la seguridad en el desplazamiento de los trenes.
- El eficiente desempeño del personal operativo.
- La disminución de Franqueamientos indebidos en la señalización.
- Disminución de los incidentes en las instalaciones fijas, por abordar los aparatos de vía mal dispuestos.
- Reducción en el desgaste de los dispositivos de frenado neumático por sobrevelocidad, así como en los dispositivos de puertas por sobrecupo de usuarios generado por las demoras del servicio.
- Minimización de retrasos deliberados en la circulación de los trenes por deslocalización y desinicialización.
- Mejoramiento en la operación, en la imagen y el nivel de servicio del STC Metro.

GLOSARIO

AN.- Antena Vía Retorno

AR.- Contacto de Bocina

ATC.- Conducción Automática del Tren

ATO.- Automatic Train Operation

ATP.- Automatic Train Protection

ATS.- Señalización Automática del Tren

AVR.- Antena Vía Retorno

BF.- Baja Frecuencia

BS.- Caja de Señalizaciones

BV.- Botón de Vigilancia

C.- Conmutador de la Conducción

CDV.- Circuito de Vía

CECOCO.- Servidor Central de Comunicaciones

CES.- Convertidor Estático

CL.- Conducción Libre

CLT-2.- Conducción Libre Limitada a Tracción 2

CMC.- Conducción Manual Controlada

CMe.- Costo Medio

CML.- Conducción Manual Limitada

CMR.- Conducción Manual Restringida

CMRAT.- Conducción Manual Restringida Atrás

CT.- Sensor de Transmisión Continua

D.- Conmutador Interruptores Automáticos

DAM.- Dispositivo de Ayuda para el almacenamiento

DBO.- Despacho Bajo Orden

DCS.- Sistema de Comunicación de Datos

DR.- Conmutador de la Conducción Restringida

E.- Entrada

EMD.- Electroválvula Moderable de Desfrenado

EOD.- Encuesta Origen Destino
ETSI.- European Telecommunications Standards Institute
F.- Franqueable
FDMS.- Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenimiento y Seguridad
FFA.- Fuego Fijo al Alto
FS.- Fuera de Servicio
F1.- Frecuencia 1
F2.- Frecuencia 2
GSM.- Sistema de Grupo Móvil
HF.- Alta Frecuencia
I.- Intermediaria
IJE.- Inspector Jefe de Estación
ILV.- Indicador de Límite de Velocidad
INEGI.- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
INFO.- Información
IVA.- Indicador de Velocidad Autorizada
KCL.- Conmutador de la Conducción Libre
KFP.- Conmutador Frotador Toma
KFS.- Conmutador de Frenado de Seguridad
KHz.- Kilo Hertz
LM.- Límite de Maniobra
LOF.- Odómetro
LOP.- Lámpara de la Preparación de la Apertura
M.- Motriz
MAV.- Marcha a la Vista
MD.- Marcha Degradada
ME.- Manómetro de Equilibrio
MF.- Manómetro de Freno
MP.- Material sobre Neumáticos
MSS.-
N.- Motriz sin Cabina

NC.- Neumático Canadiense
NCS.- Nodo de Control Central
NE.- Neumático Español
NF.- No Franqueable
NM.- Neumático Mexicano
OA.- Conmutador Apertura Anulación
PA.- Pilotaje Automático
PAT.- Toma Alimentación por Trole
PCC.- Puesto Central de Control
PCL.- Puesto Central de Línea
PCS.- Toma Continuidad Timbres
PGT.- Programadora General de Tráfico
PML.- Puesto de Mando en Línea
PMR.- Professional Mobile Radio
PMT.- Puesto de Mando en Taller
PNA.- Programa no Alimentado
PNP.- Punto Normal de Paro
PTT.- Push to Tall
q.- Número de Vehículos que circula en la vía
R.- Remolque
REDON.- Redundancia
RELOC.- Relocalización
RPH.- Rueda Óptica
S.- Salida
SACEM.- Sistema de Ayuda a la Conducción a la Explotación y al Mantenimiento
SAS.- Servicio Automático en Estación
SBS.- Estación de Base
SD.- Socorro Descompostura
SEÑ.- Señalización
SIT.- Sistema Inteligente de Transporte
SMC-TC.- Sistema de Mando Centralizado/Gestión de Tracción

SMC-TF.- Sistema de Mando Centralizado/Gestión Tráfico

SMS.- Servicio Manual en Estación

STC.- Sistema de Transporte Colectivo

SVM.- Señal Vía Metro

S1.- Señal 1

S2.- Señal 2

TCO.- Tablero de Control Óptico

TE.- Conmutador Sustitución del Arillo del Hombre Muerto

TETRA.- Terrestrial trunked Radio

T1.- Conmutador puertas de servicio

VCC.- Volts de Corriente Continua

VISUCAB.- Visualizador de Cabina

VR.- Conmutador de Sentido de Marcha

Y.- Vía Auxiliar Paralela a vías Principales

Z.- Vía Auxiliar entre dos vías principales

ZMVM.- Zona Metropolitana del Valle de México

CAPÍTULO I. SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO Y SUBSISTEMAS QUE LO INTEGRAN

1.1 Proyecto Metro Ciudad de México

El ingeniero Bernardo Quintana Arriola (1919-1984) fundador de la empresa mexicana Ingenieros Civiles y Asociados SA de CV (ICA), elaboró estudios que permitieron la creación de un anteproyecto, y posteriormente un proyecto, para la construcción de un sistema de transporte masivo en la Ciudad de México. La propuesta del proyecto se presentó en 1958 a Ernesto P. Uruchurtu, Regente de la Ciudad de México de 1952 a 1966; quien la rechazó al considerarla económicamente costosa.¹ El ingeniero Quintana Arriola presentó nuevamente su proyecto de transporte en el sexenio de Gustavo Díaz Ordaz, Presidente de México de 1964 a 1970; de nueva cuenta el obstáculo resultó el costo elevado de la obra.

Ante el problema de congestionamiento vial, en el mes de octubre de 1966, el Ejecutivo Federal por conducto del entonces Departamento del Distrito Federal, autorizó la creación del Comité Consultivo del Transporte, integrado por técnicos de amplia experiencia en la materia, con el propósito de que sugirieran las medidas que deberían tomarse para atender frontalmente el grave problema de transporte masivo en la Ciudad de México y zonas circunvecinas. Colateralmente, se encargó a la Dirección General de Obras Públicas y a diversas empresas privadas, la realización de estudios orientados a determinar la posibilidad de construir un Sistema de Transporte Colectivo con vía libre².

Los estudios previos para la puesta en marcha de un transporte masivo comprendieron diferentes aspectos, tales como los que se describen de forma general en la tabla 1.

¹ Marcela Itzel García Núñez (productor); Diego Sedano (director) (2003). El metro, una historia subterránea (VHS). Ciudad de México, México: Editorial Clío, Libros y Videos SA de CV.

² Gaceta Oficial del Distrito Federal 18 de marzo del 2009. Pág. 18

Tabla 1 Estudios para la construcción del STC Metro para la Ciudad de México (Autoría propia)

Estudios para la construcción del STC Metro ³	
Análisis estadísticos	Censo Poblacional
	Medios de Transporte
	Autobuses Locales
	Autobuses suburbanos y foráneos
Soluciones de Transporte Masivo	Observando Grandes Ciudades del Mundo
Obras viales en la ciudad	Análisis de la infraestructura vial
	Problemáticas de congestión
Análisis de operación del sistema	Vías: de superficie, elevadas o subterráneas
	Estaciones
	Equipos de control
	Sistema neumático o férreo
	Sistemas de vías
	Sistema de alimentación eléctrico
	Sistemas de telecomunicación y telemando
	Profundidad de construcción de estaciones
Terminales	
Estudios de las características del subsuelo	Suelos rocosos, arenosos o blandos
	Mantos freáticos
Análisis de las calles	Infraestructura urbana
	Conectividad
Sistemas de construcción para túneles	Excavadoras
	Tuneladoras
Vehículos	Capacidad
	Longitud
Infraestructuras complementarias	Talleres
	Edificios administrativos
Estudios económicos y financieros	Análisis costo beneficios
	Análisis de gastos
	Análisis de retorno de la inversión
	Amortizaciones

Una vez concluidos los estudios, se determinó que la respuesta a la problemática del transporte de la Ciudad de México era la incorporación de un tren subterráneo,

³ Gaceta Oficial del Distrito Federal 18 de marzo del 2009. Pág. 18

que su construcción era viable, y que el entonces Departamento del Distrito Federal debería absorber el costo de la obra civil y que se gestionara la obtención de créditos extranjeros para su construcción.

El Presidente de México Gustavo Díaz Ordaz decidió aprovechar el acercamiento del presidente francés Charles de Gaulle hacia Latinoamérica. Alex Berger, empresario francés, amigo del Ingeniero Quintana Arrijoja, fungió como mediador entre los gobiernos francés y mexicano para la obtención del crédito. Como resultado de la negociación el gobierno mexicano cubrió el costo de la obra civil, estudios de geotecnia, diseño de estaciones, entre otros, y el gobierno francés la obra electromecánica⁴. La obra tuvo un costo total de \$ 2,530 millones de pesos, de los cuales, \$ 1,630 millones de pesos provinieron del crédito francés y \$900 millones de pesos por parte del Departamento del Distrito Federal⁵.

El Presidente de la República Gustavo Díaz Ordaz, quien por decreto presidencial el 27 de abril de 1967, instituyó un organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propios, que se denominó Sistema de Transporte Colectivo y cuyo objeto sería la construcción, operación y explotación de un tren rápido con recorrido subterráneo y superficial para el transporte colectivo en el Distrito Federal⁶.

1.1.1 Sistema de Transporte Colectivo Metro una visión mundial

A la puesta en marcha del STC Metro de México en 1969, considerando cronológicamente los diferentes Metros del Mundo que a la época estaban en operación, el lugar que ocupaba el STC Metro era el número 13 como se muestra en la tabla 2; observándose que se había adquirido la tecnología francesa al determinar trenes neumáticos para su operación, por lo que era pionero en América Latina, poniéndose a la vanguardia como un Sistema de Transporte

⁴ Marcela Itzel García Núñez (productor); Diego Sedano (director) (2003). *El metro, una historia subterránea* (VHS). Ciudad de México, México: Editorial Clío, Libros y Videos SA de CV.

⁵ Navarro, Bernardo; González, Ovidio (1989). «Capítulo V: El metro y las finanzas». *Metro metropoli México*. Distrito Federal, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma Metropolitana, Instituto de Investigaciones Económicas. p. 143. ISBN 968-36-1106-0.

⁶ Gaceta Oficial del Distrito Federal 18 de marzo del 2009. Pág. 18

Público Masivo, para resolver los problemas de movilidad que presentaba la Ciudad de México.

Tabla 2 Trenes de Mundo⁷

	País	Ciudad	Operadora	Fecha de puesta en operación	Tipo de Tren
1	Inglaterra	Londres	UNDERGROUND	1863	Férreo
2	Estados Unidos	New York	MTA	1868	Férreo
3	Hungría	Budapest	BKV rt	Millenium 1896/ Este-Oeste 1970 /Norte-Sur 1979	Férreo
4	Francia	Paris	RATP	19/07/1900	Férreo, Neumático
5	Alemania	Berlín	BVG	1902	Férreo
6	Alemania	Hamburgo	HHA	15/02/1912	Férreo
7	España	Madrid	Metro	17/10/1919	Férreo
8	España	Barcelona	TMB	30/12/1924	Férreo
9	Japón	Osaka	SUBWAY	20/05/1933	Férreo
10	Rusia	Moscú	Ministerio de Transporte de Rusia	15/05/1935	Férreo
11	Italia	Milán	M	1964	Férreo
12	Alemania	Frankfurt		1968	Férreo
13	México	Ciudad de México	STC	04/09/1969	Neumático

1.1.2 Inauguración

El 4 de Septiembre de 1969 el Sistema de Transporte Colectivo Metro abre sus puertas en su primera etapa como lo planteaba el Plan Maestro Metro y Trenes Ligeros de la Ciudad de México, en su tramo comprendido de la Terminal Zaragoza a la Terminal Chapultepec, con una longitud de 16.66 km; y posteriormente a Tacubaya. Así con la inauguración un año más tarde de la línea 2 (Tacuba-Tasqueña) y un tramo de la línea 3 (Tlatelolco-Hospital General) con lo que se concluye la primera etapa, que corresponde a 35.907 kilómetros de servicio y 39.709 construidos⁸, ver detalle en la tabla No.3.

⁷ Exposición Trenes del Mundo, STC Metro, Estación Metro Auditorio Línea 7. Visita: 24 de agosto del 2016

⁸ Plan Maestro de Metro y Trenes Ligeros, Área Metropolitana de la Ciudad de México. DDF, SETRAVI, 1996 pág. 6

Tabla 3 Etapa 1 de Construcción STC Metro⁹

LÍNEA	TRAMO	FECHA DE INAUGURACIÓN	ESTACIONES
1	Zaragoza-Chapultepec	4-09-1969	16
1	Chapultepec-Juanacatlan	11-04-1970	1
2	Pino Suarez-Tasqueña	01-08-1970	11
2	Tacuba –Pino Suarez	14-09-1970	11
1	Juanacatlan-Tacubaya	20-11-1970	1
3	Tlatelolco-Hospital General	20-11-1970	7

1.2 Subsistemas del STC Metro

En la presente Investigación se ha mencionado en repetidas ocasiones la palabra “Sistema”, se define entonces que etimológicamente, la palabra "sistema" proviene de dos vocablos griegos: syn e istemi, que querría decir "reunir en un todo organizado"¹⁰. Hall & Fagen (1956) definen sistema como un conjunto de “objetos” con “relaciones” entre los objetos y entre sus “atributos”¹¹. Von Bertalanffy define sistema como “un complejo o un conjunto de elementos interactuantes”¹². Entonces, se puede decir que un sistema es el conjunto objetos o elementos organizados que se interrelacionan, interactuando entre ellos para formar un todo. En el mismo contexto, la ciencia del Transporte reconoce que todos los sistemas de transporte tienen los mismos elementos esenciales, vehículos, vías y terminales que operan por medio de un sistema de control.

- ❖ Los vehículos son los recursos móviles del transporte.
- ❖ Las vías son recursos fijos que definen las rutas factibles de viaje y proveen la infraestructura que utilizan los vehículos.

⁹ Sistema de transporte Colectivo metro. Fuente:

<http://www.metro.cdmx.gob.mx/operación/cronología.html> última fecha de consulta 13 de mayo de 2015.

¹⁰ INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (2002) Qué es la teoría general de sistemas,

Colección cultura informática, [En Línea]

http://www.academia.edu/8290351/Instituto_Nacional_de_Estad%C3%ADstica_e_Inform%C3%A1tica_QUE_ES_LA_TEORIA_GENERAL_DE_SISTEMAS

¹¹ HALL, A. D. & FAGEN, R. E. (1956) Definition of system, En Buckley, W. (Ed.) (1968) Modern systems research for the behavioral scientist, Aldine-Atherton, Chicago, pp. 81-92.

¹² Diccionario de la Teoría general de Sistemas; FUENTE:<http://omarpal.blogspot.com/2007/07/teoria-general-de-sistemas-diccionario.html>

- ❖ Las terminales son recursos ubicados discretamente, que ofrecen a vehículos, personas y objetos, la capacidad de salir de las rutas.
- ❖ Los sistemas de control son las reglas, las regulaciones y los algoritmos que determinan movimientos y trayectorias en los sistemas de transporte.¹³

Por lo tanto, viendo al Sistema de Transporte Colectivo Metro como un Sistema, se puede entonces definir a partir de los elementos antes descritos de la siguiente manera:

- Los vehículos: El Tren (Material Rodante); se conforma de nueve o seis carros.
- Las Vías: son el conjunto de dispositivos ensamblados de manera apropiada para soportar el peso del tren, alimentarlo con la corriente eléctrica necesaria y guiarlo en su trayecto. Los elementos que las integran son (ver foto 1):
 - La Barra Guía: permite guiar al tren por medio de la Rueda Guía, la cual es un pequeño neumático colocado horizontalmente que por su posición evita movimientos bruscos. La barra, proporciona principalmente la energía eléctrica de 750 VCC (Volts Corriente Continua) necesaria para el funcionamiento de sus motores y equipo.
 - Pista de Rodamiento: sobre la cual circula la Rueda portadora (es el neumático principal que soporta todo el peso de los carros).
 - Riel de seguridad: asegura el sistema de rodamiento y guiado del tren, en caso de pinchadura de algún neumático, se apoya sobre éste la rueda de seguridad.
 - Durmientes: en ellos van fijos los soportes aislantes de la barra guía, la pista de rodamiento y los rieles de seguridad. Los durmientes están colocados sobre una capa de piedras trituradas llamadas Balasto, cuya función es nivelar y ajustar la vía así como eliminar vibraciones producidos por los trenes evitando dañar la estructura del túnel.

¹³ Sánchez Lara, Benito, Introducción a la ingeniería en Sistemas de Transporte Urbano, Cuadernos de Divulgación no. 1, 2004, México, UCM, Gobierno del Distrito Federal.

- Aparato de Vía: son utilizados para cambiar de una vía a otra, en vías principales o secundarias.

Foto 1 Elementos de la Vía (por Christian Alexander López Vázquez)



Las vías se clasifican en vías principales y secundarias: las principales son por las que circulan los trenes con usuarios y se identifican como vía 1 (de terminal de origen a terminal de destino) y vía 2 (de terminal de destino a terminal de origen); las secundarias son aquellas donde los trenes circulan sin viajeros, por ejemplo: cambios de vías en terminales, vías de talleres, garajes y vías de enlaces con otras líneas.

Las terminales determinadas como estaciones, por su uso se clasifican como: de paso, terminales o de correspondencia.

Las estaciones cumplen una función particular, como son:

- Las Terminales: las cuales se localizan a los extremos de la línea, esto es, su origen y destino.
- Las estaciones de correspondencia: permiten el enlace entre líneas.
- Las estaciones de Paso: son las demás estaciones que forman parte de la línea.

Las estaciones cualquiera que sea, la podemos diferenciar de otra por su nombre y logotipo; estos van de acuerdo al lugar donde se localizan, como pueden ser un barrio, una calle o un monumento cercano por ejemplo: Bondojito, Insurgentes, Revolución, Centro Médico, Auditorio, Vallejo, etc., al estar cerca o dentro de las

estaciones, se facilita su identificación y uso con los señalamientos colocados para tal fin, presentando letreros luminosos y opacos.

Las estaciones, independientemente de la construcción, se encuentra divididas en dos zonas: la de acceso y la de andenes. La zona de acceso es el lugar donde se inicia el uso de las instalaciones; después de las puertas de acceso se encuentra un vestíbulo, donde se localiza la taquilla, cubículo de jefe de estación y línea de torniquetes; lugar donde encontramos los torniquetes de entrada, donde se introduce un boleto que desbloquea el mecanismo del aparato, permitiendo el paso al usuario. El torniquete cuenta con un depósito para los boletos usados en la parte posterior, en estos aparatos se encuentra un contador de entrada, las cantidades registradas son reportadas al final del servicio para las estadísticas del STC Metro, en ese mismo lugar se ubican los torniquetes de salida.

En los diferentes niveles que conforman la estación, se sitúan escaleras fijas y mecánicas, las segundas son puestas en funcionamiento de forma ascendente o descendente mediante llaves especiales, según las necesidades y características de cada estación. Existen también pasillos para comunicar a sus diversas áreas, llegando, a la zona de andenes, siendo el lugar donde se realiza el ascenso y descenso de usuarios al tren.

Foto 2 Estación. (por Christian Alexander López Vázquez)



- Los sistemas de control: Puesto Central de Control (PCC), Aquí se realizan las actividades relacionadas con la circulación de los trenes, en ellos se encuentran equipos computarizados, sofisticados y de alta tecnología, como es el caso del Tablero de Control Óptico (TCO) por cada línea; en el cual se observa el desplazamiento de los trenes por las vías. Dichos tableros son supervisados y controlados por los Reguladores, auxiliados por la consola de regulación de tráfico (Programadora General de Tráfico), y los sistemas de comunicación para tener contacto con los conductores.

De esta manera en la figura 1 se describe al STC Metro de forma general como un Sistema de Transporte con sus subsistemas.

Figura 1 Sistema de Transporte Colectivo Metro y sus elementos (autoría propia)



1.2.1 Vías y Estaciones

La red del Sistema de Transporte Colectivo Metro actualmente cuenta con 12 líneas, que se distribuyen dentro la Ciudad de México y el Estado de México, en el municipio de Ecatepec; dando énfasis al centro de la ciudad, conectando de Oriente a Poniente y de Norte a Sur a esta gran Metrópoli.

La longitud de la red del metro es de 218.016 kilómetros totales de los cuales 200.881¹⁴ kilómetros son para prestar el servicio a usuarios y los 17.135 kilómetros restantes son exclusivos para las maniobras de los trenes sin usuarios.

La Red del STC Metro cuenta con 195 estaciones de las cuales podemos observar dos clasificaciones, una de ella por su uso y la otra por su tipo; por su uso son Terminales y Estacione, las cuales a su vez se clasifican de correspondencia y de paso, para mayor claridad observar la tabla 4.

Tabla 4 Clasificación de las estaciones por su Uso. Fuente STC Metro.

Línea	Clasificación por su Uso				Total
	Terminales		Estaciones		
	Sin Correspondencia	Con Correspondencia	De Paso	De correspondencia	
1	1	1	12	6	20
2	2	0	17	5	24
3	2	0	13	6	21
4	0	2	4	4	10
5	1	1	7	4	13
6	0	2	7	2	11
7	1	1	10	2	14
8	1	1	13	4	19
9	0	2	7	3	12
"A"	1	1	8	0	10
"B"	2	0	14	5	21
12	1	1	15	3	20
RED	12	12	127	44	195

Así mismo, existe una clasificación de las estaciones por su tipo, es decir, por el diseño en que fueron construidas. Existen estaciones subterráneas, de superficie y elevadas (ver la tabla 5).

¹⁴ STC Metro Fuente: www.metro.df.gob.mx/operacion/longlineas.html, última fecha de consulta 12 de agosto de 2015

Tabla 5 Clasificación de las estaciones por su Tipo. Fuente STC Metro.

Línea	Clasificación por su Tipo			
	Subterráneas	De Superficie	Elevadas	Total
1	19	1	0	20
2	14	10	0	24
3	17	4	0	21
4	0	2	8	10
5	4	9	0	13
6	10	1	0	11
7	13	1	0	14
8	14	5	0	19
9	8	0	4	12
"A"	1	9	0	10
"B"	6	11	4	21
12	9	1	10	20
RED	115	54	26	195

1.2.2 Sistemas de Control

1.2.2.1 Puesto Central de Control

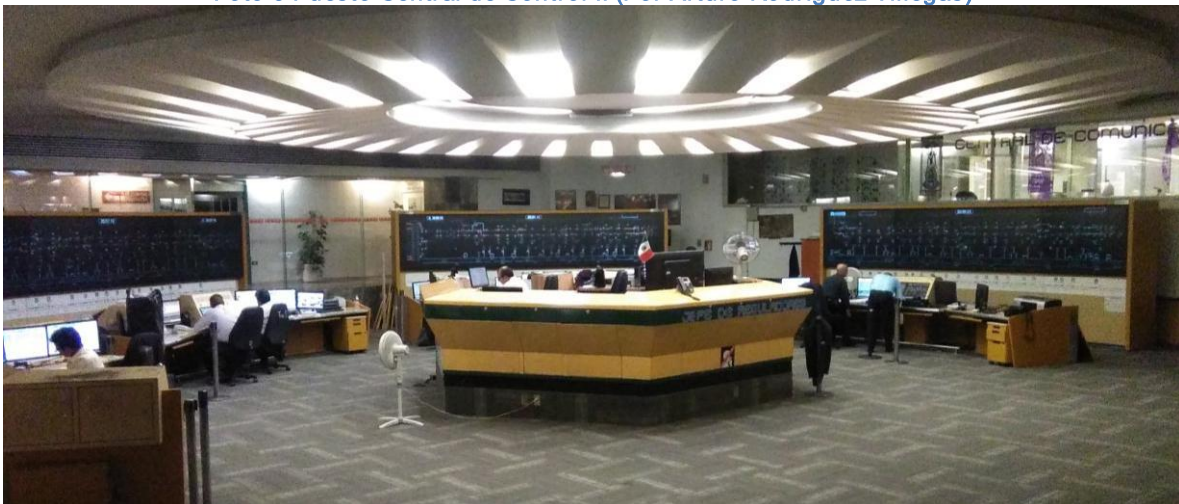
Las actividades relacionadas con la circulación de los trenes, se coordinan desde dos edificios importantes, ubicados en la calle de Delicias número 67, conocidos como Puesto Central de Control (PCC). En el edificio del PCC I que atiende de la línea 1 a la 6 y el edificio del PCC II (ver foto 3) que se encarga de atender a las líneas 7, 8 ,9 y B con capacidad para dos líneas más; en ellos se encuentran los equipos computarizados de alta tecnología, como es el caso de Tableros de Control Óptico (TCO), uno por cada línea; en ellos se visualiza la señalización, el desplazamiento de los trenes, las estaciones de la red, y la forma de alimentar las vías. Dichos tableros, son supervisados y controlados por los Reguladores de Transportación.

En este mismo edificio, se encuentra el Puesto de Despacho de Carga (PDC), cuya función es el manejo, control y distribución de energía eléctrica, para la circulación de trenes, y en general a todas las instalaciones de STC Metro; dependiendo el suministro energía, por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Dentro de los edificios de los PCC's en el conjunto Delicias, se encuentra otra área importante, denominada Centro de Comunicación (CC), donde se centraliza la información referente a las averías de los equipos e instalaciones, los incidentes y accidentes ocurridos dentro de las instalaciones, así como los voceos correspondiente para el público usuario. Los reguladores del CC son los encargados de coordinarse con el personal indicado para dar rápida solución a las averías reportadas.

Otro edificio se encuentra en Guelatao, y un más edificio ubicado en Tláhuac, ambos edificios denominados Puesto Central de línea (PCL) donde se realizan las mismas funciones que en el PCC I y PCC II, pero exclusivas a las líneas "A" y 12 respectivamente donde se ubican por su cercanía.

Foto 3 Puesto Central de Control II (Por Arturo Rodríguez Villegas)



1.2.2.2 Puestos de Maniobras en Línea

Los Puestos de Maniobras en Línea (PML) se encuentran emplazados en las estaciones terminales (ver foto 4), en ellos se encuentra un Tablero de Control Óptico exclusivo para la terminal donde se encuentre ubicado. En estos puestos de Mando los Inspectores Jefes de Estación (IJE) están a cargo de las maniobras de cambio de vía, de las maniobras relacionadas a la puesta en marcha de los trenes al inicio de servicio, así como de los estacionamientos al finalizar el servicio. Aquí también se encuentran dispositivos de telefonía fija, relacionada con

cada vía para tener comunicación con el personal de la conducción cuando así se requiera; éste TCO es visualizado en el TCO del PCC solo para su supervisión.

Foto 4 Puesto de Maniobra en Línea (Por Arturo Rodríguez Villegas)



1.2.2.3 Puestos de Maniobras de Talleres

Los Puestos de Maniobras de Talleres (PMT) se encuentran ubicados en las líneas donde existen Talleres para el mantenimiento de los trenes (ver tabla 6). Existe un Tablero de Control Óptico, para visualizar las vías de taller y garaje de esa línea; en ellos los Inspectores Jefes de Estación están a cargo de: las maniobras a la puesta en marcha de los trenes al inicio de servicio, de los estacionamientos al finalizar el servicio; así como de las maniobras que implican entrada y salida de los trenes a los Talleres para su intervención por el personal de Material Rodante para su mantenimiento (ver foto 5). Parte de los equipos ubicados en el pupitre del TCO, se encuentra la telefonía fija para tener comunicación con personal de la conducción cuando así se requiera. Éste TCO no es visualizado en el TCO del PCC, y su completa operación y supervisión queda a cargo de los IJE asignado a esa área.

Tabla 6 Puestos de Maniobras de Talleres del STCM

PMT	Línea
Zaragoza	1
Tasqueña	2
Ticomán	3
Rosario	6
La Paz	A
Ciudad Azteca	B
Tláhuac	12

Foto 5 Puesto de Maniobras en Talleres (por Arturo Rodríguez Villegas)



1.2.3 Material Rodante

El Sistema de Transporte Colectivo para el año 2014 tenía un parque vehicular de 390 trenes, de los cuales 292 trenes son de 9 carros y 29 trenes de 6 carros, estos últimos circulan en líneas 4 y 6. Del parque vehicular con que cuenta el STC Metro 291 trenes son de rodadura neumática y 69 trenes de rodadura férrea. Este parque vehicular está integrado por 17 modelos diferentes, 4 de ellos férreos y el resto neumáticos.

Los modelos del Material Rodante vienen dados por el país de origen y el año de su fabricación. La tabla 7 muestra: la distribución del parque vehicular, el modelo y el país de procedencia de los trenes existente en la red del Metro. El anexo 6 contiene una muestra fotográfica los diferentes modelos de trenes.

Tabla 7 Parque Vehicular STC Metro. (Autoría Propia)

Procedencia	Modelo	Líneas en las que circula											TOTAL		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	A		B	
Francés	MP68R93					17		1						8	26
Francés	MP68R96B													28	28
Francés	MP68R96C	4													4
Mexicano	NM73AR					9	2								11
Mexicano	NM73BR				12		15	6							33
Mexicano	NM79			28				16	5	9					58
Canadiense	NC 82									20					20
Francés	MP82								11						11
Francés	MP82RH								14						14
Mexicano	NM83A	5		20		1		4							30
Mexicano	NM83B	24								1					25
Español	NE92	16													16
Español	NM02		41					4							45
Mexicano	FM86*												17		17
Mexicano	FM95A*												13		13
Español	FE07*												9		9
Español	FR10*											30			30
*TRENES FERREOS															
Trenes de 6 carros		49	41	48	12	27	17	31	30	30	30	30	39	36	390

1.2.3.1 Formación de un Tren

Para el STC Metro la oferta del servicio está determinada a partir de la capacidad de transporte¹⁵, en principio por la capacidad de los trenes. La capacidad promedio de los trenes es de 1530 pasajeros, por lo tanto la capacidad de transporte dependerá de los vehículos que prestan servicio en un periodo de tiempo determinado, dando con ello una frecuencia de paso y un intervalo determinado para cada línea, brindando así un servicio regular en la red del metro.

Es momento entonces de definir que es un tren, ésta definición la detalla el manual técnico de operación, que a la letra dice: “Denominamos tren al conjunto

¹⁵ Entiéndase como capacidad de transporte como el número máximo de pasajeros que pueden ser trasladados por una línea durante un periodo de tiempo, bajo condiciones de operación, seguridad, funcionalidad y velocidad razonables. (Instituto Mexicano del Transporte, publicación técnica No.15, 1992)

de carros provistos de motores de tracción unidos por acopladores apropiados”¹⁶. Para que este conjunto de carros pueda ser puesto en servicio al público usuario, deberá observar la siguiente formación de elementos (denominamos elemento a la conformación de 3 carros que tienen características específicas que unidos pueden moverse sin la necesidad de tener formado un tren completo), identificando cada uno de los diferentes carros por sus características individuales, se puede observar entonces, que existen dos tipos de trenes, los conformados por seis y por nueve carros. Para que estos trenes puedan circular se tiene que agrupar los carros en elementos.

1.2.3.1.1 Conformación de un elemento

Una vez que se indicó cómo está conformado un tren, se definirán las nomenclaturas de los carros:

M: carro motor con cabina

R: carro remolque

N: carro motor sin cabina

PR: carro remolque con equipos de Pilotaje Automático

A partir de esto se describe a continuación la disposición de un elemento:

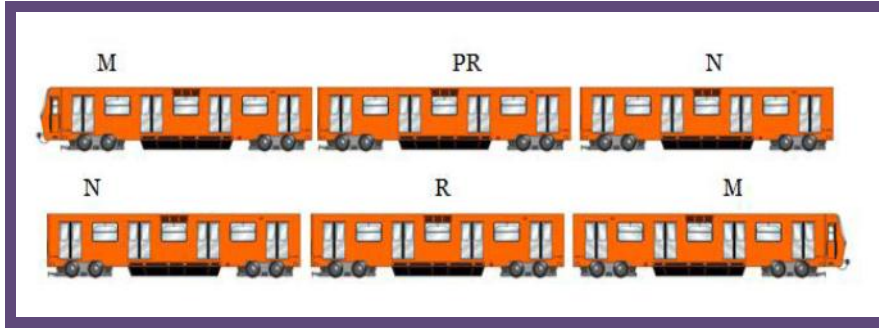
- Elemento extremo M - R - N, o elemento de conducción; llamado así por la presencia de la Motriz M
- Elemento intermedio N PRN

De esta manera se pueden formar trenes de dos elementos (6 carros), ver ilustración 1.

M-R-N-N-PR-M

¹⁶ Manual Técnico de Capacitación de Conductor. MATERIAL RODANTE. Clave 5-12-16. Año 2015

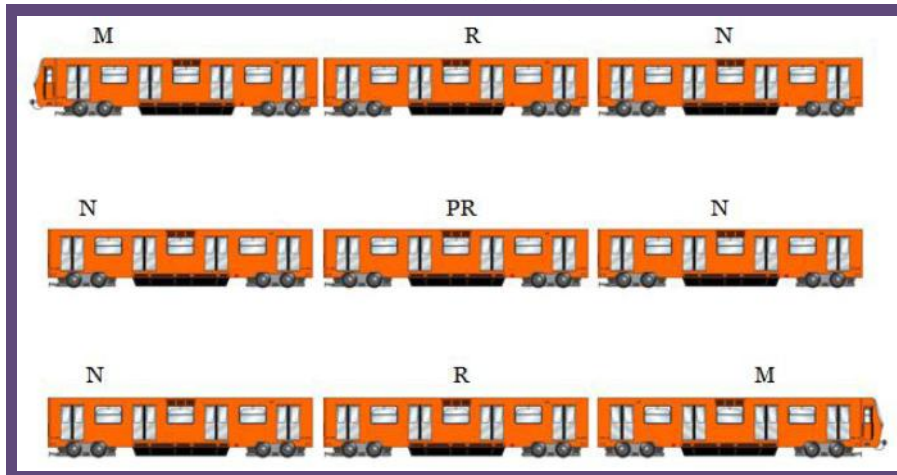
Ilustración 1 Tren con 6 carros



O trenes de tres elementos (9 carros), ver ilustración 2.

M-R-N-N-PR-N-N-R-M

Ilustración 2 Tren con 9 carros



Las razones para que los elementos se formen así son variables:

- En todos los carros existen equipos que funcionan con aire comprimido, que es proporcionado por un grupo moto-compresor situado en los carros remolques, por lo que la ubicación más conveniente del remolque es entre dos carros motores; con lo que las distancias entre el compresor y los equipos alimentados se compensan.
- En todos los carros existen equipos que funcionan con corriente alterna, proporcionada por una fuente de alimentación instalada en los remolques. A

fin de que las caídas de tensión se equilibren, el remolque debe instalarse en medio de las dos motrices.

- La principal razón de que el remolque (R) se sitúe entre dos motrices, es que carece de equipo de tracción propio, por lo que la ubicación entre las motrices tiene como finalidad que el esfuerzo de tracción sea equitativamente repartido.

Cabe hacer mención que el modelo de tren FR-10 que presta servicio en la línea 12, únicamente cuenta con 7 carros, teniendo como característica principal que los remolques son colocados en los extremos, llevando en ellos la cabina de conducción; por lo tanto la formación de esos trenes es de la siguiente manera:

FR1-FN1-FN2-FN3-FN4-FN5-FR2

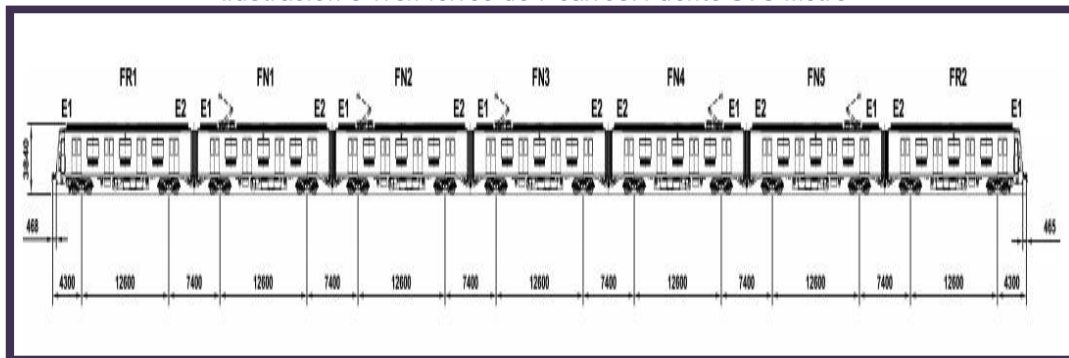
F: Férreo

R: Remolque

N: Motriz sin cabina

Los números son solo referencia para su ubicación como se observa en la ilustración 3:

Ilustración 3 Tren férreo de 7 carros. Fuente STC Metro¹⁷



¹⁷ STC Metro. Manual para la Conducción Tren FE10. Línea 12. 2012

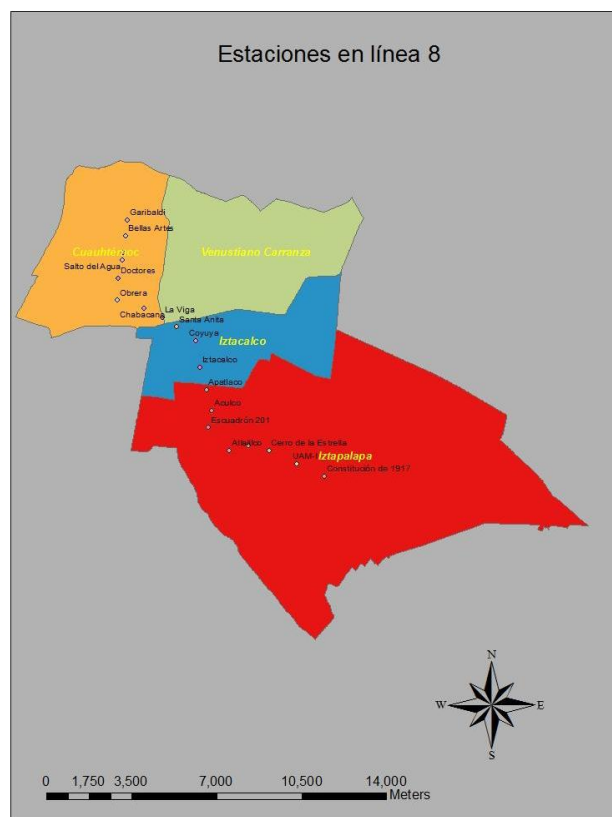
CAPÍTULO II. LÍNEA 8 DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO

2.1 Antecedentes de la operación de la línea 8

2.1.1 Proyecto línea 8 STC Metro

El proyecto de la línea 8 del Metro del Sistema de Transporte Colectivo metro contemplaba un origen en el centro de la Ciudad y un destino hacia el Oriente del Distrito Federal, pasando por las delegaciones Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Iztacalco e Iztapalapa, en el mapa no.1 se muestran las estaciones consideradas.

Mapa 1. Estaciones en línea 8



La delegación Cuauhtémoc concentra una gran cantidad de viajes destino, es decir, se considera como una delegación atractora de viajes. Para la década de 1990 (y en la actualidad), la delegación Iztapalapa concentraba el mayor índice poblacional a nivel Distrito Federal. Debido al crecimiento poblacional, se repite el fenómeno del congestionamiento en las vialidades que confluyen en dicha

delegación, por lo que se hizo prioritario la realización una línea de Metro, que integrara a esa zona de la Ciudad.

De acuerdo con la Encuesta Origen-Destino 1994 (EOD-94), la entidad con mayor generación de viajes fue la Delegación Cuauhtémoc con más de dos millones. A su vez la delegación Iztapalapa, presentaba una generación de entre uno y dos millones de viajes¹⁸. Como menciona dicho estudio en Distrito Federal, las zonas que presentaron una mayor generación de viajes, fueron el Zócalo con 704,777 y la Colonia Obrera con 326,188¹⁹.

2.1.2 Inauguración

El 20 de julio de 1994 el Presidente de México Carlos Salinas de Gortari inauguró la línea 8, a finales de su sexenio (1988-1994)²⁰ obsérvese la tabla 10, durante la regencia del Lic. Manuel Aguilera Gómez.

En la quinta etapa de construcción de la red del Metro, la apertura de ésta línea, hizo que se sumaran a la red del STC Metro 20.078 km (para el servicio de usuarios 17.679 km y el resto se usa para maniobras), para un total de 178.1 kilómetros de longitud en esa época. Se integraban entonces 19 estaciones a las 135 con que contaba ya el STC Metro, para tener un total de 154 estaciones; abarcando el tramo que corre de la zona de Garibaldi en el centro del Distrito Federal, a la Unidad Constitución de 1917 en la Delegación de Iztapalapa; beneficiando a los habitantes de las colonias localizadas en el centro y sur-oriente del Distrito Federal²¹. En la tabla 8, se resume el tramo inaugurado.

Tabla 8 Inauguración de Línea 8

Estaciones inauguradas	Tramo	Fecha	Kilómetros inaugurados
19	GARIBALDI - CONSTITUCIÓN DE 1917	20 de julio de 1994	20.078

¹⁸ Plan Maestro del Metro y Trenes ligeros 1994, DDF. SETRAVI. Pág. 34

¹⁹ Encuesta Origen Destino INEGI 1994

²⁰ El Metro es de Todos. STC Metro. CDMX 2014.

²¹ Gaceta Oficial del Distrito federal. 18 de marzo del 2009. Página 21

2.1.3 Constitución del trazo y perfil de la línea 8.

La Terminal Garibaldi que pertenece a la Delegación Cuauhtémoc, tiene correspondencia con línea B. A nivel superficie, convergen tres vialidades: la primera es Paseo de la Reforma, la segunda Eje 1 Norte y por último Eje Central, arterias de gran importancia para la movilidad en el centro de la Ciudad.

Dentro de ésta misma delegación se encuentran seis estaciones más: Bellas Artes que tiene correspondencia con la línea 2; San Juan de Letrán; Salto del Agua que tiene correspondencia con la Línea 1; Doctores; Obrera y Chabacano que tiene conectividad con las líneas 2 y 9. Estas seis estaciones son de tipo subterráneas. La vialidad que tienen en paralelo es el Eje Central que entroncan con la Calzada de Tlalpan, llegando hasta el Eje 3 Sur, en donde se ubica la estación Chabacano.

En la Delegación Venustiano Carranza está localizada la estación La Viga, de tipo subterránea. La vialidad que tiene en paralelo a nivel de calle es la Calzada de La Viga.

En las inmediaciones de la delegación Iztacalco hay tres estaciones; Santa Anita con correspondencia hacia la línea 4, estación de tipo subterránea; las vialidades con las que confluye a nivel de calle son Congreso de la Unión y Viaducto Miguel Alemán; las estaciones Coyuya e Iztacalco, por su diseño de superficie corren en paralelo con el Eje 3 Oriente Francisco del Paso y Troncoso.

Las estaciones que se encuentran en la delegación Iztapalapa son 8, entre ellas: Apatlaco, Aculco y Escuadrón 201, en tramo de superficie; la vialidad con la que conviven en paralelo, es el Eje 3 Oriente Francisco del Paso y Troncoso. La estación Atlalilco que tiene correspondencia con la línea 12; Iztapalapa; Cerro de la Estrella y UAM-I subterráneas, así como la Terminal Constitución de 1917 de superficie, en paralelo direccionan con la vialidad Eje 8 Sur Calzada Ermita Iztapalapa.

En resumen, el perfil de línea 8 es de la siguiente forma: 14 estaciones son subterráneas y 5 de superficie; 6 de ellas son de correspondencia (incluida una de sus terminales), 12 de paso y una terminal más, mostrándose en la tabla 9.

Tabla 9 Trazo y Perfil de Línea 8

	Estación	Correspondencia con Línea	Estación	Tipo de Estación	Delegación	Vialidad en paralelo
1	Garibaldi	B	Terminal y de correspondencia	Subterránea	Cuauhtémoc	Paseo de la Reforma Eje 1 Norte y Eje Central
2	Bellas Artes	2	correspondencia	Subterránea		Eje Central Hasta Eje 3 Sur
3	San Juan de Letrán	-	De paso	Subterránea		
4	Salto del Agua	1	correspondencia	Subterránea		
5	Doctores	-	De paso	Subterránea		
6	Obrera	-	De paso	Subterránea		
7	Chabacano	2 y 9	correspondencia	Subterránea		
8	La Viga	-	De paso	Subterránea	Venustiano Carranza	Calzada de La Viga
9	Santa Anita	4	correspondencia	Subterránea	Iztacalco	Congreso de la Unión y Viaducto Miguel Alemán
10	Coyuya	-	De paso	Superficie		Eje 3 Oriente Fco. del Paso y Troncoso
11	Iztacalco	-	De paso	Superficie		
12	Apatlaco	-	De paso	Superficie	Iztapalapa	Eje 3 Oriente Fco. Del Paso y Troncoso
13	Aculco	-	De paso	Superficie		
14	Escuadrón 201	-	De paso	Subterránea		
15	Atlalilco	12	correspondencia	Subterránea		Eje 8 Sur Calzada Ermita Iztapalapa
16	Iztapalapa	-	De paso	Subterránea		
17	Cerro de la Estrella	-	De paso	Subterránea		
18	UAM-I	-	De paso	Subterránea		
19	Constitución de 1917	-	Terminal	Superficie		

2.1.3.1 Iconografía

La iconografía es la forma gráfica de identificar o relacionar personajes o temas, que corresponden a una concepción o una tradición. Para las estaciones del STC Metro,²² es relacionar las estaciones con el sitio donde fueron implantadas. A continuación se observa de forma general la iconografía de la línea 8 (figura 2).

²² STC Metro Fuente: <http://www.metro.df.gob.mx/red/linea8.html>

Figura 2 Iconografía de línea 8 (Fuente STC Metro)



2.2 Población beneficiada

2.2.1 A la apertura de la línea 8

En la década de los años noventa, la población en el Distrito Federal era de 8, 234, 744 habitantes. La distribución poblacional para las delegaciones donde se implantó la línea 8 del Sistema de Transporte Colectivo Metro, era de 3, 054, 409 de habitantes, representando éstas un 27 % de la población total (ver tabla 9 y gráfica 1).

Tabla 9 Representación Poblacional Total DF VS población beneficiada en línea 8 en 1994

Representación poblacional	
8,235,744	Población total en Distrito Federal
3,054,409	Población en Delegaciones beneficiadas por la línea 8

Gráfica 1 Población Total en el Distrito Federal en el año 1994

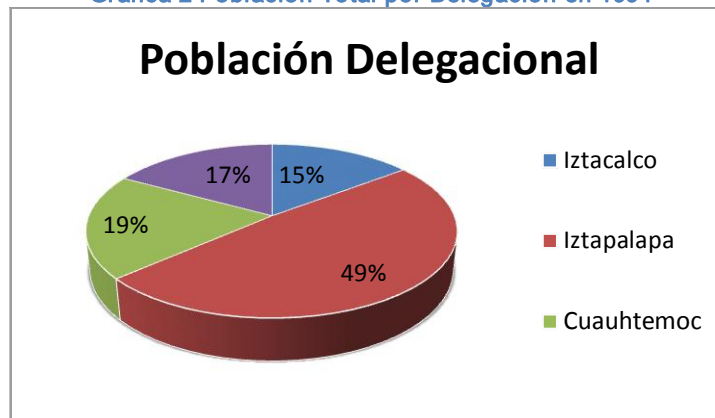


A continuación se observa la distribución poblacional en las delegaciones beneficiadas en el año 1994 que era la mostrada en la tabla 10 y su proporción en la gráfica 2:

Tabla 10 Distribución poblacional en delegaciones beneficiadas por la línea 8 del Metro

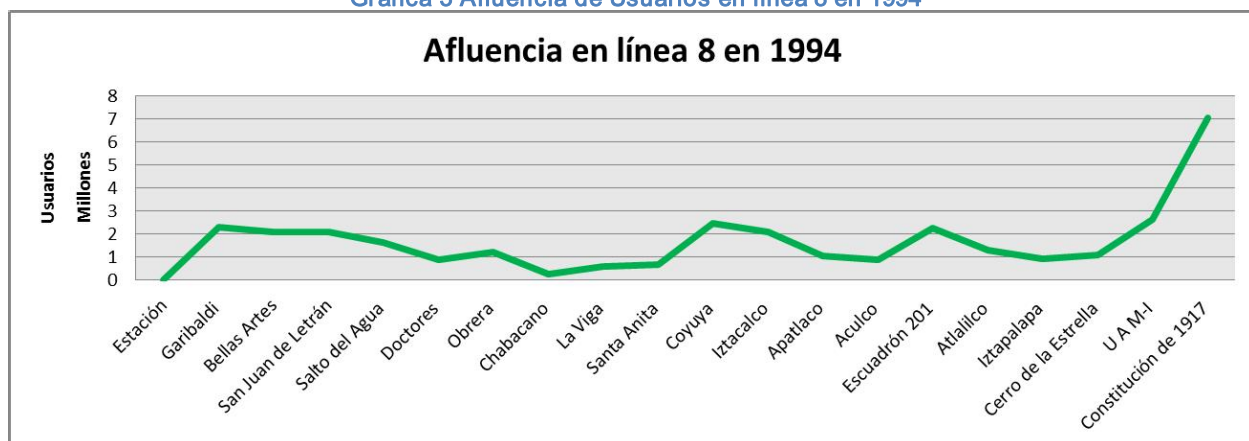
Población Delegacional	
448,322	Iztacalco
1,490,499	Iztapalapa
595,960	Cuauhtémoc
519,628	Venustiano Carranza
3,054,409	Total

Gráfica 2 Población Total por Delegación en 1994



En el año de 1994 la afluencia captada de la línea en los primeros meses de operación durante el periodo comprendido de Julio a Diciembre observar grafica 3.

Gráfica 3 Afluencia de Usuarios en línea 8 en 1994



Detallada esta distribución por estación en la tabla 11

Tabla 11 Afluencia de línea 8 durante el año 1994

Estación	1994
Garibaldi	2,289,911
Bellas Artes	2,077,431
San Juan de Letrán	2,088,417
Salto del Agua	1,647,037
Doctores	872,403
Obrera	1,209,674
Chabacano	251,085
La Viga	584,248
Santa Anita	692,434
Coyuya	2,481,092
Iztacalco	2,106,720
Apatlaco	1,057,770
Aculco	898,584
Escuadrón 201	2,249,294
Atlalilco	1,319,097
Iztapalapa	915,877
Cerro de la Estrella	1,092,277
U A M-I	2,627,571
Constitución de 1917	7,032,615

Haciendo un análisis generalizado de la información, para tener una idea más precisa de lo que nos dicen estos datos, en el año 1994, en la línea 8 se registraron en promedio 204,241 viajes diarios, es decir, que ingresaban al STC Metro en promedio de 11,347 usuarios por hora. Detallando esto, por estación aproximadamente ingresaban 597 usuarios por hora, es decir, 10 usuarios por minuto en cada estación.

2.2.2 Línea 8 hacia el 2014

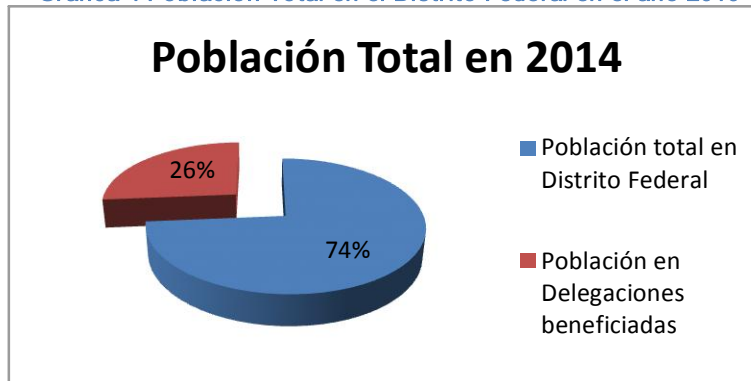
De acuerdo con datos del INEGI, la población hacia el año de 2010 era de 8,851,080 habitantes para el Distrito Federal, observando un aumento del 6.95% con respecto de la década anterior, de los cuales, 3,163,218 habitantes pertenecen a las delegaciones Cuauhtémoc, Iztacalco, Iztapalapa y Venustiano Carranza, delegaciones donde se encuentra la línea 8 del STC Metro. Haciendo

un comparativo entre la misma década, la población total en estas cuatro delegaciones, muestra una disminución del 1% con respecto a la población a nivel distrital, por lo que se puede deber a una migración hacia otras delegaciones. Con respecto a la década anterior, sufrieron un aumento poblacional del 3.43% contra el observado en el Distrito Federal (ver tabla 12 y Gráfica 4).

Tabla 12 Representación Poblacional Total DF VS población beneficiada en línea 8 en 2014

Representación poblacional	
8,851,080	Población total en Distrito Federal
3,163,218	Población en Delegaciones beneficiadas por la línea 8

Gráfica 4 Población Total en el Distrito Federal en el año 2010

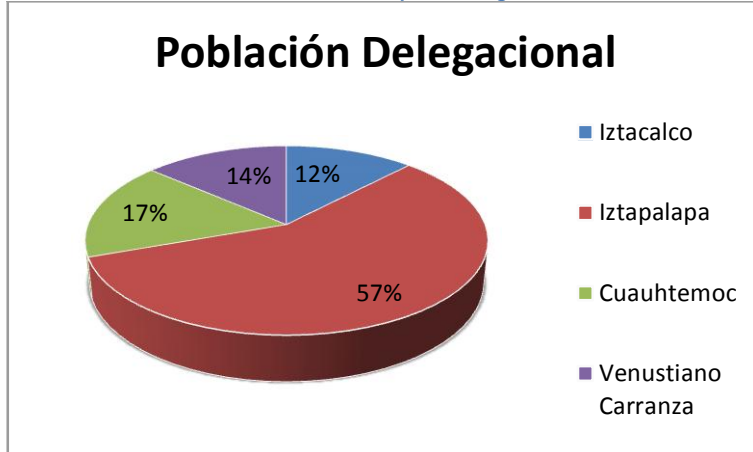


Las delegaciones tienen un comportamiento distinto, la delegación Iztapalapa sufre un aumento importante de población. Las delegaciones Cuauhtémoc, Venustiano Carranza e Iztacalco, tuvieron un decremento de población; lo que hace suponer que este déficit de población, se concentró en la delegación Iztapalapa, deduciendo que la accesibilidad que tuvo con la línea 8 del Metro fue considerable (Ver tabla 13 y gráfica 5).

Tabla 13 Población en las 4 delegaciones dentro de línea 8

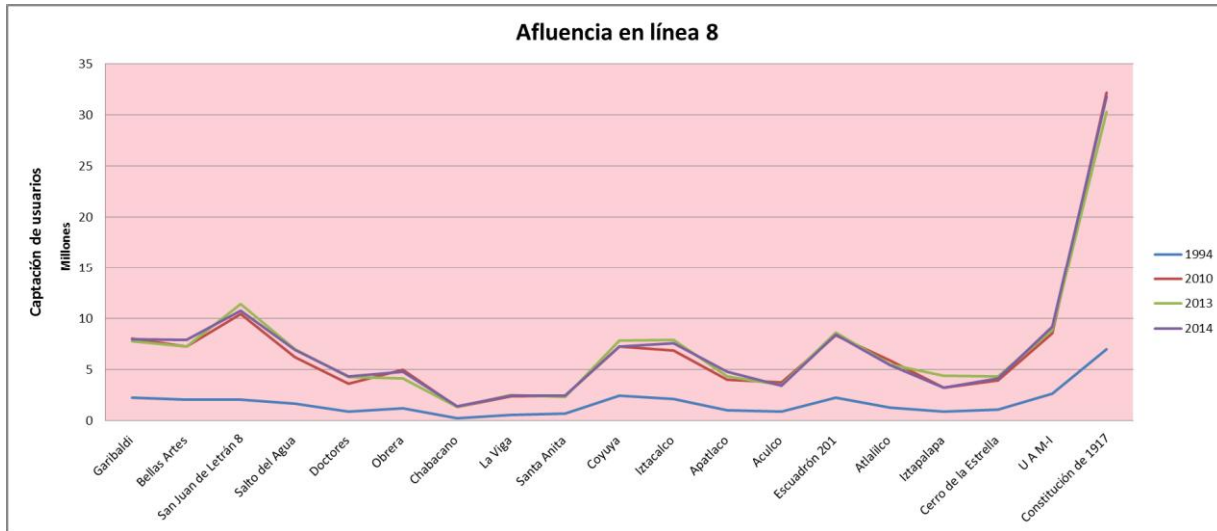
Población Delegacional	
384,623	Iztacalco
1,815,786	Iztapalapa
531,831	Cuauhtémoc
430,978	Venustiano Carranza
3,163,218	Total

Gráfica 5 Población Total por Delegación en 2010



La afluencia registrada en el año 2013, comprueba el movimiento poblacional que presentaban los datos del INEGI en la delegación Iztapalapa, ya que las estaciones comprendidas en esta delegación, se vieron beneficiadas con un aumento de viajes con respecto a las otras tres delegaciones. Sin lugar a dudas la línea 8, es una línea como se había mencionado, atractora de viajes hacia el centro de la Ciudad y generadora de viajes hacia el oriente de la Ciudad de México, constituyendo así un eje importante dentro de la Red del STC Metro. El comportamiento de la afluencia por estaciones registrado en la línea 8 se observa en la gráfica 6.

Gráfica 6 Afluencia en línea 8



La cantidad de usuarios admitidos por estación se refleja en la tabla 11.

Tabla 11 Captación de usuarios por estación²³

Estación	1994	2010	2013	2014
Garibaldi	2,289,911	8,049,537	7,758,638	7985645
Bellas Artes	2,077,431	7,230,733	7,238,657	7906233
San Juan de Letrán 8	2,088,417	10,461,217	11,384,382	10763293
Salto del Agua	1,647,037	6,240,607	6,997,398	6921771
Doctores	872,403	3,630,411	4,295,756	4330179
Obrera	1,209,674	5,006,703	4,138,066	4801866
Chabacano	251,085	1,326,785	1,380,675	1395094
La Viga	584,248	2,360,495	2,522,565	2470567
Santa Anita	692,434	2,455,798	2,339,487	2449436
Coyuya	2,481,092	7,246,883	7,866,281	7267919
Iztacalco	2,106,720	6,868,273	7,889,601	7604880
Apatlaco	1,057,770	4,008,599	4,370,291	4811139
Aculco	898,584	3,780,719	3,486,566	3416587
Escuadrón 201	2,249,294	8,359,891	8,593,219	8444834
Atlalilco	1,319,097	5,865,283	5,527,080	5425564
Iztapalapa	915,877	3,264,470	4,414,140	3227677
Cerro de la Estrella	1,092,277	3,943,009	4,366,303	4152718
U A M-I	2,627,571	8,558,795	8,854,542	9234074
Constitución de 1917	7,032,615	32,213,269	30,304,731	31817841

Bajo el mismo análisis generalizado referido en el año 1994, se tiene que para el 2014, a veinte años de su apertura, la línea 8 registró en promedio 368,300 viajes diarios, es decir, que ingresaban al STC Metro un promedio de 20,461 usuarios por hora. Por estación aproximadamente ingresaban 1077 usuarios por hora; 18 usuarios por minuto en cada estación, observándose un incremento del 80% con respecto al primer año de su apertura.

²³ STC Metro Fuente: <http://www.metro.df.gob.mx/operacion>, última fecha de revisión 07 de septiembre de 2015

2.3 Una visión mundial hacia 1994

La importancia a nivel mundial que tenía el STC Metro al momento de su apertura al ser una de las pioneras en América Latina. Su crecimiento hacia el año de 1994 fue significativo. Así como en otros países, seguían abriendo sistemas tipo Metro en los ya existentes se seguían ampliando las líneas. En la tabla 12 se observa esta evolución hasta el año de 1995. Los Metros señalados en color azul, representan los que abrieron sus operaciones antes de la inauguración del STC Metro en la Ciudad de México; los mostrados en color naranja, son aquellos que iniciaron operaciones antes de la apertura de línea 8 del STC Metro; y los mostrados en verde, señalan los que inauguraron un año después de la línea 8.

Tabla 12 Evolución de los metros hasta el año 1995

	País	Ciudad	Operadora	Fecha de puesta en operación	Tipo de Tren
1	Inglaterra	Londres	UNDERGROUND	1863	Férreo
2	Estados Unidos	New York	MTA	1868	Férreo
3	Hungría	Budapest	BKV rt	Millenium 1896/ Este-Oeste 1970 /Norte-Sur 1979	Férreo
4	Francia	Paris	RATP	19/07/1900	Férreo, Neumático
5	Alemania	Berlín	BVG	1902	Férreo
6	Alemania	Hamburgo	HHA	15/02/1912	Férreo
7	España	Madrid	Metro	17/10/1919	Férreo
8	España	Barcelona	TMB	30/12/1924	Férreo
9	Japón	Osaka	SUBWAY	20/05/1933	Férreo
10	Rusia	Moscú	Ministerio de Transporte de Rusia	15/05/1935	Férreo
11	Italia	Milán	M	1964	Férreo
12	Alemania	Frankfurt		1968	Férreo
13	México	Ciudad de México	STC	04/09/1969	Neumático
14	Alemania	Munich	SWM	1971	Férreo

15	Estados Unidos	san Francisco	BART	1972	Férreo
16	Corea del Sur	Seúl	Subway Corporation	1974	Férreo
17	Brasil	Sao Paulo	Metrô de Sao Paulo	14/09/1974	Férreo
18	Chile	Santiago	Metro S.A.	15/09/1975	Neumático
19	Bélgica	Bruselas	MIVB STIB	1976	Férreo
20	Estados Unidos	Washington	Metro	29/03/1976	Férreo
21	Holanda	Amsterdam	GEMEETEVERVOERBED RIJF AMSTERDAM	1977	Férreo
22	España	Cataluña	Generalitat de la Cataluña	1979	Férreo
23	Hong Kong	Kowloon	Expanding Horizons	1979	Férreo
24	Estados Unidos	Atlanta	MARTA	1979	Férreo
25	Brasil	Rio de Janeiro	Compañía Metropolitana de rio de Janeiro	05/03/1979	Férreo
26	Inglaterra	New Castle	M	1980	Férreo
27	Finlandia	Helsinki	S/D	03/08/1982	Férreo
28	Venezuela	Caracas	METROCARACAS	03/01/1983	Férreo
29	Canadá	Vancouver	BC Transit	03/01/1986	Férreo
30	Singapur	Singapur	SMRT	07/11/1987	Férreo
31	España	Valencia	Generalitat Valenciana	09/10/1988	Férreo
32	México	Guadalajara	Tren Ligero de Guadalajara	01/09/1989	Férreo
33	México	Monterrey	Metrorrey	25/04/1995	Férreo
34	España	Bilbao	Metro	11/11/1995	Neumático
35	Colombia	Medellín	Metro	30/11/1995	Férreo

2.4 Material Rodante en operación en la línea 8

El material rodante que actualmente circula en línea 8 está conformado por 25 trenes modelo MP82 y 5 trenes modelos NM-79, sumando un total de 30; los cuales han sido fiabilizados en sus dispositivos de tracción. En esta sección, se dará una descripción detallada de cada carro, de los dispositivos con que cuentan en su parte exterior (costados), interior (paneles de operación) y la cabina de conducción.

2.4.1 Fiabilización

La fiabilización²⁴ establece las condiciones de carácter general para mejorar la calidad de servicio de los equipos electro-neumáticos, que se han puesto en operación por encontrarse dañados; y de componentes que no son de cambio sistemático, requiriendo para ello una rehabilitación integral, restituyendo sus niveles de operación FDMS (Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenimiento y Seguridad) además de continuar con los ciclos de mantenimiento del sistema de potencia de los chopper²⁵ de los trenes modelos MP-82.

2.4.2 Parte Exterior

Los elementos que constituyen a los carros por la parte exterior, son elementos generales y particulares, dependiendo del tipo de carro, los cuales se observan de forma esquemática. Estos dispositivos, permiten al conductor identificar la parte del tren, que pudiera por algún incidente intervenir; así mismo a los usuarios les permite identificar: las áreas destinadas al ascenso y descenso, la ventilación y a partir de las lámparas amarillas, identificar cuando las puertas de servicio están abiertas.

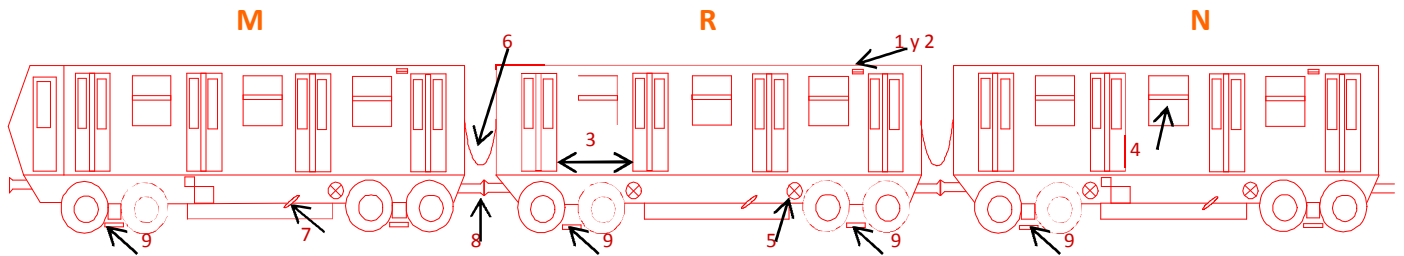
En los carros M, N y R²⁶; de forma general podemos observar en el exterior de todos los carros, elementos que los caracterizan (figura 3).

²⁴ Especificación técnica y funcional para el servicio de Modernización y Mantenimiento del Sistema Tracción-Frenado del lote de 25 trenes Modelos MP82 de la línea 8

²⁵ Chopper: Sistema electrónico en los motores de tracción

²⁶ Manual Técnico de Capacitación de Conductor. MATERIAL RODANTE. Clave 5-12-16. Año 2015

Figura 3 Parte exterior de un elemento (Christian Alexander López Vázquez)

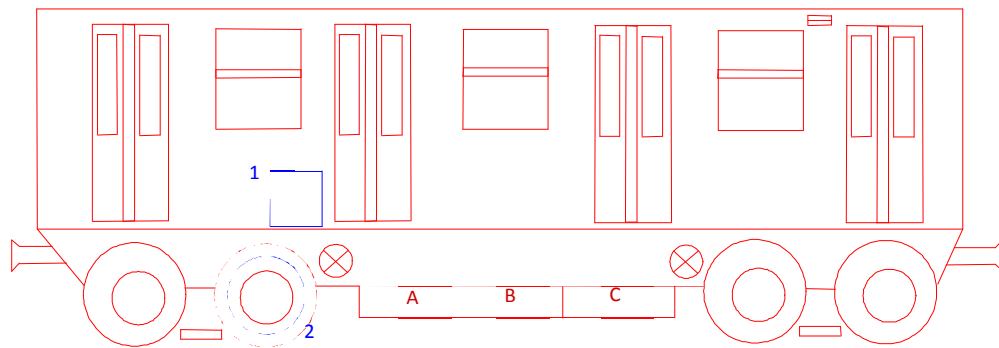


- 1- Lámpara de señalización de puertas abiertas (amarilla)
- 2- Lámpara piloto KFS (Conmutador Freno de Seguridad) accionado en color rojo
- 3- Cuatro puertas de acceso a salón de pasajeros por cada costado
- 4- Tres ventanas por costado
- 5- Manivela de freno de mano, con ella se aplica un freno mecánico
- 6- Acopladores eléctricos
- 7- Válvula de paso de la EMD (Electroválvula Moderable de Desfrenado)
- 8- SHARFENBERG²⁷
- 9- Escobilla de tierra

Arreglo de los carros remolques R y PR.

Se ubican elementos que son únicos de estos carros, en los cofres laterales, se localizan los equipos que proporcionan alimentación de corriente alterna, corriente directa y aire comprimido para su distribución a los carros adyacentes; en los carros PR, también se localiza el equipo de pilotaje automático: la rueda Fónica, con la cual se determina las velocidad, la distancia recorrida y la aceleración y frenado del tren; y los cajones de pilotaje automático (figura 4).

Figura 4 Parte Exterior Carros R y PR (Christian Alexander López Vázquez)



- A- Cofre de baterías
- B- Convertidor Estático (CES)
- C- Compresor
- 1- Cajones del equipo de Pilotaje Automático en PR
- 2- Rueda Fónica en PR

²⁷ Dispositivo de acoplamiento entre carros, enganche mecánico-eléctrico-neumático

Arreglo carros motores M y N

En este arreglo M y N, se encuentran elementos que son únicos de estos carros; básicamente hay equipos relacionados con la alimentación eléctrica de Alta Tensión (750 VCC), los cuales son utilizados en vías principales, vías secundarias y zona de talleres; entre ellos se tienen: las escobillas positivas, negativas, las escobillas de masa o tierra. Estas dos últimas ayudan al funcionamiento de la señalización. La conexión para la Alta Tensión se realiza a través de troles en los talleres (PAT), y un conmutador para seleccionar el modo de alimentar a los motores (KFP), lo cual se puede observar en las figuras 5 y 6:

Figura 5 Parte Exterior Carro M (Christian Alexander López Vázquez)

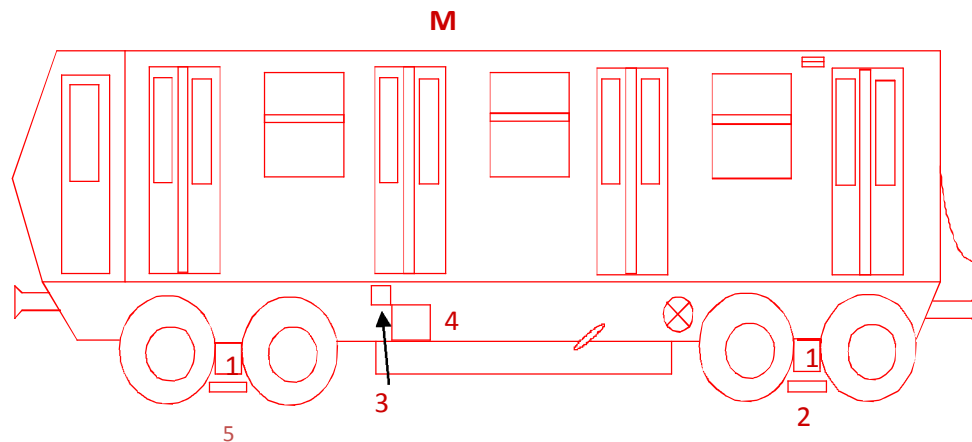
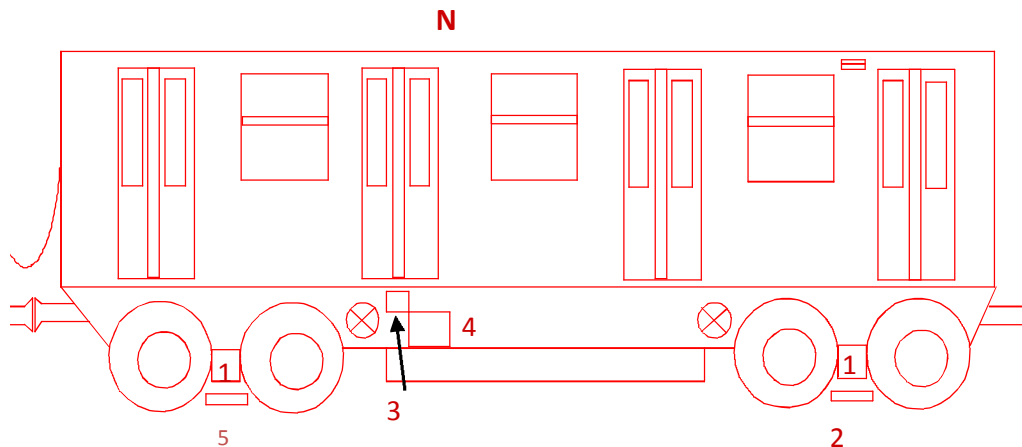


Figura 6 Parte Exterior Carro N (Christian Alexander López Vázquez)

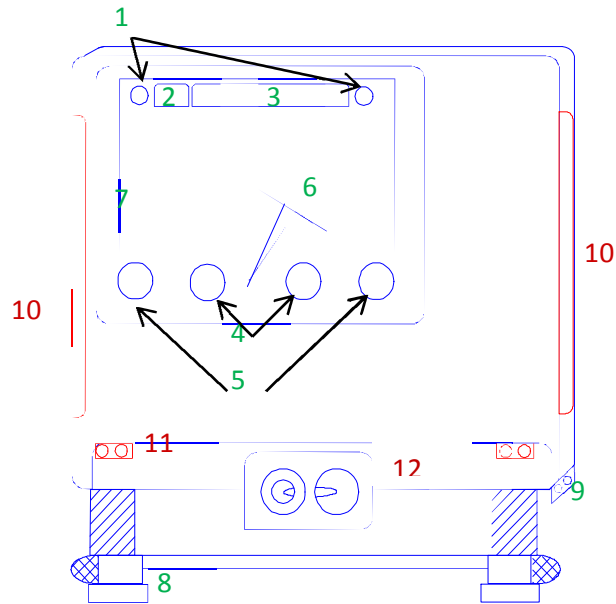


1 Escobillas Positivas 2 Escobillas negativas 3 PAT Toma Alimentación por Trole 4 KFP Conmutador frotador escobilla 5 Escobillas de tierra o masa

Arreglo carros motores con cabina (M)

En la parte frontal de la Cabina se observa el destino del tren, el número económico, el sentido de circulación y los servicios especiales como último tren o tren que no presta servicio, así como la imagen de seguridad que se brinda. En la figura 7 se pueden observar los elementos antes descritos:

Figura 7 Parte frontal de la motriz (Christian Alexander López Vázquez)



- 1 Luces de Identificación
- 2 Numero de Tren
- 3 Indicador de Destino
- 4 Fanales Blancos
- 5 Fanales rojos
- 6 Limpia parabrisas
- 7 Parabrisas
- 8 Sensores de transmisión continua
- 9 Botones de encendido y apagado
- 10 Puertas de acceso a cabina
- 11 Base para acopladores SD y PCS
- 12 Enganche SHARFEMBERG

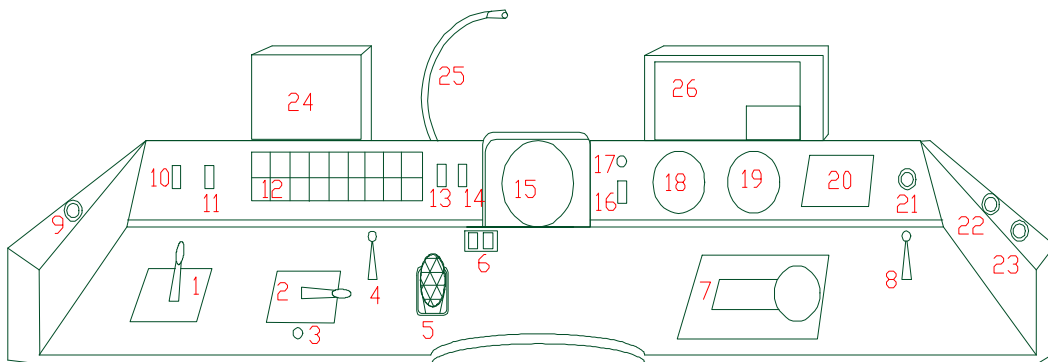
2.4.3 Cabina

La cabina es el lugar de mayor importancia dentro del tren, ya que en ella se ubican los dispositivos de control para la conducción, y contiene:

- *Pupitre de conducción*

Es aquel en el cual se encuentra el mando y control de los distintos dispositivos que en el tren pueden ser vigilados y operados por el conductor, estas acciones incluyen: la conducción, la comunicación hacia el PCC, la observación de las señalizaciones propias del tren, las condiciones de la puesta en marcha, la apertura de puertas, la operación del botón de vigilancia (BV) es utilizado para degradar (disminuir) el modo de conducción, una vez que no es posible avanzar por los procedimientos normales. En la figura 8 se observa la ubicación de los dispositivos de la conducción:

Figura 8 Pupitre de Conducción (Christian Alexander López Vázquez)



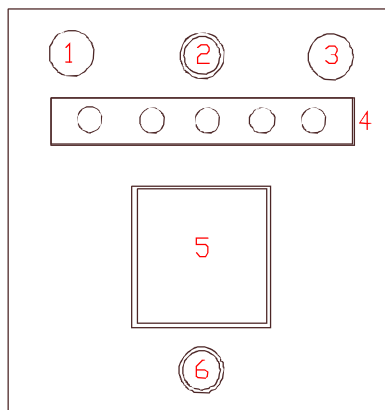
- 1 Conmutador de conducción (C)
- 2 Conmutador de puertas de servicio (T1)
- 3 Lámpara de ocupación de la T1
- 4 Contacto de bocina 1 (AR)
- 5 Micrófono del teléfono de alta frecuencia
- 6 Botones para el funcionamiento del interfono
- 7 Manipulador
- 8 Contacto de bocina 2 (AR)
- 9 Botón de Vigilancia
- 10 Conmutador sentido de marcha (VR)
- 11 Conmutador interruptores automáticos (D)
- 12 Caja de señalización (BS)
- 13 Conmutador sustitución del arillo de hombre muerto (TE)
- 14 Conmutador de la conducción restringida (DR)
- 15 Odómetro (LOF)
- 16 Conmutador apertura anulación (OA)

- 17 Lámpara de la preparación de apertura (LOP)
- 18 Manómetro de tubería de equilibrio (ME)
- 19 Manómetro de cilindro de freno (MF)
- 20 Vóltmetro
- 21 Perilla limpiaparabrisas
- 22 Aspersor de agua para el limpiaparabrisas
- 23 Botón S (timbre)
- 24 Pantalla de telefonía TETRA
- 25 Micrófono del interfono
- 26 VISUCAB

- *Platina GP*

La Platina GP (Gouche Platine, por sus siglas en Francés) forma parte de la cabina de conducción; la finalidad de identificar esta platina, es la de ubicar el conmutador de la Conducción Libre (CL). Este dispositivo es importante, ya que con él se obtiene el modo degradado de la Conducción Limitada a Tracción 2 (CLT-2), los demás dispositivos solo se mencionan pero tienen otras funciones que para esta investigación carecen de relevancia (ver figura 9).

Figura 9 Platina GP (Christian Alexander López Vázquez)



- 1 Lámpara testigo del alumbrado
- 2 Lámpara testigo de la Ventilación
- 3 Lámpara testigo del Convertidor Fuera de Servicio
- 4 Micro interruptores de Protección de Seguridad
- 5 Conmutador de la Conducción Libre
- 6 Lámpara señalización ALD en falla con botón probador

CAPÍTULO III. SISTEMAS DE PILOTAJE AUTOMÁTICO QUE UTILIZA EL STC METRO

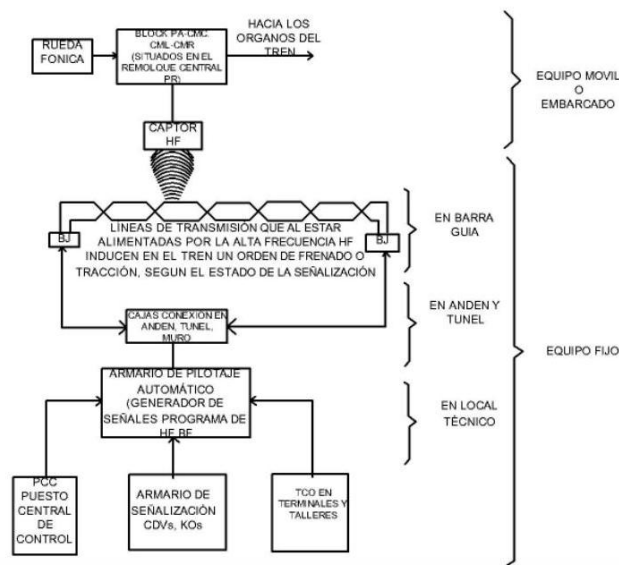
En la actualidad las líneas del STC Metro cuentan con tres sistemas de automatización: uno denominado Pilotaje Automático (PA 135 KHZ) en las líneas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 9; el sistema SACEM (Sistema de Ayuda a la Conducción, a la Explotación y al Mantenimiento) en las líneas 8, A y B; y el denominado URBALIS, implementado para la operación de línea 12. Los tres tienen como objetivo incrementar la seguridad en la circulación de los trenes, autorizando la puesta en marcha, cuando el máximo de condiciones de seguridad son cumplidas; además proporcionan un modo de conducción automático, confiando a los dispositivos en las instalaciones fijas y a los equipos del tren la ejecución de todas las funciones.

A continuación se describen de forma general los 3 sistemas de automatización que operan en la red del Sistema de Transporte Colectivo Metro.

3.1 PA 135 KHZ

Este sistema de automatización cuenta con dos subsistemas denominados: equipo fijo y equipo embarcado (ver figura 10).

Figura. 10 Sinóptico general del equipo de pilotaje automático 135HZ



3.1.1 Descripción del equipo fijo

Este equipo está constituido por un programa inscrito en las vías y a su vez, es recibido por un dispositivo electrónico instalado a bordo de los trenes, el cual, mantiene y supervisa el valor de las frecuencias que ordena el programa, para poder actuar sobre los equipos de tracción y frenado, respetando las velocidades establecidas en interestación; el arribo y paro del tren en las estaciones; autorización de la apertura de puertas en el punto normal de paro; tipos de marchas; restricción del Despacho Bajo Orden (DBO) y las maniobras de Cambio de vías en Terminales y estaciones para explotar un Servicio Provisional.

Este equipo está compuesto por:

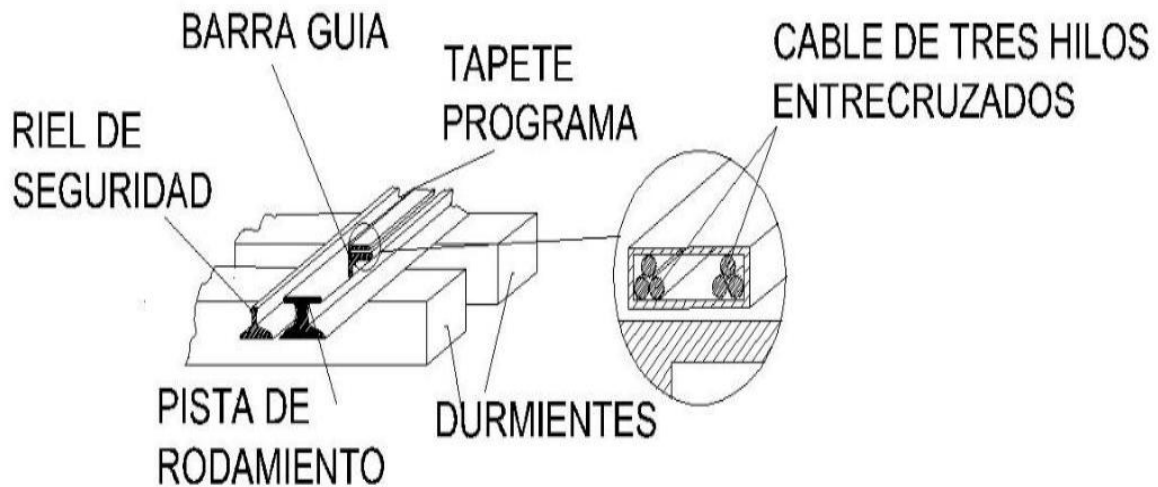
- Armario de Pilotaje Automático. Se encarga de generar las señales-programa de alta frecuencia (HF), así como las informaciones discretas de baja frecuencia (BF).
- Líneas de transmisión de las señales-programa. Hacia cada punto de las vías equipadas para la zona que van a circulación de trenes, en los modos de conducción de P.A., CMC y CML.

Los armarios de P.A. se localizan en cada estación de acuerdo a la zona que van a proteger, uno por cada vía y dentro de un local especial llamado "local técnico", generalmente designado con el número 1 (marcado en sus puertas).

Las líneas de transmisión o programas, se encuentran instaladas a lo largo de las vías principales, servicios provisionales y maniobras "V" y "O" de las terminales.

Estas líneas de transmisión, se componen de un par de cables autocruzados (chedrones) y localizados dentro de un tapete plástico (material leucoleno), anclado a su vez sobre la barra guía derecha (con respecto al sentido normal de circulación), observar figura 11.

Figura. 11 Ubicación y conformación del tapete del PA



3.1.1.1 Funcionamiento del equipo fijo

La distancia que separa a cada cruzamiento es “leída” por los captores e interpretada por el equipo embarcado.

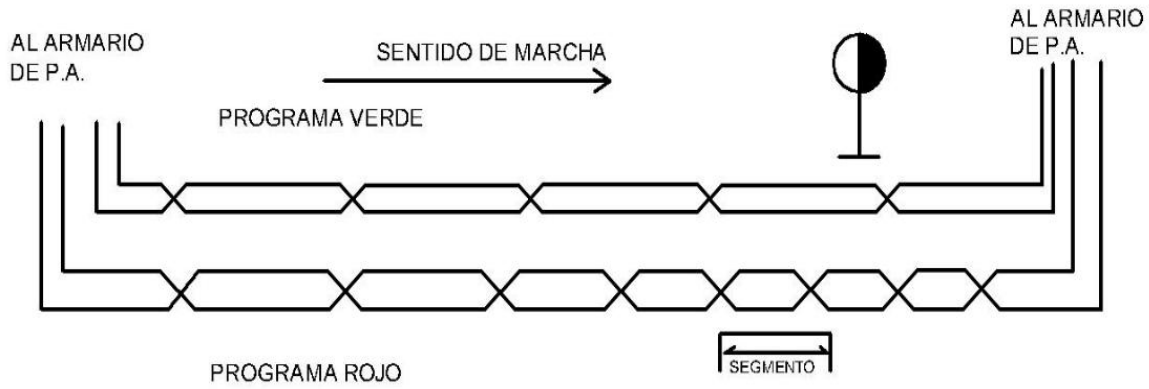
Esta información es procesada y transformada en órdenes hacia los órganos mecánicos del tren, para determinar un frenado o una aceleración.

Existe a bordo del tren un microprocesador, que se encarga de comparar el tiempo real de recorrido de cada segmento de los programas (rojos y/o verdes), contra un tiempo base de 300 milisegundos. Si es superior el tiempo real de recorrido, la interpretación del equipo es que el tren avanza lento, inmediatamente el microprocesador a bordo elabora una orden de tracción para acelerar la marcha del tren y cuando el tiempo real de recorrido es inferior, la interpretación del hecho es que el tren va demasiado rápido. La comparación entonces del tiempo real contra el tiempo base, determina una orden de tracción o de frenado a los equipos motores o mecánicos.

Por último, cuando el valor de la comparación entre los tiempos de recorrido, tanto real como de base es mínimo, la orden generada es de adoptar un cran neutro, es decir, el tren no frena y no acelera.

La configuración que presenta el tapete programa del cual se habló al principio y que se designó como cable autocruzado, se muestra en la figura 12.

Figura. 12 Autocruzamiento del cableado del PA



Al paso del tren y en todo circuito de vía deberá existir una secuencia lógica de ocupación-desocupación, que de no cumplirse provocará la interrupción de la frecuencia de una o varias secciones de los programas de Pilotaje Automático, conocido como validación de *circuitos de vía*.

Los programas de Pilotaje Automático generan una alta frecuencia portadora de 135 KHz., que puede ser modulada por diferentes valores de bajas frecuencias que contienen información, que se transmite al tren para establecer ciertas condiciones de seguridad, así como la unión vía-tren.

3.1.2 Descripción del Equipo Embarcado.

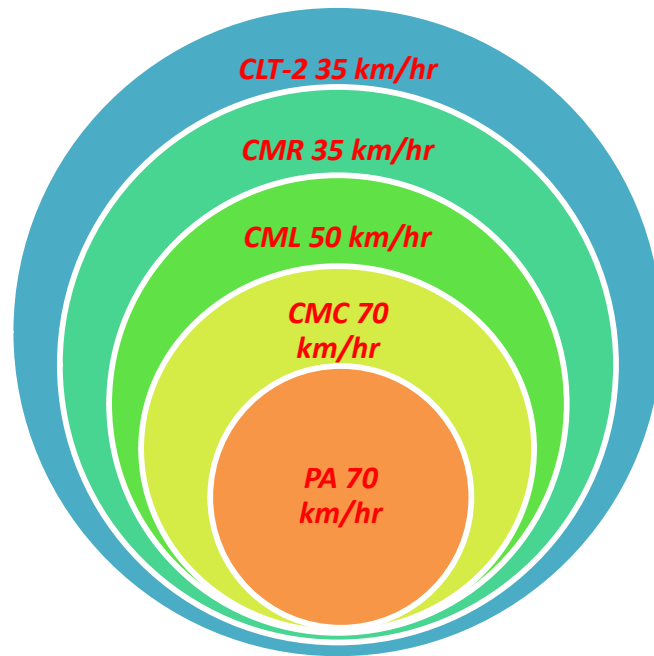
A lo largo del tren, se ubican dispositivos encargados de procesar toda la información del Pilotaje Automático, controlando la velocidad requerida y evitando que la carga del tren altere la precisión y confort en el frenado en el punto normal de paro; así como en las señales que se encuentran con luz roja (señal al alto).

3.1.3 Modos de conducción del PA 135KHZ

El PA135HZ ofrece los siguientes modos de conducción en un orden prioritario:

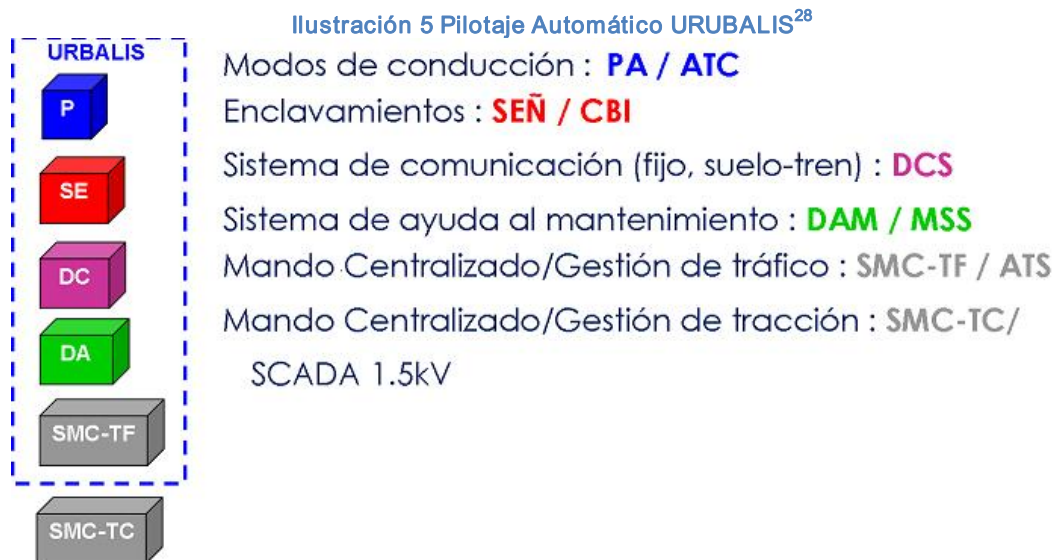
- **Pilotaje Automático. (PA)**
Es el modo de conducción que deben de llevar los trenes que circulan en vías principales, con viajeros durante todo el servicio; con una velocidad máxima de 70 KM/hr.
- **Conducción Manual Controlada. (CMC)**
Este modo de conducción permite la conducción manual del tren, con el nivel de seguridad similar al de PA; permitiendo una velocidad máxima de 70 KM/hr.
- **Conducción Manual Limitada. (CML)**
Constituye el modo degradado, en el cual los trenes circulan en vías principales a una velocidad máxima de 50KM/hr; trenes que circulan como desalojados o que no prestan servicio en una o varias estaciones y en vías secundarias es a una velocidad máxima de 35KM/hr.
- **Conducción Manual Restringida. (CMR)**
Este modo de conducción solo se utiliza, cuando no existen las condiciones del equipo fijo, para poder operar en los modos de conducción PA, CMC y CMR, tanto en vías principales como en vías secundarias, en caso de falla o ausencia del programa de pilotaje automático; así como para realizar franqueamientos autorizados de señales de alto, permitiendo una velocidad máxima de 35 KM/hr.
- **Conducción Libre Limitada a Tracción 2. (CLT-2)**
Este modo es el más degradado de todos los modos de conducción. En este caso no se utilizan los equipos de seguridad del tren, es decir no toma en cuenta las informaciones de autorización de la apertura de puertas del lado correcto del andén, ni tampoco la información del equipo fijo y puede ser utilizado en vías principales y/o vías secundarias; obteniendo una velocidad máxima de 35 KM/hr.

Ilustración 4 Jerarquía de los modos de conducción PA 135



3.2 PILOTAJE AUTOMÁTICO URBALIS

Por su parte, el sistema de pilotaje automático utilizado en la Línea 12, está compuesto por subsistemas indicados en la ilustración 5.



²⁸ STC Metro. Manual de Operación del PA Línea 12. 2012

Los elementos están instalados a lo largo de la vía, a bordo de los trenes y en el Puesto Central de Línea (PCL), a partir de los cuales se obtienen:

- La gestión de la línea y sus recursos
- La supervisión y el control de tráfico
- El control de los equipos embarcados en el tren
- El control de los equipos fijos
- La adquisición remota de Entradas/Salidas
- La gestión de la comunicación de datos entre sus componentes
- El sistema de mantenimiento

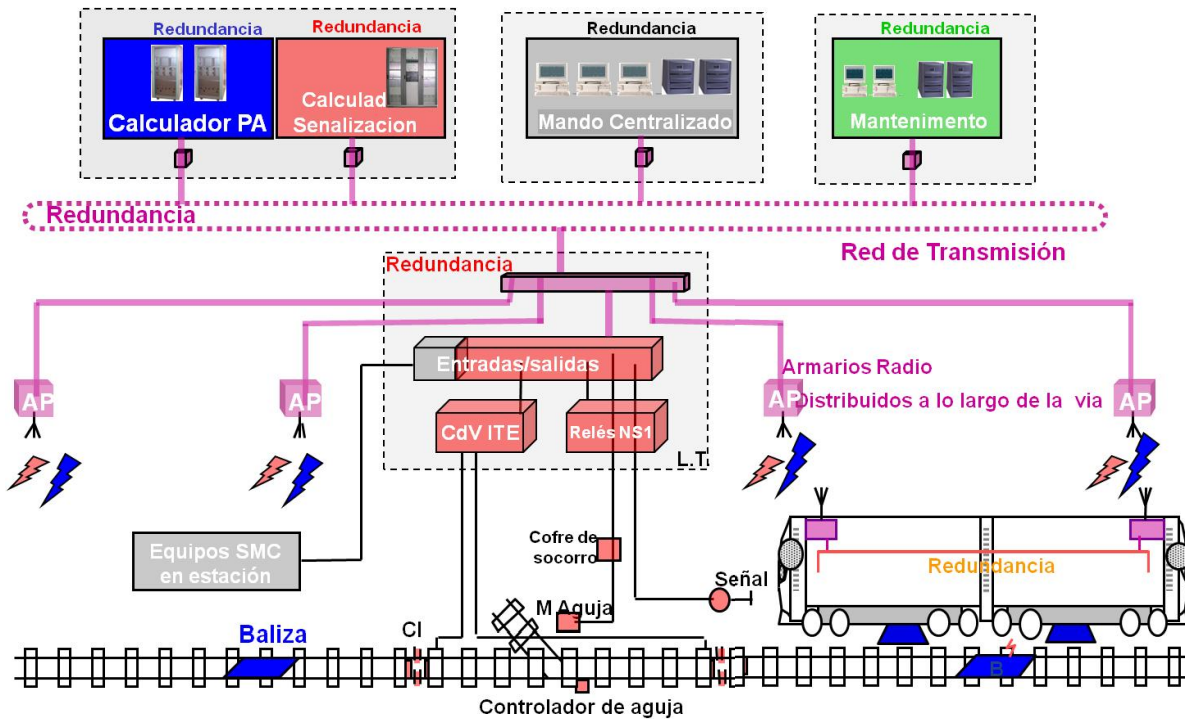
3.2.1 Arquitectura del sistema

En este sistema encontramos la conformación de la arquitectura URBALIS y es la siguiente (ver ilustración 6):

- Equipo central ubicado en el PCL
- Equipo PML/PMT ubicados es el Puesto de maniobras Tláhuac y Puesto de maniobra en línea Tláhuac y Mixcoac
- Una red primaria que cubre toda la línea: asegura todas las comunicaciones entre los equipos fijos y embarcados
- Puntos de acceso por Radio para toda la línea: asegura la comunicación por radio para todos los trenes y los puntos fijos
- Equipo embarcado: gestiones del Pilotaje Automático a bordo del tren
- Equipo Fijo: balizas de localización del tren

Todos los equipos cuentan con redundancia; es decir, equipos de respaldo de seguridad.

Ilustración 6 arquitectura sistema URBALIS²⁹



3.2.2 Modos de conducción

El Sistema URBALIS ofrece cinco modos de conducción de los cuales, dos tienen degradación a continuación se presentan³⁰:

- Modo Pilotaje Automático “PA”.
- Modo Conducción Manual Controlada “CMC”.
- Modo CMR con tres derivaciones con respecto a su velocidad
 - CMR35 ,velocidad Máxima 35 kilómetros por hora con tren deslocalizado
 - CMR15 velocidad máxima de 15 kilómetros por hora con tren desinicializado
 - CMRAT velocidad máxima de 18 kilómetros por hora con sentido de marcha hacia atrás.

²⁹ STC Metro. Proyecto Metro FE10. Línea 12. 2012

³⁰ STC Metro. Manual de Conducción. Línea 12. 2012

- Modo Conducción Libre Limitada “CLT-”

Al igual que en los otros dos sistemas automáticos. Este es el más degradado (disminución del nivel de seguridad) de todos los modos de conducción; en este caso no se utilizan los dispositivos de seguridad en el tren, es decir, no toma en cuenta la información de autorización de la apertura de puertas del lado correcto del andén, ni tampoco la información del equipo fijo y; puede ser utilizado en vías principales y/o vías secundarias, teniendo dos grados de tracción:

- CLT-2, a tracción 2 con una velocidad máxima de 35 km/hr.
- CLT-5, a tracción 5 con una velocidad máxima de 90 km/hr.
- Modo Degradado; modo que no observa ningún parámetro de seguridad y el cual es propio del tren para operar cuando no se obtiene ninguno de los modos de conducción anteriores.

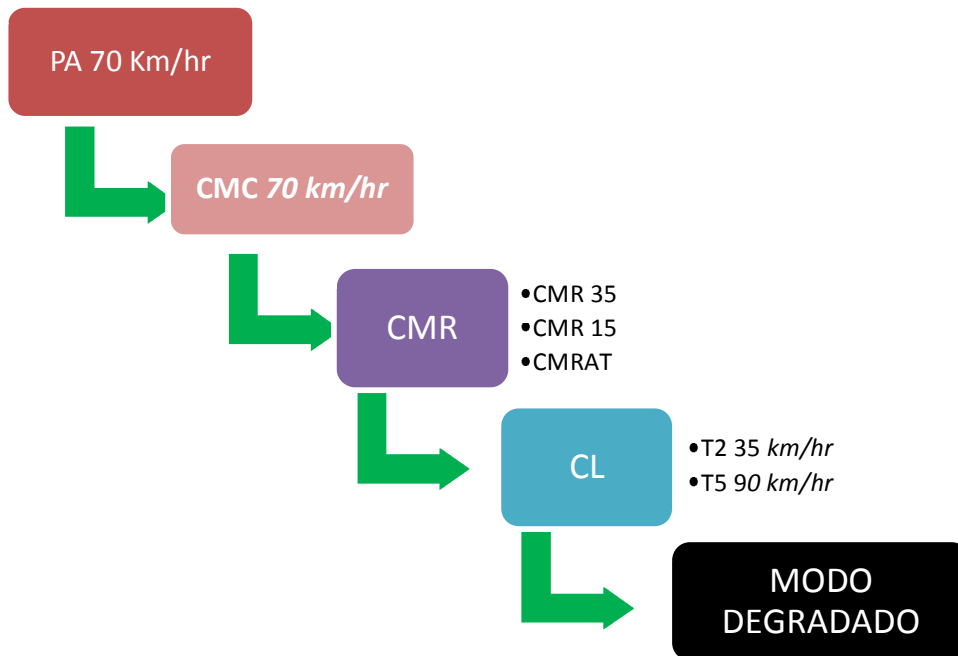


Ilustración 7 Jerarquía en los modos de conducción del pilotaje automático URBALIS

3.3 Sistema de Ayuda a la Conducción, a la Explotación y al Mantenimiento (SACEM)

3.3.1 Objetivo del SACEM

De acuerdo al documento Técnico de SACEM Línea 8, “Este sistema es un control continuo en la marcha de los trenes, que en los modos de conducción de Pilotaje Automático y Conducción Manual Controlada, permite la circulación de los trenes con distancias de separación cortas y con plena seguridad”³¹.

La ayuda que ofrece el sistema SACEM a la conducción va directamente al conductor, mediante la teleseñalización en el pupitre de mando de la cabina a través del Visualizador de Cabina (VISUCAB).

La información permisiva (señal con luz verde), se visualiza lo más pronto posible, permitiendo con ello una distancia corta en la circulación de los trenes y así el conductor puede concentrarse a la vigilancia general en la marcha del tren y el arribo a las estaciones.

La explotación asegura la circulación en la marcha de los trenes, es decir:

- Vigila el control de separación de los trenes
- La detención en el punto normal de paro en estaciones
- Detención ante una señal de alto
- Garantiza la apertura de puertas del lado correcto del andén
- Ajusta las velocidades en zonas de límites de velocidades máximas.

El mantenimiento de los trenes se ve facilitado por la vigilancia continua de los equipos fijos y embarcados como es el DAM (Dispositivo de Ayuda para el Mantenimiento), que proporciona un informe de las averías.

³¹ Manual Técnico de Capacitación SIATEMA DE AYUDA A LA CONDUCCIÓN, LA EXPLOTACIÓN Y AL MANTENIMIENTO clave 5-12-176. Julio 2013

3.3.1.1 Automatic Train Protection (ATP)

Es el núcleo de seguridad del sistema SACEM, ya que al estar presente permite respetar:

- La señalización en el Punto Normal de Paro (PNP)³², señales de alto, límites de maniobras (LM).³³
- El control de separación entre trenes.
- La apertura de puertas del lado correcto del andén.
- El control de energía, garantizando que la energía del tren pueda ser absorbida por las fuerzas de frenado, para cumplir con las restricciones de velocidad del tren, en estaciones, señales de alto, Indicadores de Velocidad Autorizada (IVA)³⁴, Indicadores de Límite de Velocidad (ILV)³⁵, etc.
- En las Maniobras V³⁶ y O³⁷ en terminales y Servicios Provisionales³⁸

3.3.1.2 Automatic Train Operation (ATO)

Permite en el modo de conducción Pilotaje Automático (PA), la tracción y el frenado del tren en forma automática, para garantizar de acuerdo a la línea y del material rodante el control óptimo en el movimiento del tren, adquiriendo la información del ATP y de las órdenes de regulación.

³² PNP, se le denomina punto normal de paro, al espacio físico donde el tren detiene su marcha en las estaciones, para realizar el servicio de ascenso y descenso de usuarios

³³ LM, se considera límite de maniobra al punto máximo de arribo de los trenes, donde se realizan maniobras de cambio de vía

³⁴ IVA, indicador luminoso el cual es encendido al restringir la velocidad en zonas de donde se tienen instalados aparatos de vía, para cambios de vía

³⁵ ILV, Indicador luminoso, el cual permanentemente se encuentra encendido, en zonas donde el trazo y perfil de la vía ordenan una reducción permanente para todos los trenes

³⁶ Maniobra "V" de cambio de vía en terminales, realizándose esta después de la estación

³⁷ Maniobra "O" de cambio de vía en terminales, realizándose esta antes de la estación

³⁸ Servicio Provisional, son las posibilidades físicas con las que cuentan ciertas estaciones para la explotación parcial del servicio en caso de alguna perturbación en el servicio

3.3.2 Modos de conducción del sistema SACEM

En el sistema SACEM, existen dos modos de conducción únicamente; el PA y el CMC; de este último se derivan dos estados transitorios de seguridad, cuando el tren se encuentra desinicializado, o cuando ha sido requerida la opresión del botón de Vigilancia (BV).

- **Pilotaje Automático (PA)**

Es el modo de conducción que normalmente circulan los trenes de viajeros en vías principales durante todo el servicio, mediante un sistema de ATP (Automatic Train Protection) más un sistema de ATO (Automatic Train Operation).

La toma del PA se generaliza a todos aquéllos puntos, en que se encuentre presente el sistema SACEM, este modo, es el que normalmente debe de ser conducido un tren de viajeros, durante todas las carreras³⁹. Para lograr este modo de conducción es indispensable contar con las siguientes condiciones:

Condiciones
<ul style="list-style-type: none">● Presente el ATO y el ATP● Tren inicializado● VISUCAB con PA fijo● Tren detenido● El NO encendido de “No Salida”● El NO encendido de PA prohibido
Para iniciar el recorrido del tren
<ul style="list-style-type: none">● Efectuar el procedimiento de partida (un solo campanazo)⁴⁰● Accionar permanentemente el AHM⁴¹ (interrupción de hasta 2.5 seg)● Mandar apertura de puertas con tren detenido en PNP

³⁹ Carrera, distancia recorrida entre una terminal de origen y una de destino

⁴⁰ Acciones necesarias para la puesta en marcha del tren

⁴¹ AHM, Arillo del Hombre Muerto, dispositivo de seguridad, su accionamiento es indispensable para la puesta en marcha del tren

- **Conducción Manual Controlada (CMC)**
Permite la conducción manual del tren con un nivel de seguridad similar al obtenido en el modo de conducción PA, el conductor tiene la responsabilidad absoluta del tren. Es decir, a través del manipulador debe asignar los grados de tracción y frenado requeridos para que el tren circule normalmente con autorización del PCC y pueda ser utilizado en vías principales, mediante el sistema de ATP (Automatic Train Protection) y con VISUCAB activo.

La conducción es útil en los siguientes casos:

- Trenes desalojados o que no dan servicio en una o varias estaciones
- Personal autorizado en vías
- Tren con dos EMD's⁴² aisladas
- Marcha Serie⁴³
- Personal en dobles, franqueamiento autorizado de señales al alto o DBO establecido
- Acercamiento a una señal cerrada
- Salida o entrada a garaje o talleres
- Tren desinicializado
- Práctica de la conducción
- Falla de PA

Este modo de conducción requiere las siguientes condiciones

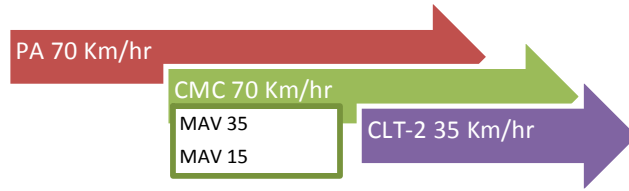
Condiciones
<ul style="list-style-type: none"> • Presente el ATP • Tren DETENIDO • VISUCAB ACTIVO • El NO encendido de "No Salida"

⁴² EMD, Electroválvula Moderable de Desbloqueo

⁴³ Marcha serie, establecida cuando existen problemas de Alimentación Tracción, en una zona o en la línea, donde solo está permitido el modo de conducción manual con un grado máximo de tracción máximo 3 (T3).

En la ilustración 8 se muestran los modos de conducción del SACEM

Ilustración 8 Jerarquía de los modos de conducción del SACEM



A continuación se muestra una tabla comparativa con los diversos tipos de pilotaje automático utilizados en el STC Metro, para visualizar su estructura (tabla 15).

Tabla 15 Modos de Conducción

Modos de conducción en los diversos Sistemas de Pilotaje Automático en el STC Metro		
PA 135 KHZ	URBALIS	SACEM L-8
PA	PA	PA
	CMC	
CMC	CMR 15	CMC MAV 35 MAV 15
	35 AT	
CML	CL	CL-T2
CMR	T2 T5	
CL-T2	Modo Degradado	

3.3.3 Subsistemas del SACEM

El SACEM se conforma del equipo Embarcado y del equipo Fijo, los cuales se describirán a continuación.

El equipo Embarcado constituido por:

- Visualizador de Cabina (VISUCAB)

VISUCAB (Visualizador de Cabina)	
Ubicación	Parte superior del pupitre de conducción del lado derecho
Descripción	Caja metálica con una pantalla dividida en tres secciones: <ol style="list-style-type: none"> 1. Velocidad objetivo 2. Modo de conducción 3. Sección de alarmas
Función	Visualizar toda la información referente al Sistema

Foto 6 VISUCAB (Por Arturo Rodríguez Villegas)



- Botón de Vigilancia (BV)

Botón de vigilancia (BV)	
Ubicación	Parte izquierda del pupitre de Conducción bajo la platina GP
Descripción	Botón de opresión
Función	Suprimir el bloqueo del tren cuando el VISUCAB presente triángulo Rojo, El franqueamiento autorizado de señales al rojo, franquear DBO's ⁴⁴ y rebasar límites de Maniobra (LM)

⁴⁴ DBO, Despacho Bajo Orden, señalización ubicada en le PNP de todas las estaciones, la cual indica a los conductores que no deben salir de la estación hasta que le sea autorizado (es decir se le suprima el DBO)

Foto 7 Botón de Vigilancia (Por Christian Alexander López Vázquez)



- Sensores de Transmisión Continua (CT)

Sensores de Transmisión Continua (CT)	
Ubicación	En los carros motores con cabina en ambos extremos tras el barre-pistas
Descripción	Caja metálica
Función	Captar la información de la transmisión continua inyectada en los rieles de la vía, para indicar al tren las condiciones de circulación de los tramos por recorrer.

Foto 8 Sensores de Transmisión Continua (Por Christian Alexander López Vázquez)



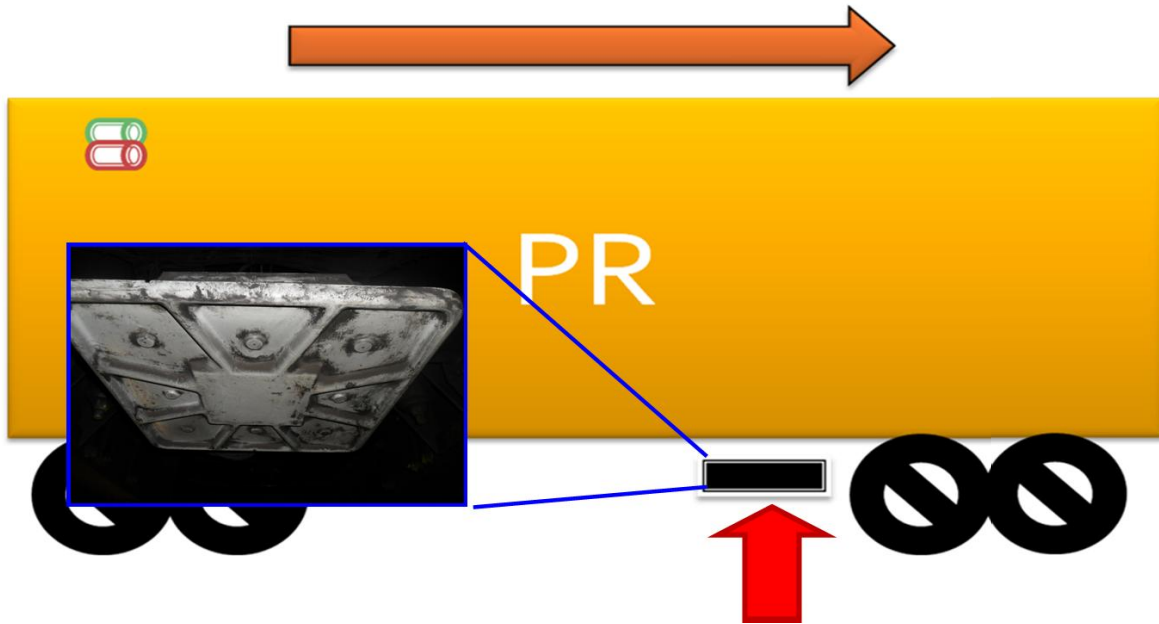
- Antena vía retorno (AN)

Antena vía retorno (AN)	
Ubicación	Detrás de la carretilla portadora delantera del PR ⁴⁵
Descripción	Formada por dos bobinas, emisión y recepción
Función	Captar la información de la transmisión puntual de la línea (balizas ⁴⁶) y mandar la información del estado del tren a las balizas DAM, así mismo alimenta a las balizas de relocalización con una potencia de 140 khz.

⁴⁵ PR, Carro remolque donde se instala el equipo SACEM

⁴⁶ Balizas, elementos físicos pertenecientes al equipo fijo SACEM instalado a lo largo de las vías

Foto 9 Antena Vía Retorno (Por Christian Alexander López Vázquez)

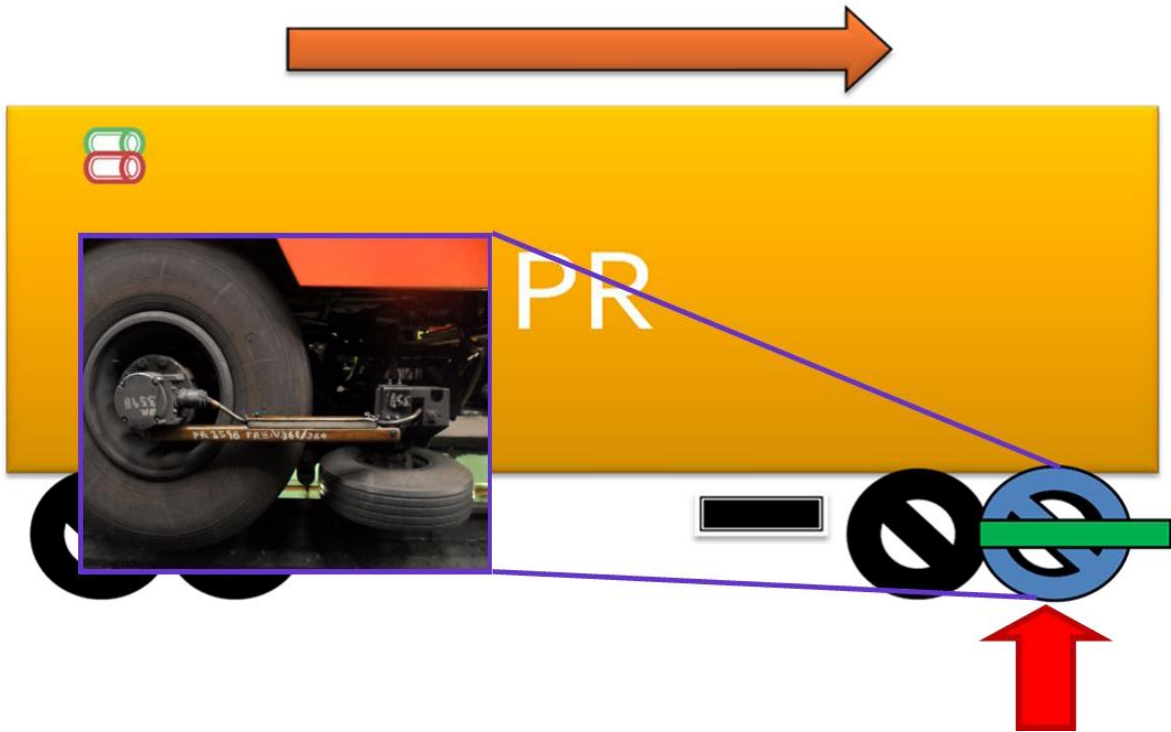


- Rueda óptica RPH

Rueda óptica RPH	
Ubicación	En la carretilla portadora del remolque PR montada en el extremo derecho del primer eje libre ⁴⁷
Descripción	Disco con leds (diodos emisores de luz)
Función	Determinar la velocidad del tren y la distancia recorrida por el mismo para el trabajo coordinado con la Computadora SACEM, calculando la posición, velocidad, aceleración y la distancia recorrida permitiendo la localización del tren

⁴⁷ Eje libre, no cuenta con sistema de frenado

Foto 10 Rueda óptica (por Christian Alexander López Vázquez)

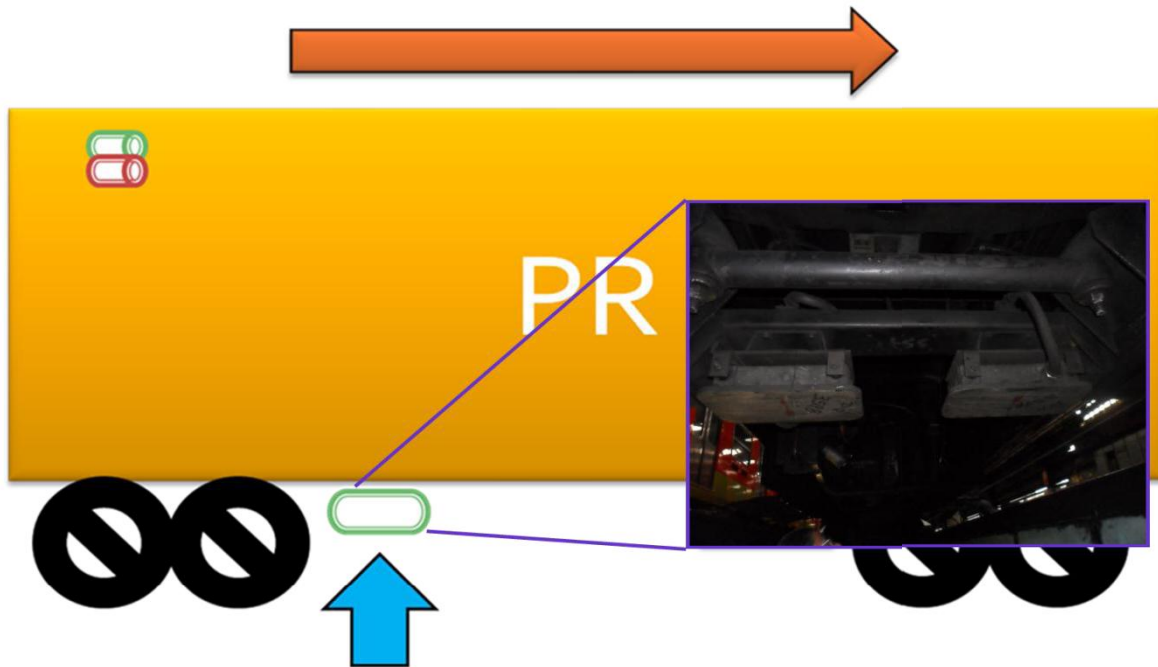


- Sensores de baliza SILEC

Sensores de baliza SILEC	
Ubicación	Se ubican bajo el remolque PR delante de la segunda carretilla portadora ligeramente a los costados.
Descripción	Placa metálica (imanes) en la cual en una de sus caras se encuentra inscrita una flecha, que indica el sensor activo
Función	Captar las frecuencias emitidas por las balizas SILEC, F1, S1 o F2, S2 ⁴⁸ , para determinar velocidad autorizada de acuerdo con la ubicación del tren

⁴⁸ F1: frecuencia 1; F2: frecuencia 2; S1: Señal 1; S2: Señal 2

Foto 11 Balizas SILEC (Por Christian Alexander López Vázquez)



El Equipo Fijo

Para que un tren pueda ubicarse geográficamente en la línea, requiere tener puntos de referencia fijos en tierra, a estos se les denominan BALIZAS.

Las balizas son unos tapetes ubicados al centro de las vías y cuyos extremos están protegidos por unas piezas de madera llamadas “Tiramisiles”. Las balizas permiten una transmisión puntual desde tierra hacia el material rodante, para que éste pueda inicializarse⁴⁹ o relocalizarse⁵⁰ Figura 13.

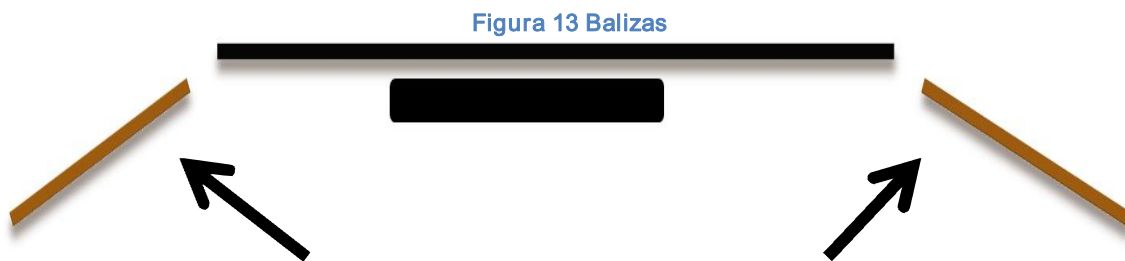


Figura 13 Balizas

⁴⁹ Inicializarse, obtener información puntual de la localización del tren

⁵⁰ Relocalizarse, confirmar la información geográfica del tren en cada punto de referencia

Básicamente las balizas están divididas en tres grupos denominados: SACEM, SILEC Y DAM

- BALIZAS SACEM

Foto 12 Balizas SACEM (Por Arturo Rodríguez Villegas)



Divididas a su vez en balizas de Inicialización y Relocalización (figura 14).

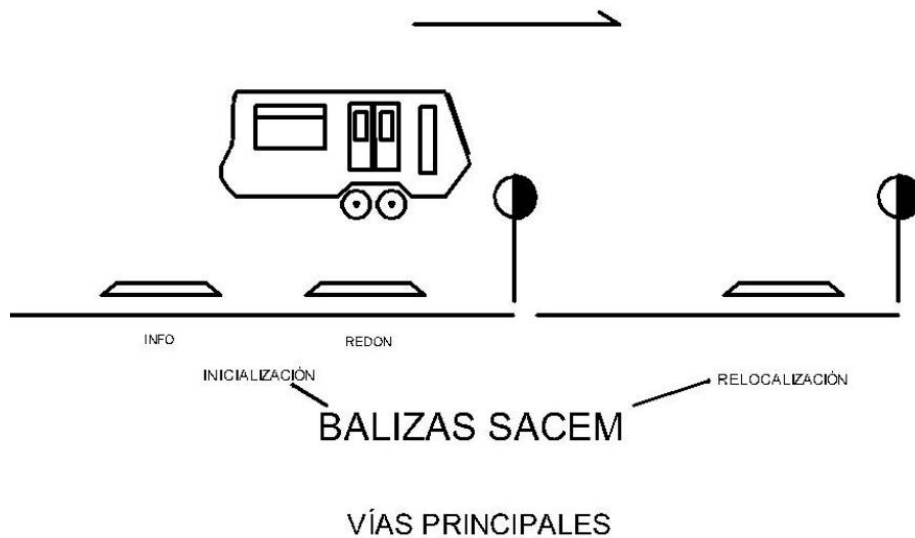
BALIZAS DE INICIALIZACIÓN	
Conformación	
Constan de dos tapetes de 3m. Aprox. Separadas entre sí por 19.20m, están alimentadas desde los locales técnicos de las estaciones por medio de las cajas SVM con 24 volts.	
Función	
<ul style="list-style-type: none"> • Primer tapete que contiene la información del número de canal de transmisión local y la rama del segmento en que se encuentra ubicada (INFO) • Segundo tapete confirma al equipo embarcado los datos emitidos por el primero (REDON) 	
Ubicación	
Terminal Constitución CDV's 25 y 45	Terminal Garibaldi CDV's 15 y 25
Salida de todas las terminales por ambas vías	
Salidas de vías "Z" ⁵¹ y "E" ⁵²	Todas las zonas de maniobras (SP's)

⁵¹ Vía Z, vía auxiliar que se encuentra entre dos vías principales, se utiliza para el estacionamiento momentáneo de trenes que pudiesen estar averiados o cuando se realiza algún cambio de vía

⁵² Vía E, vía auxiliar que se utiliza para el traslado de trenes de una línea a otra

BALIZAS DE RELOCALIZACIÓN	
Conformación	Constan de dos tapetes de 2m. Aprox. Separadas entre sí cada 500m, están alimentadas a través de la AVR (140Khz) al paso de los trenes en circulación
Función	<p>Servir como punto de referencia, para que los trenes se puedan localizar y así mismo, para que la rueda óptica pueda medir la distancia recorrida de una baliza a otra, así la computadora SACEM, calcula la posición, velocidad y aceleración</p> <p>La función de la baliza que se encuentra a la entrada de las estaciones, es la de transmitir al tren en el modo PA, la ubicación del PNP con precisión y autorizar la apertura de puertas del lado correcto del andén, con el conmutador T2⁵³ en SAS⁵⁴</p>
Ubicación	Ubicadas a lo largo de las vías en interestaciones y a la entrada de todas las estaciones

Figura. 14 SACEM instalado en vías principales



⁵³ T2, Conmutador para seleccionar el modo en el cual se autoriza la preparación de la apertura de las puertas, pudiendo ser Automática o Manual

⁵⁴ SAS, Servicio Automático de la autorización de la preparación de la apertura de puertas

- Balizas SILEC

BALIZAS SILEC	
Conformación	Cajas rectangulares (Imanes) permanentes de aproximadamente 30X40cm, instalados ligeramente a un costado del eje de las vías (dos por circuito de vía (CDV ⁵⁵))
Función	Trasmitir el estado de la señalización en las zonas no equipadas con SACEM, cada señal se asocia a una baliza en vía y un emisor en el local de señalización
Ubicación	Vías secundarias, Talleres y zonas de maniobras en línea (Z, E).

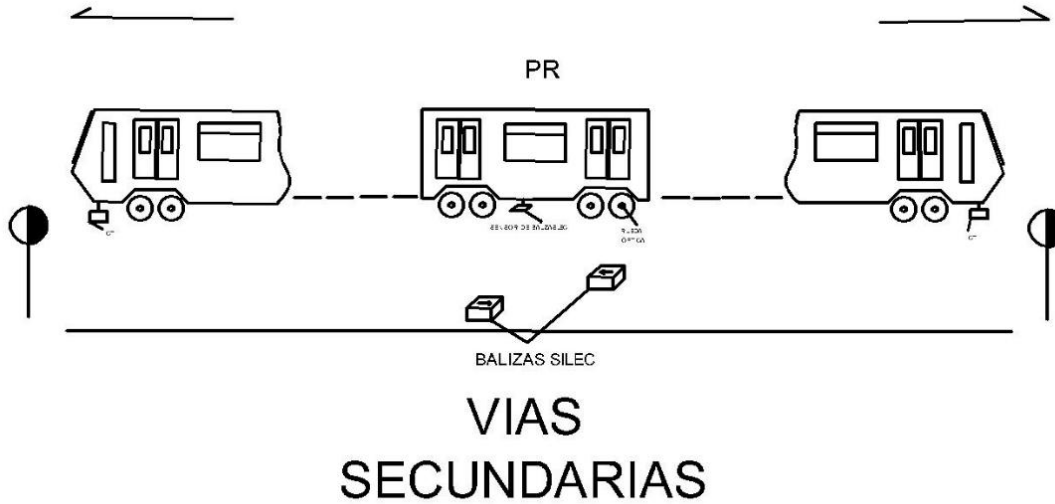
Foto 13 Balizas SILEC (Por Arturo Rodríguez Villegas)



⁵⁵ CDV, segmento de vía para determinar longitudes de recorrido y funcionamiento de la señalización

Las Balizas SILEC están por pares en cada CDV como se muestra en la figura 15.

Figura. 15 SACEM instalado en vías secundarias



- Balizas DAM

BALIZAS DAM	
Conformación	
Es un tapete de 5m aprox. De longitud, instalados en el eje de la vía	
Función	
Enlaza los mensajes de transmisión Tren/Tierra, proporcionando la información de la falla y de avería, mediante un diagnóstico diferido del o los módulos averiados y del comportamiento en general del equipo fijo y embarcado	
Ubicación	
Vía 1 santa Anita y UAM Iztapalapa	Vía 2 Bellas Artes y Coyuya
Memoriza en un buffer de 40 mensajes:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. La fecha de la falla 2. La localización 3. El código de la falla 4. Las características de la falla 	

Foto 14 Balizas DAM (Por Arturo Rodríguez Villegas)



CAPÍTULO IV. PERSONAL QUE INTERVIENE EN LA CONDUCCIÓN DE LOS TRENES DEL STC METRO

Se cuenta con tres principales agentes para la operación: el Conductor, el Inspector Jefe de Estación (IJE) y el Regulador del Puesto Central de Control; sin dejar de lado al personal técnico y operativo que en el Sistema laboran. Para el desarrollo de este trabajo, consideramos a estas tres categorías como las principales para la movilidad de la Ciudad de México. A continuación se describen cada una de estas actividades.

4.1 Conductor

Es el agente principal en la Conducción, las actividades que realiza van directamente ligadas a la operación del Material Rodante y a la observancia de la señalización implantada en las instalaciones fijas y a bordo del tren, respetando las consignas establecidas para la circulación de los trenes⁵⁶ y los lineamientos técnicos aprendidos en el curso de Formación de Conductor, impartido por el Instituto de Capacitación y Desarrollo del STC Metro, en donde adquieren los conocimientos y las habilidades para el desarrollo de la conducción de los trenes.

Es necesario que el personal de la conducción cubra con cierto perfil, para ingresar a la categoría, además debe tener claras las relaciones internas y externas durante el desarrollo de sus funciones.

4.1.1 Perfil de Conductor

4.1.1.1 Requisitos Generales

Los requisitos que debe cumplir cualquier aspirante a la categoría de Conductor dentro del STC Metro:

- Bachillerato o Equivalente
- Aprobar examen de promoción al puesto.
- Aprobar exámenes médicos.
- Aprobar curso de conductor de transportación
- Experiencia (No necesaria)

⁵⁶ Manual Técnico de Capacitación para Conductor PA 135KHZ. Clave 5-12-15. 2013

4.1.1.2 Conocimientos

Haber aprobado curso técnico de capacitación de Formación de Conductor del STC, específico para las la línea a la cual vaya a prestar su servicio

4.1.1.3 Habilidades

- Razonamiento Lógico
- Alto Grado de tolerancia
- Iniciativa en caso de incidentes donde no tenga comunicación con sus superiores (Inspector Jefe de Estación y Regulador del Puesto Central de Control de Transportación).

4.1.2 Relaciones internas y externas

El conductor tiene una estrecha relación en dos vertientes, la primera es una relación interna con los Agentes del STC y la segunda una relación externa con el público usuario.

Las relaciones internas son de nivel Jerárquico ascendente; el Inspector Jefe de Estación con el Regulador del Puesto Central de Control, por lo que el conductor deberá estar en constante comunicación con dichos agentes, ante cualquier eventualidad en el desarrollo de sus funciones.

El Inspector Jefe de Estación es el jefe inmediato superior del Conductor en las zonas comprendidas dentro de las terminales y en los Puestos de Maniobras de Taller.

El Regulador del Puesto Central de Control de Transportación es el jefe inmediato superior en toda la línea, de los Inspectores Jefes de Estación en las actividades de estación y de terminal. Las actividades de estos agentes se describen en capítulos más adelante.

La otra relación es considerada como externa ya que es la relación que tiene con el público usuario, en donde el conductor lleva la responsabilidad de atender cualquier incidente dentro del tren, así como cualquier atención relacionada con el servicio.

4.1.3 Responsabilidades

De la conducción, de las averías registradas en el material rodante, de la seguridad de los usuarios durante el trayecto del tren, así como de las emergencias presentadas a bordo del tren; sin perder de vista que dichas responsabilidades, deberá coordinarlas con el IJE o con el Regulador. A continuación se describen de forma generalizada las funciones específicas de la categoría.

Foto 15 Conductor de línea 8 (Por Arturo Rodríguez Villegas)



4.1.4 Funciones específicas de la categoría de Conductor⁵⁷

A continuación se describen algunas de las actividades más importantes que realizan los Conductores, entre ellas se tienen:

- Aplicar las normas y políticas que permitan la adecuada operación de los trenes que prestan servicio al público usuario.
- Presentarse al inicio de su turno en el lugar y puesto que le sea asignado en el rolamiento de trabajo en vigor, portando el uniforme reglamentario, así como el equipo de trabajo. El conductor contará con 10 min. después de su hora de entrada establecida, para ser considerado como asistente.

⁵⁷ Manual Técnico de Formación de Conductor. METODOS, FORMAS Y REPORTE clave 5-12-224. 2014

- Registrar su entrada, conforme a los procedimientos establecidos por el Sistema, e iniciar de inmediato el desempeño de sus labores.
- Respetar el horario de alimentos, señalado en el rolamiento de trabajo correspondiente, debiendo notificar tanto su salida, como su regreso al IJE del puesto de maniobras correspondiente, sujetándose a sus indicaciones.
- Aplicar las normas técnicas y administrativas establecidas por el Sistema, a través de los procedimientos, manuales, instructivos y reglamentos que se expiden; así como cumplir las instrucciones e indicaciones de sus superiores.
- Llevar a cabo todas las pruebas y verificaciones necesarias de los equipos e instalaciones a su cargo.
- Realizar la preparación del material a inicio de servicio (la preparación del material, consiste en la realización de todas las pruebas necesarias para la conducción y para el servicio de puertas, e iniciar su recorrido en la línea para el servicio de usuarios).

Foto 16. Conductor de línea 8 (Por Arturo Rodríguez Villegas)



Ilustración 1. Perfil del conductor (Autoría Propia)



4.2 Inspector Jefe de Estación (IJE)

Es el agente encargado de la coordinación las actividades que van directamente ligadas a la circulación de los trenes, respetando las consignas establecidas y los lineamientos técnicos aprendidos en el curso de Formación de Inspector jefe de Estación, impartido por el Instituto de Capacitación y Desarrollo del STC Metro.

Es necesario que el personal de la categoría de IJE cumpla con cierto perfil, además, debe tener claras las relaciones internas y externas durante el desarrollo de sus funciones.

4.2.1 Perfil del Inspector Jefe de estación

4.2.1.1 Requisitos Generales

Los requisitos que debe cumplir cualquier aspirante a la categoría de IJE dentro del STC Metro son:

- Bachillerato o equivalente.
- Haber laborado como conductor de Transportación.

- Aprobar examen de promoción al puesto.
- Aprobar exámenes médicos.
- Aprobar curso de Inspector Jefe de Estación de transportación.
- Experiencia: mínimo 6 meses en la categoría de Conductor

4.2.1.2 Conocimientos

Deberá tener la formación Básica de capacitación técnica de Conductor, haber aprobado curso técnico de capacitación de Formación de Inspector Jefe de Estación del STC, específico para la línea donde vaya a prestar sus servicios.

4.2.1.3 Habilidades

- Razonamiento Lógico
- Alto Grado de tolerancia
- Trato con el público
- Capacidad de dirigir personal subordinado

4.2.2 Relaciones internas y externas

El IJE tiene una estrecha relación interna con los Agentes del STC y otra relación externa de primera instancia con el público usuario.

Las relaciones internas son de nivel Jerárquico; con el conductor es descendente y con el Regulador del Puesto Central de Control es ascendente; por lo que deberá estar en constante comunicación con dichos agentes, ante cualquier eventualidad en el desarrollo de sus funciones.

El Inspector Jefe de Estación, como se ya se mencionó, es el jefe inmediato superior del conductor en las zonas comprendidas dentro de las terminales y en los Puestos de Maniobras de Taller.

El Regulador del Puesto Central de Control de Transportación, es el jefe inmediato superior del IJE, ya sea que esté realizando actividades específicas en Estaciones o en los Puestos de Maniobras.

La relación externa para la Categoría de IJE, es la que desempeña con el público usuario, la responsabilidad: es atender cualquier incidente dentro de las estaciones, así como cualquier atención relacionada con el servicio, ya que es la imagen que se presenta ante el público, que dirige ante cualquier eventualidad o necesidad del servicio.

4.2.3 Responsabilidades

Responsable de la asignación de conductores para prestación del servicio, de las averías presentadas en el material rodante, notificadas por el conductor responsable de la oportuna salida de los trenes de las terminales, para la explotación del servicio, por lo que, de forma general se describen a continuación las funciones específicas.

4.2.4 Funciones específicas de la categoría de IJE⁵⁸

A continuación se describen algunas de las actividades más importantes que realizan los IJE, entre ellas se tienen:

- Aplicar las Normas, políticas y procedimientos que permitan la adecuada operación de los trenes que prestan servicio al público usuario.
- Presentarse al inicio de su turno, en el lugar y puesto que le sea asignado en el rolamiento de trabajo en vigor, portando el uniforme reglamentario, así como el equipo de trabajo.
- El IJE contará con 10 minutos después de su hora de entrada establecida, para ser considerado como asistente.
- Registrar su entrada conforme a los procedimientos establecidos por el Sistema, e iniciar de inmediato, el desempeño de sus labores.
- Respetar el horario de alimentos señalado en el rolamiento de trabajo correspondiente, debiendo notificar tanto su salida, como su regreso, al regulador del PCC, sujetándose a sus indicaciones.
- Aplicar las normas técnicas y administrativas establecidas por el Sistema, a través de los procedimientos, manuales, instructivos y reglamentos que se expiden; así como cumplir las instrucciones e indicaciones de sus superiores.
- Llevar a cabo todas las pruebas y verificaciones necesarias de los equipos e instalaciones a su cargo, así como se cuente con la papelería, documentación, materiales, útiles y demás elementos para el desarrollo de sus labores; de igual manera, participar en la distribución y recolección de los mismos, en los casos que así se requiera.

⁵⁸ Manual Técnico de Formación de IJE. FUNCIONES Y FORMATOS. INCADE. 2005

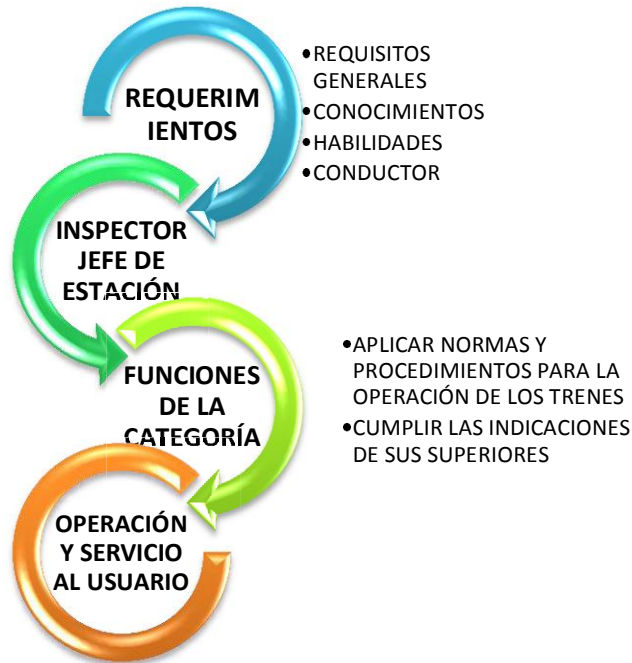
- En caso de emergencia y de ser necesario, conforme a las instrucciones del Regulador, realizar las funciones correspondientes a los puestos afines de categorías y niveles inferiores, adscritos a la misma área de trabajo.
- Elaborar los reportes de trabajo diariamente y proporcionar la información que le sea requerida por sus superiores; así mismo formalizarlo con su nombre y firma, de acuerdo con las políticas y procedimientos establecidos.
- Permanecer en el área de trabajo que corresponda durante y al final de la jornada de trabajo, y no abandonar las labores hasta que sea relevado de su turno por el personal designado, reportando su salida con autorización de sus superiores.
- Cumplir las instrucciones que le indique el PCC, para asegurar la circulación normal de los trenes o la operación de las estaciones.
- Mantenerse actualizado en las materias y equipos de su incumbencia, que le permitan un desempeño eficiente en las labores que le concierne, independientemente de los cursos de actualización por la Comisión Mixta de Capacitación y Adiestramiento.
- En todo caso extraordinario, de no lograr comunicación con PCC, deberá utilizar su propia iniciativa para solucionar cualquier tipo de incidente o avería, a fin de evitar que se agrave; utilizando los medios a su alcance con las máximas medidas de seguridad, conforme a los lineamientos que marcan los instructivos y reglamentos de operación en vigor, ya que en ese momento es el responsable.
- Atender en forma correcta y apropiada a las personas autorizadas que visiten las instalaciones, cuando le sea solicitado por sus superiores.
- Participar en caso de ser necesario, en las labores y actividades relacionadas con: incidentes, accidentes, falta de personal de su categoría en la línea donde preste servicio, a fin de satisfacer las necesidades propias del servicio.
- Utilizar adecuadamente los equipos de emergencia de las instalaciones del sistema, cuando así lo requieran las circunstancias.
- Consultar en el TCO de la terminal, puesto de maniobras, estación o con su jefe inmediato superior las disposiciones vigentes, antes de iniciar sus labores.

- En caso de incidente grave (descarrilamiento, incendio, inundación, corto circuito, etc.), coordinar la solución del mismo en tanto el PCC no le gire otras instrucciones.
- Además de los incidentes de que se percate, deberá atender los que le sean comunicados, a través de sus jefes inmediatos o por medio de cualquier otro agente del Organismo o del público usuario.
- Respetar y hacer respetar las disposiciones contenidas en los instructivos y reglamentos en vigor.
- En caso de encontrar personal ajeno al Organismo trabajando en el área de trabajo bajo su control, deberá constatar la orden de trabajo correspondiente y reportarlo a sus superiores, ateniéndose a sus instrucciones.
- Los turnos de los inspectores cuentan con un traslape, con el fin de esperar la presencia del personal que lo releva, deberá informar a éste último verbalmente y por escrito de toda novedad ocurrida durante su turno, continuando con las tareas de la operación hasta finalizar su turno.
- Elaborar el reporte de comportamiento, al personal que infrinja las normas establecidas en los reglamentos, documentos técnicos y administrativos en vigor.

Foto 17 Inspector Jefe de Estación en PML Línea 8 (Por Arturo Rodríguez Villegas)



Ilustración 2 Perfil del Inspector Jefe de Estación (Autoría propia)



4.3 Regulador del Puesto Central de Control de Transportación

Es el agente encargado de la coordinación de las actividades que van directamente ligadas a la regulación de los trenes, respetando las consignas establecidas y los lineamientos técnicos, aprendidos en el curso de Formación de Regulador del Puesto central de Control de Transportación, impartido por el Instituto de Capacitación y Desarrollo del STC Metro.

Es necesario que el personal de la regulación cubra con cierto perfil, además debe tener claras las relaciones internas, durante el desarrollo de sus funciones.

4.3.1 Perfil del Regulador del Puesto Central de Control de Transportación

4.3.1.1 Requisitos Generales

Los requisitos que debe cumplir cualquier aspirante a la categoría de Regulador del Puesto central de Control dentro del STC Metro son:

- Haber laborado como Conductor de transportación
- Haber laborado como Inspector de Transportación

- Aprobar examen de promoción al puesto
- Aprobar Exámenes médicos
- Aprobar curso de Regulador de transportación
- Experiencia: Mínimo 6 meses en la categoría de Conductor, Mínimo 6 meses en la categoría de Inspector.

4.3.1.2 Conocimientos

Los conocimientos que debe tener en regulador del PCC, es la formación básica del Conductor y del Inspector Jefe de Estación, haber aprobado curso técnico de capacitación de Formación de Regulador del PCC de transportación del STC.

4.3.1.3 Habilidades

- Razonamiento Lógico
- Alto Grado de tolerancia
- Capacidad de dirigir al personal a su cargo
- Toma de decisiones asertivas en momentos determinados y bajo presión.

4.3.2 Relaciones internas

El Regulador del Puesto Central de Control, tiene una estrecha relación interna con los Agentes del STC, en jerarquía descendente, principalmente con el personal de la Conducción y los Inspectores jefes de estación; en jerarquía ascendente con el jefe de Reguladores.

Las relaciones es la siguiente: con el Conductor y el Inspector Jefe de estación, lo relacionado con la operación y la regulación en línea, con el Jefe de Reguladores, la coordinación de incidentes y la supervisión de la regulación en el Puesto Central de Control.

4.3.3 Responsabilidades

Es responsable de la regulación de los trenes, para garantizar la explotación del servicio, de los incidentes presentados en la línea, que sean notificados por el conductor y/o IJE, así mismo, es responsable de coordinar las soluciones de las

averías presentadas en el material rodante, notificadas por el conductor y/o IJE durante la prestación del servicio.

4.3.4 Funciones específicas de la categoría de Regulador del PCC de Transportación⁵⁹

A continuación se describen algunas de las actividades más importantes que realizan los Reguladores, entre ellas se tienen:

- Portar el uniforme de trabajo completo.
- Usar su identificación en lugar visible siempre durante su horario de labores.
- Presentarse puntualmente en su lugar de trabajo, respetando los horarios marcados en los rolamientos.
- Durante su jornada de trabajo, disfrutar 30 minutos de alimentos.
- Para cada actividad realizada, elaborar formatos de reportes de trabajo, tanto para el TCO (Tablero de control Óptico) como a los correspondientes del centro de comunicaciones, con la firma de quien reporta.
- Atención al tablero de control óptico.
- Atención al centro de comunicaciones
- Suplencia como cubre-alimentos.
- Suplencia cubre-vacaciones.
- Realizará las pruebas de la línea, utilizando el TCO y la consola de mando y control.
- Supervisa y controla la salida y entrada de trenes a la línea, provenientes de talleres, garaje, fosa de visita y terminales.
- Opera la programadora General de tráfico (PGT), por medio de la platina y teletipo correspondiente.
- Recibirá y registrará las anomalías y averías diversas del material rodante, utilizando teléfonos de altas frecuencias.
- Analiza las anomalías y averías reportadas, la emisión y establecimiento de las medidas a tomar por el personal de línea.

⁵⁹ Manual técnico de Formación de Regulador del PCC (TCO), clave 5-12-38. 2013

- Supervisa el intervalo entre trenes, durante el servicio.
- Supervisa las terminales para certificar que los cambios de marcha se realicen oportuna y correctamente.

Foto 18 Regulador del PCC en TCO línea 8 (Por Arturo Rodríguez Villegas)

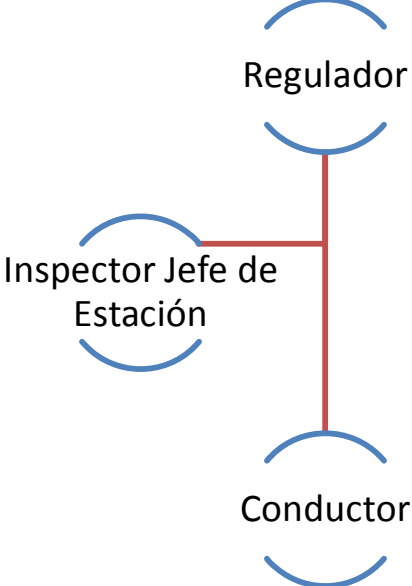


Ilustración 3. Perfil del Regulador de PCC (Autoría propia)



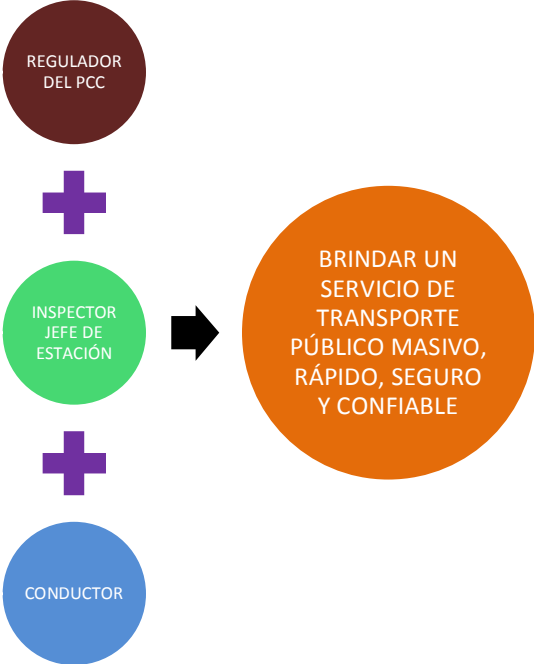
La relación que guardan cada una de las categorías antes descritas se observa de forma jerárquica en el diagrama 1.

Diagrama 1 Jerarquía de los agentes de la operación de los trenes



La combinación de actividades de los diferentes agentes encargados de la operación de los trenes del STC Metro, termina siendo reflejada en el servicio prestado al público usuario, esta relación se observa en la ilustración 12.

Ilustración 4. Relaciones Internas en la Operación del Servicio (Autoría propia)



CAPÍTULO V. LINEAMIENTOS TÉCNICOS DE SEÑALIZACIÓN PARA LA CONDUCCIÓN

Para el Sistema de Transporte Colectivo Metro, de forma general define que la señalización sirve para garantizar la seguridad en la marcha de los trenes, así como para transmitir automáticamente órdenes al personal de los trenes e indicaciones a los diferentes agentes del STC y a los usuarios⁶⁰.

La señalización se clasifica en señales fijas, móviles y de tren, pero para nuestro alcance sólo describiremos la conformación y el funcionamiento de las señales fijas dentro del STC Metro.

5.1 Señales fijas

Las señales fijas son aquéllas que transmiten órdenes e indicaciones al personal interesado y cuya ubicación es inalterable. Ninguna modificación puede ser realizada a estas señales, sin que el personal involucrado sea previamente notificado. Las señales fijas o móviles deben estar colocadas normalmente a la derecha y en proximidad de la vía a la interesa.

Las señales (semáforos) están constituidos generalmente por dos, tres o cuatro lentes dispuestos generalmente en forma superpuesta (vertical) o en forma yuxtapuesta (horizontal). Estas lentes son de forma circular, encontrándose en color verde, amarillo y rojo.

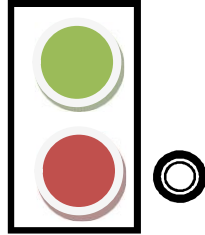
Los conductores, deben conocer perfectamente la ubicación de todas las señales fijas de la línea donde prestan sus servicios.

Una señal óptica fija apagada, o dando una indicación defectuosa, debe ser considerada como si estuviera dando la orden o indicación más imperativa que normalmente pueda dar.

⁶⁰ Manual Técnico de Señalización 1, clave 5-12-89-2006, INCADE STC Metro

Fuera del bloque que forma el semáforo, existe una lente más pequeña en forma circular. Normalmente debe de estar encendida presentando una luz blanca, recibe el nombre de “lámpara piloto” ver figura 16.

Figura 16 Señal de Espaciamiento



5.1.1 Señales de Espaciamiento

Las señales de espaciamiento tienen como finalidad, mantener un espacio de seguridad entre los trenes que circulan sobre una misma vía, en el sentido normal de la circulación observar figura 21.

La lámpara piloto tiene como finalidad, identificar la ubicación de una señal de espaciamiento cuando todas las lentes del bloque eventualmente se apaguen.

El apagado de la lámpara piloto de una señal de espaciamiento no altera el significado de la señal, sin embargo, el conductor debe reportar esta falla al Regulador de PCC y/o al IJE.

Las señales de espaciamiento llevan dos placas de identificación.

- Placa de referencia: está constituida por una letra F en blanco sobre fondo negro. Esta letra indica que la señal es de espaciamiento y en el caso eventual de presentar la indicación de alto, bajo ciertas condiciones puede ser franqueada representada en la figura 17.

Figura 17 Placa de Referencia (franqueable)



- Placa de emplazamiento: indica el lugar donde se encuentra ubicada la señal. Contiene letras en negro sobre fondo blanco, con las inscripciones siguientes: “E” que indica que se ubica a la Entrada de casi todas las estaciones, figura 18; “S” que indica que se localiza a la Salida de casi todas las estaciones, figura 19; “I” que se emplaza en las interestaciones figura y éstas podrán llevar un subíndice numérico, que indicará cuántas de estas señales componen la interestación.

Figura 18 Entrada



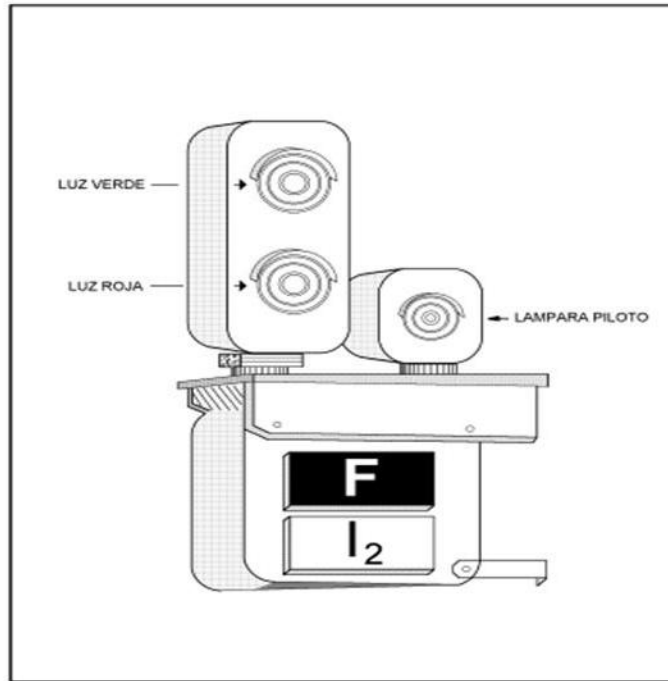
Figura 19 Salida



Figura 20 Intermediaria 1



Figura 21 Señal de Espaciamiento



5.1.2 Señales de Maniobra

Sirven para garantizar la seguridad en el movimiento de los trenes, en itinerarios⁶¹ de sentido opuesto o sobre aparatos de vía, ver figura 25. Pueden realizar funciones de espaciamiento si se encuentran en las vías principales en el sentido normal de la circulación, estas señales presentan dos tipos de alto:

- ⦿ ALTO ESPACIAMIENTO: luz roja con lámpara piloto encendida.
- ⦿ ALTO TOTAL: luz roja con lámpara piloto apagada.

Las señales son idénticas a las de espaciamiento en su forma, pero con diferente información en sus placas; la de referencia tiene las letras NF en blanco sobre fondo negro e indica que al alto total no puede ser franqueada sin la autorización del PCC ver figura 22.

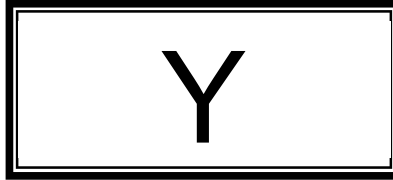
⁶¹ Itinerario: Movimiento del tren de un punto de origen a uno de destino.

Figura 22 Placa de Referencia (no franqueable)



La placa de emplazamiento tiene letra y/o números negros sobre fondo blanco. Pueden ser: una letra (Y, V o E) como se observa en la figura 23; una letra y un número (G1, T5, T10, T15, etc.); uno, dos o tres dígitos (que indica el CDV correspondiente); una letra seguida de las letras A o B (ejemplo. ZA y ZB); un número de dos dígitos seguido por las letras A o B (26A, 26B, 14A, 14B).

Figura 23 Placa de Emplazamiento (Y)

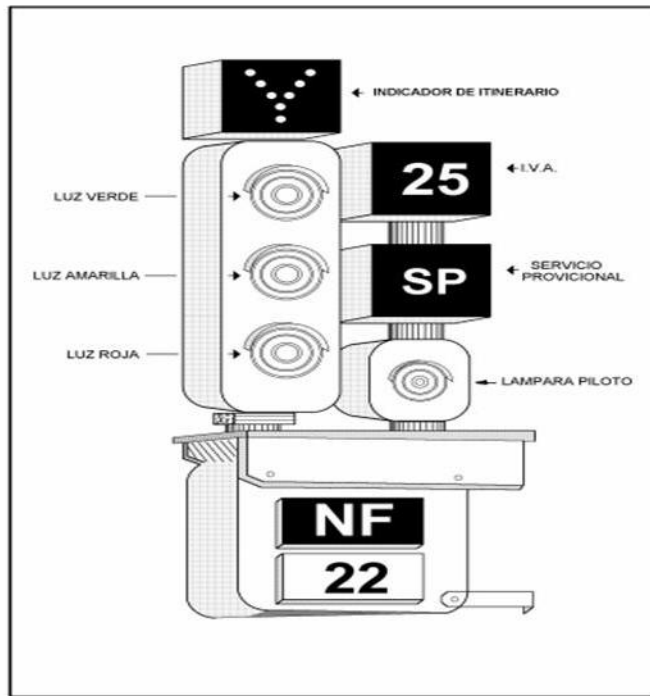


Cuentan con un teléfono conectado directamente al PCC, PCL, PML o PMT, para lograr establecer comunicación con el regulador, para recibir información y no comprometer la seguridad de los trenes como se muestra en la figura 24.

Figura 24 Placa de Emplazamiento (26A)



Figura 25 Señal de maniobra



Cuando la señal de maniobra se encuentra apagada, con luz intermitente o aspectos cambiantes, se debe de interpretar como si presentara la indicación más imperativa; esto dependerá del encendido o no, de la lámpara piloto.

Foto 19 Señal de maniobra al alto total (por Christian Alexander López Vázquez)



5.2 Franqueamiento de la señalización

Se le denomina Franqueamiento a la acción del conductor de rebasar una señal con al menos la parte frontal de la cabina, es decir, se considera una señal franqueada cuando la puerta de la cabina donde se lleva la conducción ha pasado frente a ella, pueden ser autorizados y se realizan por el avance automático del tren, dadas las condiciones de operación normal en una línea.

A su vez existen los franqueamientos No autorizados, cuando por omisión o por causa injustificada, el conductor franquea una señal al alto espaciamiento o al alto total, emplazada en vías principales o vías secundarias, sin autorización expresa del Regulador del PCC, PCL o de los Inspectores Jefes de estación del PML o del PMT, dicha acción trae como consecuencia que el conductor sea acreedor a las sanciones más severas.

5.2.1 Autorizados

Existen varios casos de franqueamientos autorizados como son:

- Señal de espaciamiento con luz verde:

Una señal de espaciamiento presentando una luz verde, puede ser franqueada a la velocidad máxima autorizada por el trazo y perfil de la vía.

- Señal de espaciamiento con luz amarilla:

Una señal de espaciamiento presentando una luz amarilla, debe ser franqueada a una velocidad máxima de 15 KPH, a menos que una velocidad superior sea modificada, por el indicador de velocidad autorizada (IVA⁶²) asociado a dicha señal.

- Señal de espaciamiento con dos luces amarillas:

Las dos luces amarillas en una señal, indican que se debe ajustar la velocidad del tren, para estar en condiciones de detenerse ante la siguiente señal al alto, o bien franquearla en reducción de velocidad.

⁶² Indica la velocidad máxima autorizada a la que debe avanzar un tren, dado por la señal de maniobra o espaciamiento.

- Señal de espaciamiento con luz roja:

Si la señal se mantiene en alto y no es provocado por el tren delantero, se debe a una falla en los equipos de señalización, por lo que el Regulador del PCC dará la indicación al Conductor de degradar el modo de conducción y franquear la señal, ateniéndose a las reglas de la marcha de seguridad.⁶³

Si el Conductor no logra establecer comunicación con el Regulador del PCC, debe por iniciativa propia franquear la señal de espaciamiento, después de seguir ciertos procedimientos, antes de avanzar el tren.

5.2.1.1 Señales de Alto Espaciamiento

Debe realizarla un agente autorizado en la conducción, de la siguiente manera:

- i. Detenerse ante la señal.
- ii. Tomar conducción manual.
- iii. Avanzar, respetar y aplicar las reglas de la marcha de seguridad.
- iv. Detenerse ante la siguiente señal con aspecto permisivo.
- v. Reanudar la marcha en un modo de conducción manual, respetar la velocidad impuesta por la marcha de seguridad, hasta la siguiente señal a condición de que también muestre aspecto permisivo.

5.2.1.2 Señales de Maniobra al alto total⁶⁴

Debe realizarla un agente autorizado en la conducción, de la siguiente manera:

- i. Detenerse ante la señal.
- ii. Tomar conducción manual.
- iii. Verificar que él o los aparatos de vía situados sobre el itinerario que va a recorrer el tren, se encuentren dispuestos correctamente.

⁶³ Conjunto de reglas que deben de respetar los conductores antes de franquear una señal de espaciamiento o maniobra dando una indicación errónea.

⁶⁴ Señal de maniobra que presenta luz roja con lámpara piloto apagada.

- iv. Avanzar a una velocidad máxima de 10 KPH durante todo el recorrido del itinerario, redoblando la vigilancia mientras el tren pasa sobre los aparatos de vía.

5.2.1 No autorizados

Cuando sucede un franqueamiento de señal no autorizado, el conductor debe provocar el paro del tren, e informar de inmediato al PCC, PCL, PML o PMT, precisando el estado de la señal, a través del Teléfono de señal, y ateniéndose a sus indicaciones. Reiniciar la marcha sin autorización puede provocar un accidente, ya que al franqueársela se puede abordar un aparato de vía en una posición inadecuada. El movimiento hacia alguno de los dos sentidos está prohibido sin certificar plenamente que no se provocara un descarrilamiento.

El franqueamiento indebido de una señal de espaciamiento o de maniobra de alto, expone al Conductor a recibir las sanciones estipuladas por el reglamento que rige el metro.

5.3 La señalización y el SACEM⁶⁵

En la línea 8 tiene para su funcionamiento el equipo de pilotaje automático SACEM que está supeditado al estado que guarda la señalización, es decir, para la operación óptima de los trenes, el sistema de automatización y seguridad en la marcha de los trenes, está concebido de tal manera que las condiciones de seguridad están garantizadas por un dispositivo de control y verificación permanente; para evitar en cualquier circunstancia que el tren se encuentre en situaciones peligrosas o se acerque a ellas, es decir, impedir que se rebasen las señales de alto y otros puntos donde el paro sea obligado, con una tolerancia máxima de 42 metros en el peor de los casos.

El SACEM se divide referencialmente en dos zonas; la zona SACEM (zona equipada) y la zona SILEC (zona no equipada).

⁶⁵ Formación Sistema SACEM México. Presentación del Sistema. Referencia ESL/MX/JA.&//91/JLH. Julio 1991

- *Zona SACEM*

Se describe como zonas Equipadas: a las vías principales, en la zona de operación normal y están provistas con Balizas SACEM, computadoras de tierra y transmisores de señal.

Al salir de la zona equipada con Balizas SACEM, el tren conoce la configuración de la vía existente después de la última señal configurada dentro de la zona, así junto opera con el estado de la señal cuando está abierta⁶⁶, es posible rebasarla y el control SACEM permite que el tren continúe la marcha normal o en una zona de cambio de sentido, pueda volver a salir en Pilotaje Automático.

- *Zonas SILEC*

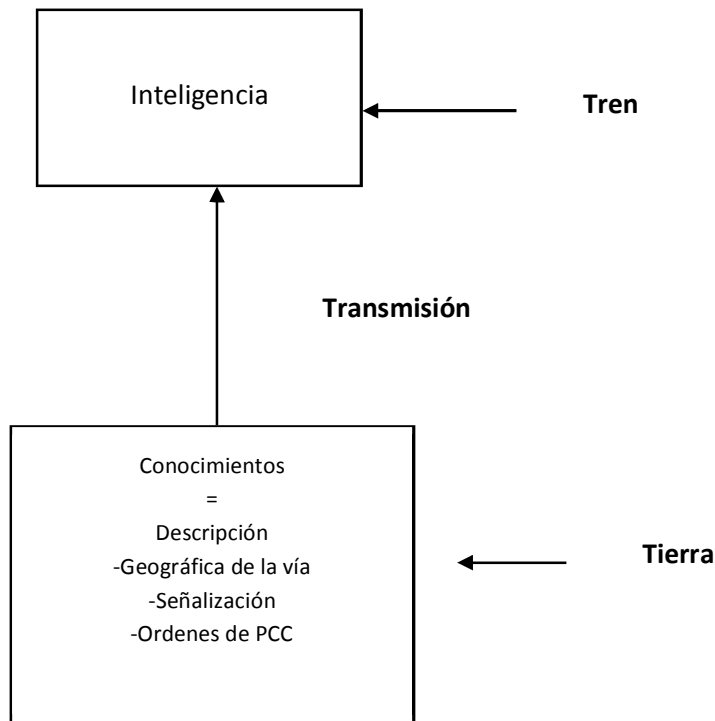
Las zonas no equipadas con SACEM son las vías secundarias, sin embargo debe existir un control de señales rebasadas con Balizas SILEC. Para simplificar las interfaces de control con el tren, estas balizas se procesan en el equipo SACEM.

Para permitir el funcionamiento de la señalización en el SACEM, es necesaria para delimitar las zonas en la que los mensajes de la transmisión tierra-tren pueden ser idénticos, y para permitir una localización de los trenes con la precisión suficiente.

La inteligencia embarcada trabaja de la misma manera que el conductor para conducir el tren (ver diagrama 2). El conductor controla el movimiento del tren, desde un sistema de control de velocidad. Este control de velocidad se hace de tal forma que se respete la señalización. Para poder respetarla, el conductor debe conocer los tipos de señales y saber cuál es la posición de estas señales con respecto al tren.

⁶⁶ Señal abierta, o señal con aspecto permisivo

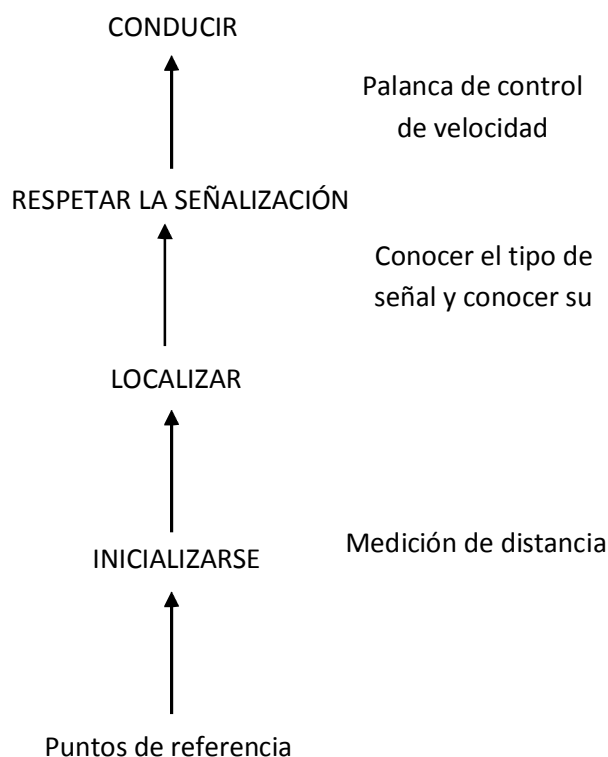
Diagrama 2. Transmisión Tierra-Tren



Por lo tanto, debe saber dónde se encuentra la vía: debe localizarse con respecto a puntos de referencia que forman parte de la geografía de la vía. El primer punto de la vía permite inicializarse, mientras que los otros permiten efectuar una serie de relocalizaciones.

El medio por el cual el tren se inicializa y relocaliza es una transmisión de información sobre su posición en un momento dado. Otro tipo de transmisión le ayudará a localizarse con respecto a los obstáculos de la vía, y sobre todo a respetar la señalización ver diagrama 3.

Diagrama 3. Localización Geográfica de un tren



5.4 Inicialización de un tren en zona SACEM

Para inicializar un tren en zona SACEM es necesario cumplir con el siguiente procedimiento, de lo contrario el sistema penalizará la conducción a 15 km/hr., hasta que se haya inicializado el tren, es decir, un tren en su estado natural se encuentra desinicializado; cuando circula en la vías de garaje, talleres, vías secundarias o es apagado voluntariamente en línea.

Para inicializar un tren se debe:

- a) Colocar manipulador en F3
- b) Llave C en CMC
- c) T1 en Servicio
- d) VISUCAB mostrara MAV Amarillo 15 y PA FS
- e) Procedimiento de partida
- f) Traccionar
- g) Pasar el tren por la balizas de inicialización

h) Después de haber pasado por las balizas de inicialización (70 metros después aprox.), se apaga la leyenda PA FS, significa que el tren se encuentra inicializado y el CMC se validará aproximadamente a 20 metros antes semáforo en verde

i) Al pasar por la baliza de relocalización y ante una señal en permisivo la información del ten se conmuta a los sensores de transmisión continua y en el VISUCAB se presentará la Velocidad Objetivo, entonces se dice que el tren está inicializado y localizado.

5.5 Franqueamiento Autorizado de Señales

5.5.1 Zona SACEM

El procedimiento para efectuar un franqueamiento autorizado ante una señal de alto espaciamiento y/o DBO encendido a la salida de la estación es:

- Colocar el manipulador en F3
- Colocar el conmutador “C” en “CMC”
- Oprimir el botón de vigilancia (VB)
- En el VISUCAB aparecerá MAV verde 35 km/hr y se apaga “No salida”
- Dar procedimiento de partida
- Franquear la señal respetando las reglas de la marcha de seguridad⁶⁷

5.5.2 Zona SILEC

La secuencia que debe seguir un conductor para realizar un franqueamiento autorizado de una señal de maniobra de alto total en vías secundarias es:

- Colocar el conmutador “C” en CMC
- En el VISUCAB se visualiza MAV amarillo 15 km/hr y “No Salida”

⁶⁷ Marcha de Seguridad, procedimiento establecido para el franqueamiento autorizado de señales al alto espaciamiento.

- Dar procediendo de partida
- Levantar arillo de hombre muerto y traccionar
- El tren intenta rebasar la señal de alto y se presenta bloqueo a 4.5 bars
- Aparece el encendido de las siguientes alarmas ópticas en el VISUCAB: triángulo en color rojo, SILEC FS, Franq. SILEC; y una alerta acústica
- Colocar el manipulador en F3
- Oprimir botón de vigilancia
- Desaparece triángulo rojo, SILEC FS, Franq. SILEC; y desbloquea el tren
- Dar procedimiento de partida
- Levantar el arillo de hombre muerto
- Traccionar en MAV-15

CAPÍTULO VI. SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE APLICADOS AL STC METRO

6.1 Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT)

De acuerdo con Alberti, M (1996), “Los Sistemas Inteligentes de Transporte, surgen en la década de los años 90, como alternativa sostenible al problema generado por la creciente demanda de movilidad, especialmente en el ámbito urbano e interurbano”⁶⁸. De esta manera, frente a las estrategias tradicionales (que pasan por un incremento de infraestructuras y vehículos que pudieran conducir a niveles de insostenibilidad económica, espacial y medioambiental), los Sistemas Inteligentes de Transporte apuestan por la movilidad sostenible⁶⁹.

6.1.1 Definición de SIT

ITS Intelligent Transportation System (por sus siglas en inglés), es un término que describe un amplio rango de tecnologías basadas en la informática y las telecomunicaciones, orientadas a solucionar los problemas de transporte mediante sistemas específicos.⁷⁰

El objetivo de los SIT, es incrementar la movilidad para mejorar la eficiencia del transporte y proveer seguridad a los usuarios. Para ello se combinan la información, la comunicación y las tecnologías hacia los vehículos y la infraestructura.

⁶⁸ Alberti, M. (1996): Measuring urban sustainability; Environmental Impact Assessment Review v16 n 4-6 Jul-Nov 1996 p.381-424

⁶⁹ MOVILIDAD SOSTENIBLE, dicho término envuelve una serie de alternativas desarrolladas desde punto de vista tan complejos como el cambio que debe haber en la mentalidad de cada uno de los usuarios de los distintos modos de transporte, hasta una actuación muy concreta en el parque automotor usuario de la infraestructura causante de dicha problemática.

⁷⁰ El libro verde de los Sistemas Inteligentes de Transportes Terrestres, pag.7; Comisión de Transportes del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2003, Madrid, España.

6.1.2 Aplicación de los SIT al Transporte Urbano

En las ciudades grandes y medianas, la gestión del tráfico es un objetivo prioritario. Los SIT abordan ese objetivo mediante el control de arterias y de intersecciones de forma automática. En el ámbito interurbano la aplicación de las Tecnologías (TIC's) al transporte por carretera permite hablar de "carreteras inteligentes", es decir, aquéllas vías con sistemas de información a tiempo real que van a permitir:

- La regulación y control en los accesos.
- La captura de datos para medir intensidad, velocidad y la detección automática de incidentes.
- El control lineal de la vía.
- El control de entradas a la vía.
- La información de itinerarios.
- Auxilio en carretera.
- Los peajes y control de la demanda.

Otra serie de aplicaciones comunes en el medio urbano e interurbano relacionadas al transporte son: el conjunto de pagos electrónicos (peajes, boletos de tren, metro o autobús, etc.) y la utilización de tarjetas inteligentes; los sistemas de detección, aviso y gestión de incidentes suponen la vigilancia, detección y respuesta en los mismos. Los SIT ayudan así a la detección y prevención de incidentes, avisos de colisiones, etc. Asimismo aportan soluciones para descongestionar las vías y permiten gestionar de forma integrada las emergencias.

Las aplicaciones SIT en vehículos proveen eficiencia y seguridad en los desplazamientos. Sin embargo, la automatización de funciones y el acceso a la información, no sólo permite la optimización de los viajes, reduciendo los tiempos e incertidumbre, sino que también pueden ayudar de diversas formas al conductor. Éste es el caso de algunos dispositivos de automatización como: limpiaparabrisas, encendido de luces automático o la información de

obstáculos, especialmente necesarios o recomendables para la población de edad avanzada, cada vez con mayor peso en las grandes urbes de los países más desarrollados, o para la población con diversas discapacidades.

Otra de las más recientes y relevantes innovaciones en los automóviles y que se están comenzando a implementar en los servicios públicos para proveerlos de mayor seguridad son; los sistemas de alarma, para avisar al conductor en el caso de que se duerma al volante, el pilotaje automático de seguridad entra en operación, si no se consigue despertarlo en un tiempo preestablecido.

Se puede entonces clasificar de forma general a los Sistemas Inteligentes de Transporte de la siguiente manera: en un enfoque para el usuario y en un enfoque para la operación obsérvese el cuadro 1.

Cuadro 1 Clasificación general de los SIT



Se clasifica entonces, a los SIT en el transporte urbano en forma más detallada a partir de su aplicación, se observan ocho grandes rubros tal cual se observa en la figura 26:

Figura 26. Sistemas inteligentes de transporte en el transporte urbano.
Fuente: IMT publicación técnica No.251

SIT aplicados en el Transporte urbano	Sistema de información al viajero	Información a los operadores para la planeación y gestión de los viajes Información a los pasajeros del Transporte Público Navegación y Orientación a los operadores
	Sistema de gestión de tráfico	Planeación de los transportes Control y supervisión del tráfico Administración de la demanda
	Sistemas de control en vehículos	Operación de los vehículos Mejora Prevención de incidentes
	Operación de vehículos comerciales	Administración de flotas Rastreo de unidades
	Sistemas avanzados de Transporte público	Administración y Gestión de los transportes públicos Priorización de la movilidad urbana
	Emergencias	Monitoreo de cargas peligrosas Administración de vehículos de emergencia
	Pago electrónico	Transacciones financieras de pago electrónicos de servicios
	Seguridad	Video Vigilancia Seguridad pública Monitores de colisiones e incidentes

Para los fines de este estudio el dispositivo SIT de control y monitoreo del Botón de Vigilancia puede tener cabida en dos rubros de la clasificación anterior: primero, en el Sistema de control de vehículos, por el hecho de tener un control a distancia del Botón de Vigilancia y con ello prevenir demoras que afecten la operación del servicio; y en segundo lugar en la clasificación de Seguridad, por la razón de vigilar la operación del Botón de vigilancia y así evitar alcances e incidentes que afecten al material rodante, las instalaciones fijas y a los usuarios.

6.1.3 Aplicación de los SIT al STC Metro

6.1.3.1 Sistemas de Radio-Comunicación con tecnología Digital-TETRA

La implementación de esta tecnología de información, dentro del STC Metro, implica modernizar la red de comunicaciones, así como extender el equipo utilizado en la infraestructura actual, elevando la calidad y diversidad de los servicios con tecnología digital, para incrementar los niveles de disponibilidad, aun en situaciones de emergencia.

Por lo que el STC Metro, adquiere la telefonía Digital TETRA, (Terrestrial Trunked Radio), la cual está definida, como un protocolo de radio digital troncalizado creado y administrado por la ETSI (European Telecommunications Standards Institute); que produce y mantiene protocolos de comunicación se usan todos los días (entre ellos, el protocolo GSM⁷¹ para celulares). El protocolo TETRA fue pensado para usuarios PMR (Professional Mobile Radio – Radio Profesional Móvil), especialmente para usos en agencias gubernamentales, seguridad pública (policías, bomberos, defensa civil, ambulancias, servicios de emergencia, fuerzas armadas, aeropuertos, transportes, energía), entre otros usuarios profesionales de radio.⁷²

6.1.3.1.1 Arquitectura del Sistema TETRA en la línea 8

La Arquitectura se caracteriza por poseer un sistema físico, en el que los elementos que lo componen están unidos entre sí directamente, permite el intercambio de datos e instrucciones de control, que pasan entre los diferentes componentes del sistema.

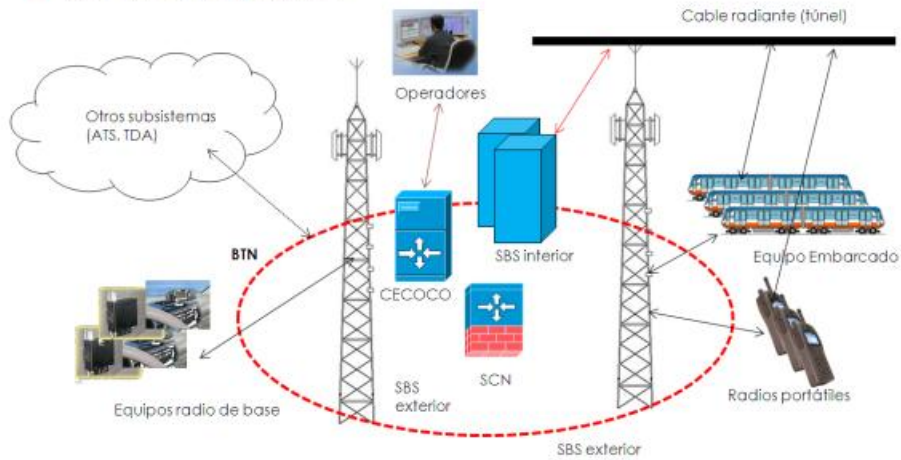
A partir de este concepto, la comunicación basada en la telefonía TETRA, tiene la finalidad de enlazar al personal operativo de la línea con el personal del Puesto Central de Control y otras terminales móviles, utilizando los equipos, ya sean portátiles o fijos en la línea, para informar los diferentes estados en que se encuentra la operación de la línea o canalizar la información referente a la operación de los trenes, con respecto a la circulación, a continuación se representa la arquitectura del Sistema TERA entre la línea y el Puesto de Mando en PCC (ver figura 27).

⁷¹ GSM (sistema de grupo móvil) puede conectarse a través de su teléfono con su computador y enviar y recibir mensajes por correo electrónico, faxes, navegar por Internet, así como utilizar otras funciones digitales de transmisión de datos, incluyendo el servicio de mensajes cortos (SMS) o mensajes de texto.

⁷² Sistema de radio comunicación con tecnología digital TETRA. Abril 2015. STC

Figura 27 Arquitectura General (Manual de Sistema TETRA STC Metro)

■ Arquitectura general

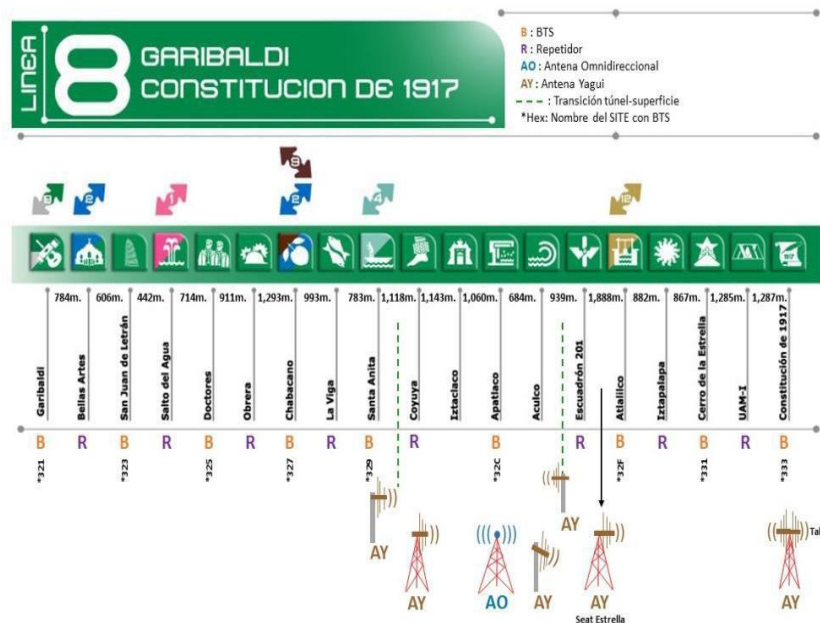


El sistema de comunicación integral basado en el estándar TETRA, está constituido por equipamientos:

- De tierra
- Embarcado (a bordo de los trenes)
- Radio portátiles

La infraestructura fija está compuesta por (ver figura 28):

Figura 28 Distribución de las antenas en Línea 8



- ❖ Red Nébula (Sistema TETRA propietario de Teltronic)
 - Un nodo de control central (NCS) ubicado en talleres Constitución de 1917 (Figura 29)

Figura 29 Armarios de Conmutación Central
 Descripción general de la red TETRA



- Nodo Central de Conmutación (SCN): Ubicado en PCL (sala técnica)
 - Responsable de controlar la infraestructura

- 17 estaciones base (SBS) repartidas por las estaciones de la línea (tabla 16 y figura 30)

Tabla 16 Estaciones Base (SBS) desplegadas y ubicadas dentro de los locales técnicos

Nombre de estación	SBS
Garibaldi	321
Bellas Artes	R
San Juan de Letrán	323
Salto del agua	R
Doctores	325
Obrera	R
Chabacano	327
La Viga	R
Santa Anita	329
Coyuya	R
Iztacalco	
Apatlaco	32C
Aculco	
Escuadrón 201	R
Atlalilco	32F
Iztapalapa	R
Cerro de la estrella	331
UAM I	R
Constitución de 1917	333

Figura 30 Armarios de Estación Base

Descripción general de la red TETRA



- Estaciones Base (SBS): Ubicadas en las estaciones de metro de la línea (locales técnicos)
 - Responsable de la cobertura en la zona

- Cable radiante para cobertura al túnel (figura 31)

Figura 31 Cable radiante

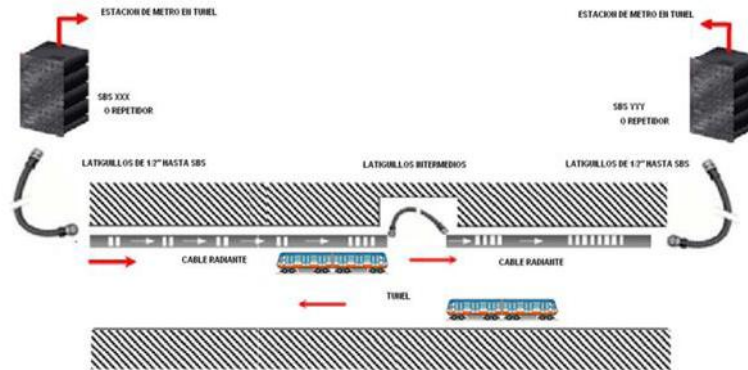


- Cable radiante: Sobre pared lateral del túnel
 - Responsable de la cobertura en la parte subterránea
 - Recibe contribución de señal desde las SBS o de los repetidores instaladas en las estaciones del interior del túnel.

- Antena interior para cobertura interior de las estaciones (figura 32)

Figura 32 Distribución de la señal del Cable Radiante

- Cable radiante: Distribución de señal en el túnel
 - SBS en locales técnicos
 - Cables RF hasta cable radiante



- Antena exterior tipo Yagui para cobertura exterior de las estaciones (figura 33)

Figura 33 Antena exterior e interior



- Antenas de exterior
 - Responsable de la cobertura en la parte exterior de la línea
- Antenas de interior
 - Responsable de la cobertura en el interior de las estaciones

❖ Red de equipos repetidores TETRA por fibra óptica

- Unidades maestras
- Unidades esclavas remotas

La línea está dividida en varios tipos de tramos:

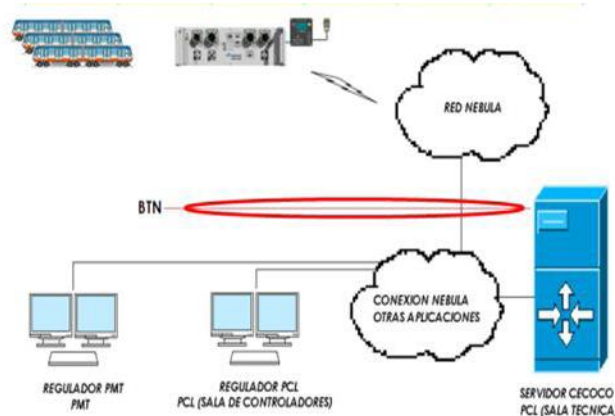
- Tramo subterráneo
- Tramo superficial
- Tramo zona de Talleres Constitución

6.2 Sistema GPS

Otra de las tecnologías de la comunicación especialmente relevantes para lograr la eficiencia de los SIT, son los Global Position Systems (GPS). Aparece también en la década de los 90 y en combinación con las aplicaciones SIG, permiten localizar los vehículos y su movimiento en tiempo real. La transmisión de la información al usuario en tiempo real, es fundamental para la toma de decisiones y constituye una de las aplicaciones que convierte los vehículos y las autopistas en "inteligentes".

Emisión de la señal GPS para sistema TETRA, visualizado la figura 34

Figura 34 Emisión de la señal GPS en el sistema TETRA



El conductor para comunicarse con el regulador del PCC, lo hace utilizando el micro de la radio instalado en el pupitre de la cabina de conducción, oprimiendo el botón PTT (push to talk) y emitiendo el mensaje, esta información pasa por un módulo instalado en uno de los armarios de cabina y conectado a la antena, se transmite a las estaciones base o repetidora ubicados en los locales técnicos de cada de las estaciones, es enviada a un servidor CECOCO⁷³ y esta a su vez a la sala de tableros, para visualizarse en los monitores instalados en el pupitre del PCC de la Líneas 8.

⁷³ Servidor Central de Comunicaciones

El monitor de visualización instalado en cada una de las cabinas de los trenes de la línea 8, mostrándose en su pantalla el tipo de llamada, la procedencia, la línea, la fecha, el control del volumen, la señal de recepción, cuenta con una perilla de encendido y apagado, botones selectores de menú y un botón de emergencia como se muestra en la foto 20.

Foto 20 Monitor de visualización del sistema de radio embarcado (Arturo Rodríguez Villegas)



La bocina instalada en la parte posterior de la cabina de conducción, donde se recibe la comunicación emitida por el Regulador del PCC ver foto 21.

Foto 21 Bocina embarcada telefonía TETRA (Arturo Rodríguez Villegas)



El micrófono es de la marca Motorola que consta además de un botón PTT que se utiliza para enlazar la comunicación con el Regulador del PCC como se muestra en la foto 22.

Foto 22 Microeléfono (por Arturo Rodríguez Villegas)



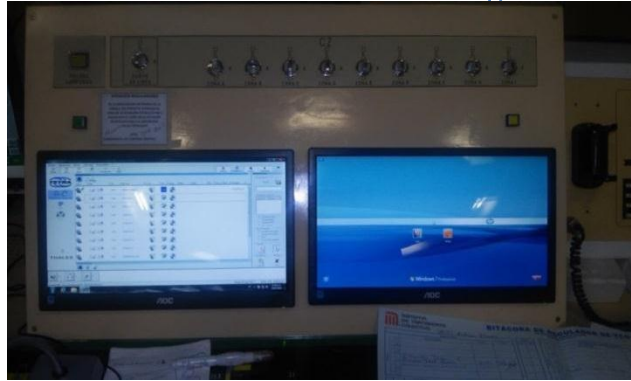
A través de la antena se envía y se recibe la señal emitida por la telefonía embarcada y los agentes de la conducción hasta las instalaciones en el PCC, se localiza en la parte superior de la cabina de conducción por la parte exterior como se observa en la foto 23.

Foto 23 Antena del tren (por Arturo Rodríguez Villegas)



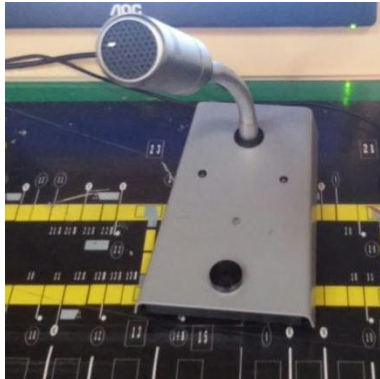
La comunicación que es enviada de la línea, es recibida en el servidor central de comunicaciones ubicado en las instalaciones del PCC, donde se recibe por la gestión de comunicación y es mostrada en los monitores en tiempo real, para la gestión de comunicación de los trenes como se muestra en la foto 24.

Foto 24 Monitores de la telefonía TETRA del TCO de línea 8 (por Arturo Rodríguez Villegas)



El Micrófono de pedestal instalado en el Tablero de línea 8 del PCC, utilizado para entablar la comunicación con los agentes de la conducción a través de la bocina y del monitor de visualización del tren (foto 25).

Foto 25 Micrófono de pedestal (por Arturo Rodríguez Villegas)



6.3 Dispositivos Electrónicos

6.3.1 Definición de Dispositivo Electrónico

“Los dispositivos o aparatos electrónicos consisten en la combinación de diversos elementos organizados en circuitos, destinados a controlar y aprovechar las señales eléctricas, a diferencia de un dispositivo eléctrico, el cual sirve para controlar y aprovechar el flujo de la corriente eléctrica. Compararemos el funcionamiento de un dispositivo eléctrico y de un dispositivo electrónico, para notar mejor el concepto anterior. Una bombilla eléctrica aprovecha el flujo eléctrico para producir energía luminosa, mientras que un aparato amplificador de sonido

gobernará, mediante sus circuitos electrónicos, las señales provenientes de un micrófono y las señales excitadoras de los altavoces.”⁷⁴

Un circuito eléctrico consiste en cierto número de elementos unidos en puntos terminales, proporcionando por lo menos una trayectoria cerrada por la que puede fluir la carga. Una derivación es una porción de circuito que consiste en uno o más elementos en serie. Dos elementos están en serie si tienen solo un punto en común que no esté conectado a un tercer elemento. Dos elementos o ramas están en paralelo cuando tienen dos puntos en común.⁷⁵

6.3.2 Aplicación de los Dispositivos Electrónicos al Transporte Urbano

Una de las respuestas más eficientes al problema de la congestión, radica en el uso intensivo de sistemas informáticos y de las telecomunicaciones aplicadas a la gestión del tráfico. En efecto, los Sistemas Inteligentes de Transporte están siendo un eficiente apoyo para el ciudadano y para las instituciones públicas, en el intento de aminorar los problemas de congestión de los transportes urbanos e interurbanos, no solamente ayudando a mejorar su movilidad, sino haciéndola más sostenible, a partir de la complementación de dispositivos electrónicos que garantizan el funcionamiento de los SIT.

6.3.3 Aplicación de los Dispositivos Electrónicos al STC Metro

Dentro del Sistema de Transporte Colectivo Metro tenemos un mundo complejo de dispositivos electrónicos, ya que los sistemas propios de la Conducción, la Señalización, el Material Rodante, las instalaciones Fijas, las Comunicaciones y los Centros de Control giran en función de ellos. En este apartado nos concentraremos básicamente en los dispositivos electrónicos que operan la conducción del tren en el Modo de Conducción Limitada a Tracción-2.

Anteriormente en el STC, el modo de conducción restringido a CLT-2 alimentaba a un equipo denominado MD (marcha degradada), el cual tenía la función de enviar un impulso eléctrico, a la barra guía que era utilizada como portadora de la señal

⁷⁴ Morris Mano, M. Lógica Digital y Diseño de Computadores. 1ª Edición 2014. Ed Prentice Hall

⁷⁵ Electrónica de los semiconductores. Paul D Ankrum.1971.ed.Prentice/Hall Internacional.

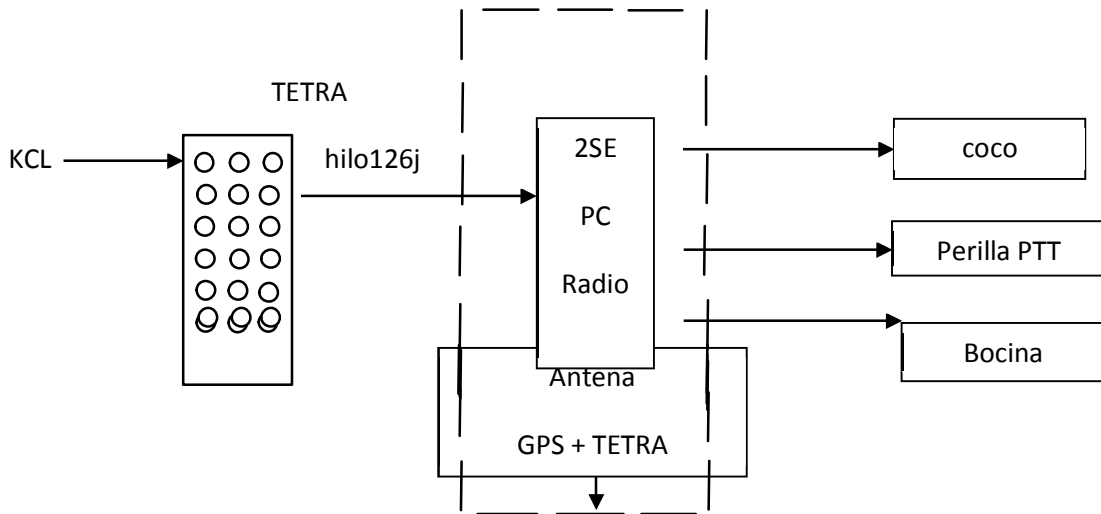
telefónica, para alarmar en el momento de colocar los conmutadores en el modo de conducción CLT-2, recibiendo la señal en el PCC, visualizándose en la zona correspondiente la ubicación del tren en ese momento y con ello el Regulador era avisado de esta incidencia y así cuestionar al personal de la conducción, el motivo de su uso, evitando con ello las malas prácticas en la conducción, al ser utilizado sin la autorización del PCC y evitando con ello, posibles incidentes en la operación del servicio.

En la actualidad al introducir la telefonía TETRA, en el modo de conducción CLT-2 también se observa en el PCC, a partir de una alarma acústica y un mensaje de texto con la leyenda: Marcha Degradada, el número de radio y la motriz que degrada la conducción; visible en el monitor de la telefonía ubicado en el Tablero de Control Óptico de cada línea.

6.3.3.1 Arquitectura del equipo TETRA y el enlace a PCC

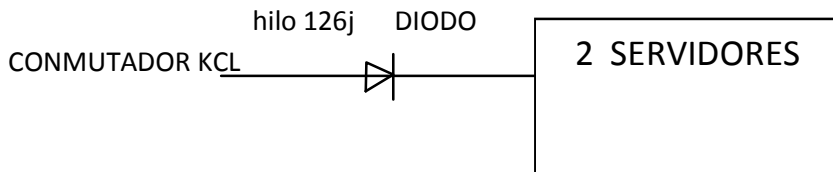
A continuación se describe la arquitectura de la telefonía TETRA, partiendo desde el momento en que es colocado el conmutador "KCL" en la posición "CL" instalado en la cabina de conducción. Se conecta a un bornero (terminal de conexiones) que forma parte del equipo de telefonía, al hilo 126j del tren; éste va hacia dos servidores que se conectan al PCC, formando parte del radio para la comunicación con los trenes de la línea, teniendo como complemento la antena y el equipo TETRA para la emisión y la recepción. Como parte del equipo de telefonía en el PCC se tiene: un monitor para la identificación del número de radio en cuestión, una perilla para el control del volumen y una bocina para escuchar la comunicación proveniente de la línea (diagrama 4).

Diagrama 4 Recepción Señal TETRA



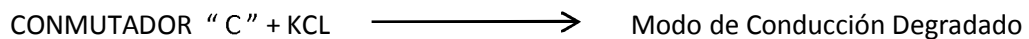
Cuando el conmutador KCL es movido a Conducción Libre, es cuando se alimenta al servidor con un valor de 75 VCC, por medio del hilo 126j, pasando por un diodo, que sirve para evitar un regreso de la corriente hacia el conmutador KCL, evitando con esto, dañar al tren por un corto circuito en el equipo de la telefonía (diagrama 5).

Diagrama 5. Alimentación eléctrica al Servidor TETRA



Se puede decir entonces, que se requiere el uso de los conmutadores C y KCL para obtener el modo de conducción degradado a CLT-2 y recibir la señal al equipo TETRA instalado en PCC (diagrama 6).

Diagrama 6. Modo de Conducción Degradada



Interfaz tren-señal-recepción

La interfaz se logra de dos maneras; una de ellas es a la colocación del conmutador KCL de la motriz de conducción, al tomar el modo de conducción degradado a CLT-2 y la otra, es cuando se oprime el botón BV para el modo de conducción degradado MAV-15 o MAV-35, utilizando como medio la telefonía TETRA del tren para ser recibida la información en los monitores de PCC (foto26).

Foto 26 Interfaz tren-señal-recepción



A partir de este principio, la monitorización del botón de vigilancia, se llevará a cabo por la interfaz tierra-tren con el hilo 126j, sin pasar por los conmutadores de la conducción libre a CLT-2.

CAPÍTULO VII. BOTÓN DE VIGILANCIA DEL SISTEMA SACEM EN LA LÍNEA 8

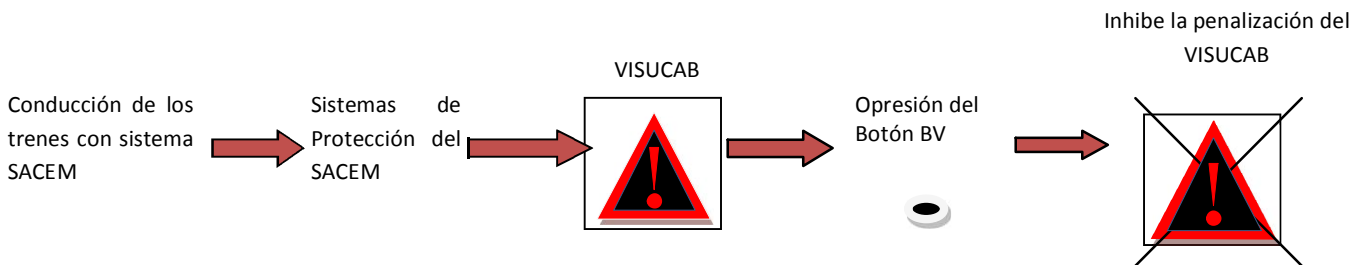
7.1 Identificación del Problema

Disminución de la seguridad en la conducción de los trenes que circulan en la línea 8 del Sistema de Transporte Colectivo Metro, afectando la Operación del Servicio, al Material Rodante (Trenes) y a las instalaciones fijas, por el uso sin autorización del Botón de Vigilancia.

7.1.1 Uso del Botón de Vigilancia

Los trenes son operados bajo el Sistema de Pilotaje Automático denominado SACEM, la conducción es protegida por los sistemas de seguridad propios del SACEM y es visualizado por los conductores en su cabina a través del VISUCAB, la opresión del Botón de Vigilancia, se efectúa únicamente por los conductores e inhibe las penalizaciones de seguridad implantadas por el SACEM, se opera únicamente en el modo de Conducción Manual en sus estados Transitorios; MAV 35 o 15 dependiendo de las circunstancias (ver Diagrama 7).

Diagrama 7 Esquema general de uso del Botón de Vigilancia (autoría propia)

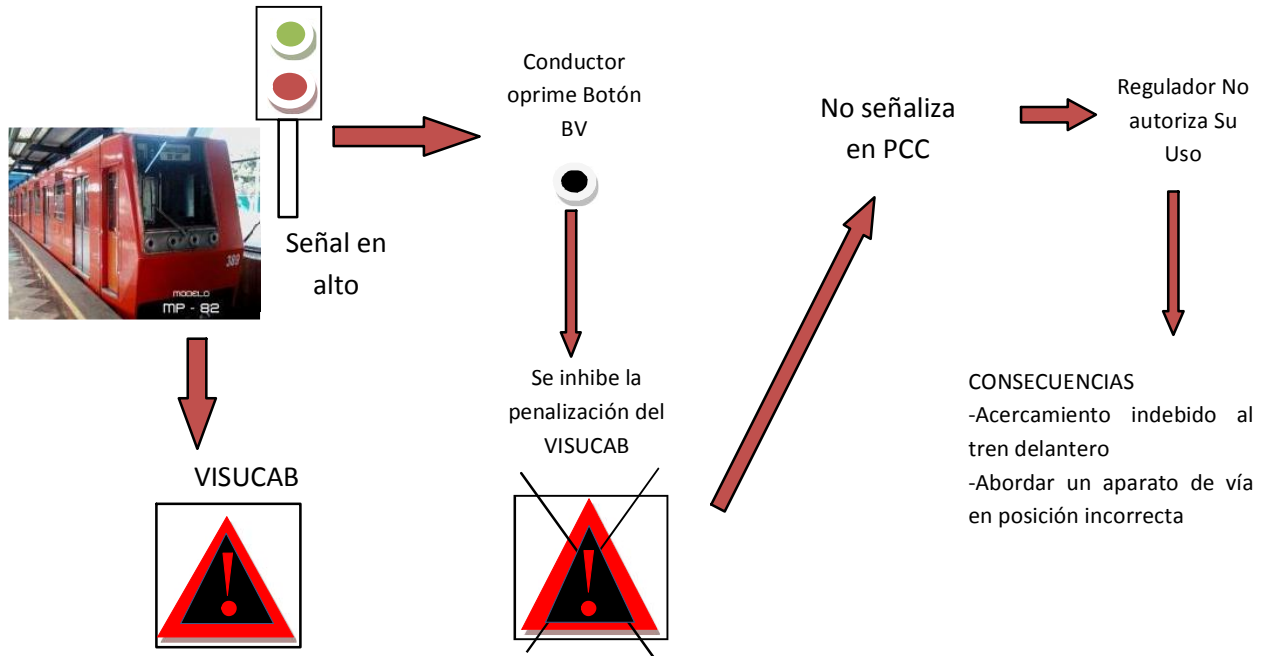


7.1.1.1 Uso del Botón de Vigilancia ante una señal al alto o DBO

La manifestación del bloqueo de seguridad implantado por el Sistema SACEM ante una señal al alto, es de la siguiente manera: el tren se encuentra detenido y bloqueado a 4.5 bars ante la señal con indicación de alto y en el VISUCAB se visualiza un triángulo rojo y la señal No Salida encendida, el conductor para poder continuar la marcha con autorización o no, deberá oprimir el Botón de Vigilancia, con lo que se inhibe la penalización de triángulo rojo y el desbloqueo del tren y así avanzar en Conducción MAV-35. Esta acción no es observada por el Regulador del Puesto Central de Control, generando demoras en la circulación de los trenes

y si no es autorizada, tiene consecuencias tales como; el acercamiento indebido al tren delantero; abordar los aparatos de vía en posición incorrecta, causando daños al Material Rodante y a las Instalaciones fijas (diagrama 8).

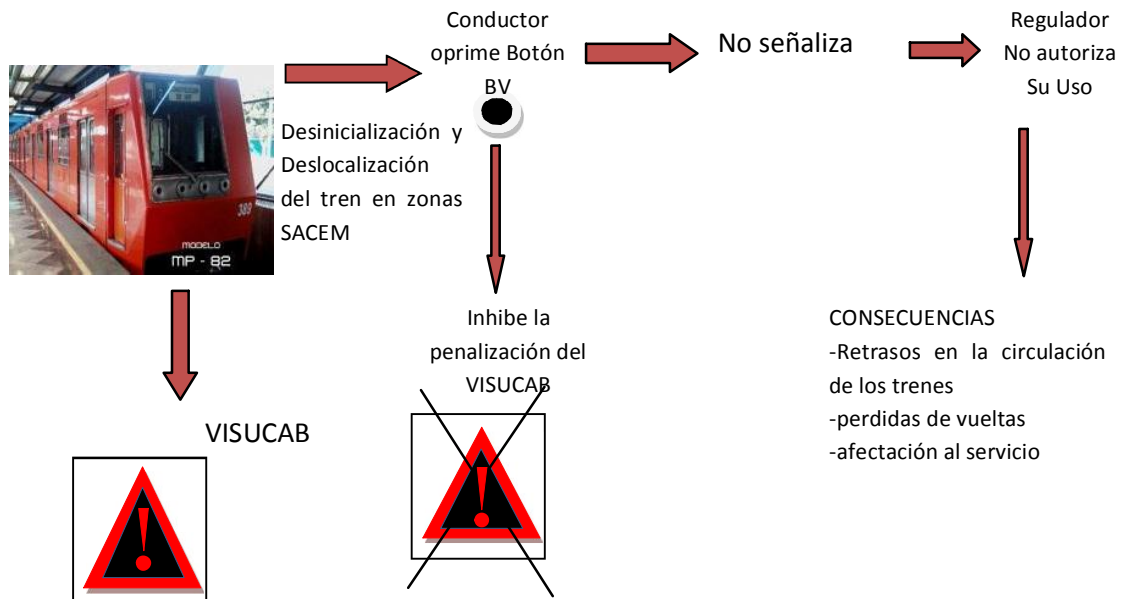
Diagrama 8 Uso del Botón BV ante una señal al alto (autoría propia)



7.1.1.2 Uso del Botón de Vigilancia por desinicialización o deslocalización

Las causas por las que el tren se desinicializa o se deslocaliza, son generadas por fallas en el equipo fijo o embarcado, manifestándose de la siguiente forma; bloqueo del tren a 4.5 bars; penalización con triangulo rojo en el VISUCAB; señalización visual indicando el origen de la falla. Para que el conductor pueda continuar la marcha del tren es necesario oprimir el botón de vigilancia, con lo cual se inhibe la penalización y el bloqueo del tren, mandando el modo de conducción MAV-15, esta acción no es observada por el Regulador del PCC y si ésta no es autorizada trae como consecuencias: retraso deliberado en la circulación de los trenes, acumulación de afluencia de usuarios en estaciones incrementando el tiempo para el descenso y ascenso, provocando daños en el sistema de puertas; mayor tiempo de espera; pérdida de vuelta por retraso acumulado afectando el servicio prestado (diagrama 9).

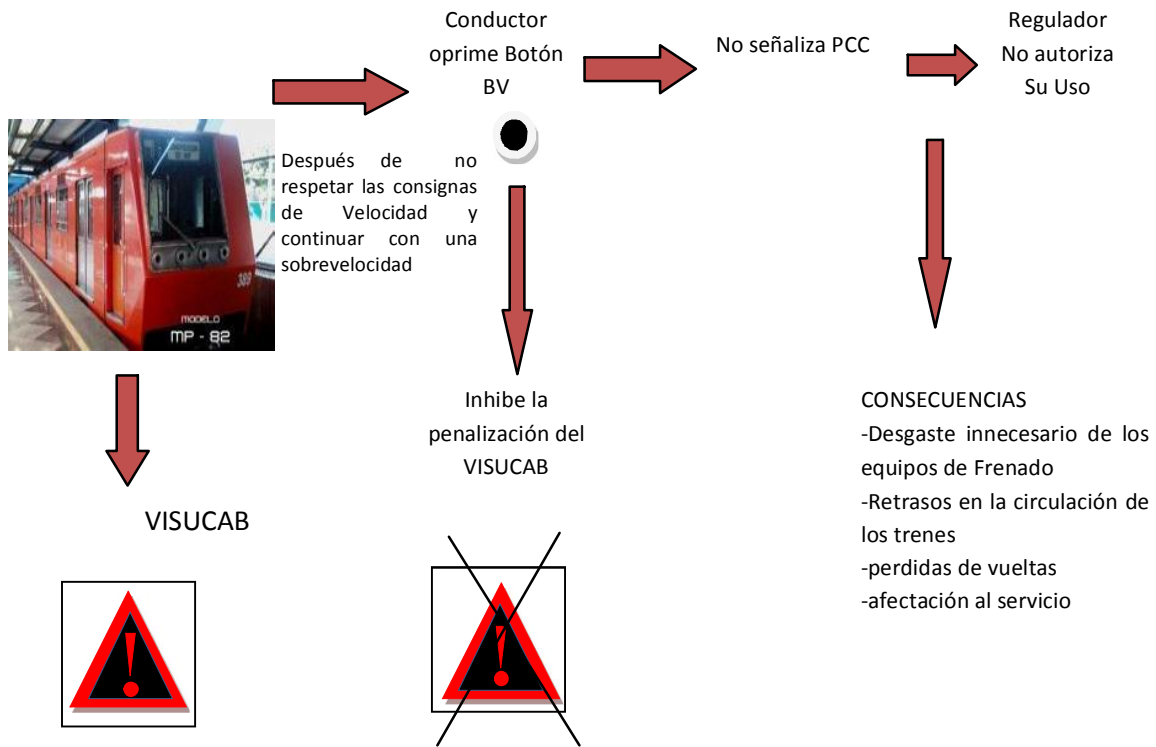
Diagrama 9 Uso del botón BV por desinicialización o deslocalización



7.1.1.3 Uso del Botón de Vigilancia por sobrevelocidad

En caso de que el tren sea conducido en modo manual y el conductor rebase los límites de velocidad establecidos, trae como consecuencia; una alarma óptica y acústica en el VISUCAB, indicándole al conductor que tiene cinco segundos para ajustar la velocidad y en caso contrario, el Sistema SACEM penaliza con un bloqueo a 4.5 bars y la señalización del triángulo rojo en el VISUCAB; para que el conductor continúe la marcha, será necesario oprimir el Botón de Vigilancia para inhibir la penalización y obtener el modo de conducción MAV-35, teniendo como consecuencia: el desgaste innecesario de los equipos de frenado, retrasos en la circulación de los trenes, pérdidas de vueltas y afectación al servicio de usuarios (diagrama 10).

Diagrama 10 Uso del Botón BV por sobrevelocidad



7.2 Análisis de Problema

En la Conducción de los trenes de línea 8 se observa la problemática del uso indiscriminado del Botón de Vigilancia (BV), el cual suprime los bloqueos de seguridad provocados por el SACEM, a partir de que se infringen ciertas medidas de seguridad, se tienen consecuencias en diferentes sentidos:

En la operación del servicio:

- Por el franqueamiento indebido de señales de alto
- Por el franqueamiento indebido de la señal de DBO
- Por la desinicialización del tren

Las consecuencias inmediatas son: daños a los aparatos de vía cuando son abordados en posición incorrecta; acercamientos indebidos al tren delantero; constantes bloqueos por exceso de velocidad dañando al material rodante.

Materializado esto en: retrasos en la circulación de los trenes; perdidas de vueltas y consigo una mala operación del servicio prestado; ya que el personal de la conducción puede hacer uso de dicho Botón, sin que se tenga registro alguno y sin que el Regulador del Puesto Central de Control (PCC) tenga conocimiento para autorizar el uso de éste.

Para el Material Rodante, entre las consecuencias ocasionadas por el mal empleo del BV se encuentran:

- Desgaste de los dispositivos de puertas por la saturación del vehículo, es decir, cuando existe saturación en la afluencia de usuarios, es necesario mandar el cierre de puertas en varias ocasiones para lograr el cierre total de las puertas, esto trae como consecuencia, el desgaste de las electroválvulas de cierre, el tornillo sin fin que opera la apertura y cierre de las puertas y la deformación de las hojas de las puertas por saturación de los carros.
- Averías de los trenes en los dispositivos de puertas, se presentan cuando éstas no abren o no cierran y es necesario retirar el tren de circulación para que sea atendido
- Mayor desgaste de Neumáticos por sobre-peso en los trenes por saturación, a mayor fricción por el sobre-peso, mayor desgaste en los neumáticos, así como por los constantes bloqueos innecesarios por sobrevelocidad, requiriendo un cambio de neumáticos en un tiempo menor al estimado
- Averías en los equipos de tracción por sobre carga, los motores de tracción presentan falla al ser sobre-utilizados, ya que éstos realizan un mayor esfuerzo tanto al arranque como al paro del tren.

Por otra parte, para el STC Metro visto como un sistema de servicio, entre las consecuencias inmediatas se encuentran:

- Imagen Negativa

Ante un mayor tiempo de espera y la saturación del andén, aunado a los incidentes que se pudieran presentar por las averías antes mencionadas, llegan a la coordinación de atención al usuario diversas quejas y severas críticas del servicio prestado en línea 8.

- Disminución en la captación de usuarios

El tiempo de espera por el intervalo prolongado genera disminución en la captación de usuarios, ya que éstos optan por el transporte concesionado que brinda servicio a la par del metro

- Menores ingresos

Como consecuencia del punto anterior, se dejan de percibir ingresos por usuarios no atendidos

Para el Usuario

- Mayores tiempo de espera, y por la saturación de los trenes no pueden abordar, el tiempo de espera aumenta, creando insatisfacción en el servicio recibido
- Perdidas de horas hombre por intervalos prolongados, como consecuencia de la saturación de los vehículos y que no pueden abordar de forma inmediata

En el Nivel de Servicio

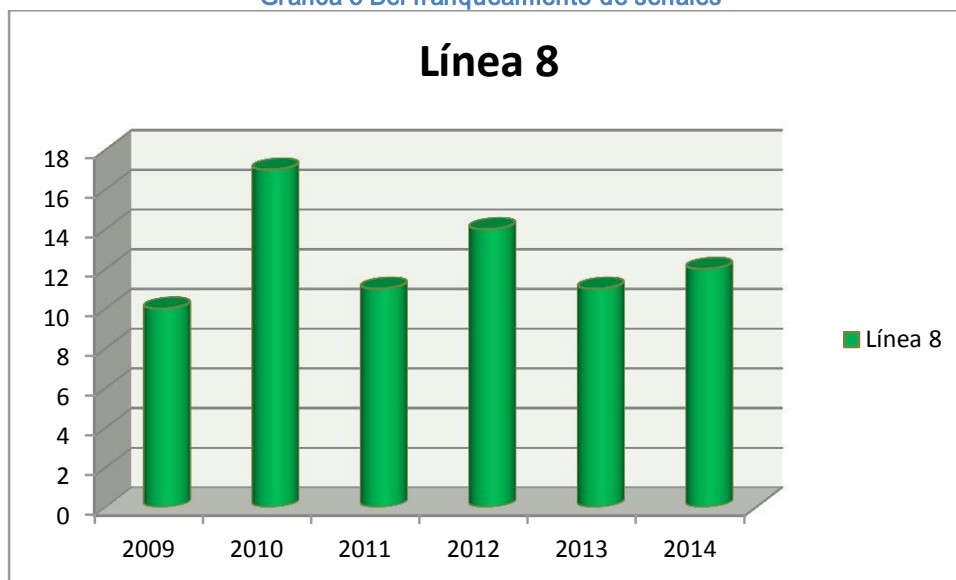
- Mayor tiempo de estacionamiento en estaciones, debido a la congestión de usuarios en el andén, motivando un mayor tiempo en el ascenso y descenso de usuarios.
- Demoras en el cierre de puertas por la congestión de usuarios, a mayor afluencia de usuarios, mayor es el tiempo requerido para el cierre de puertas.
- Menor confort, el confort se ve reflejado en la incomodidad del que experimentan los usuarios, en las Horas de Máxima de Demanda, por la saturación del vehículo.

Visualizándose estas afectaciones en la pestaña 17.

Tabla 17 Análisis Causas y Efectos del Problema Identificado (Autoría Propia)

Problema	Causas	Consecuencias
<p>Disminución de la seguridad en la conducción de los trenes que circulan línea 8 del Sistema de Transporte Colectivo Metro, afectando la operación del Servicio, al Material Rodante (Trenes) y a las instalaciones fijas, por el uso sin autorización del Botón de Vigilancia.</p>	<p>Opresión del Botón de Vigilancia sin Autorización del PCC</p>	<p>Operación:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Franqueamientos indebidos de las señales al alto <ul style="list-style-type: none"> ● Alcances de trenes ● Daños a las instalaciones fijas *Franqueamiento de DBO. *Demoras en circulación de los trenes por deslocalización y desinicialización *Perdidas de Vueltas
	<p>Incumplimiento de los Lineamientos técnicos establecidos para la Conducción por el Personal de la Conducción</p>	<p>Material Rodante:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Desgaste de los dispositivos de frenado neumático por sobrevelocidad *Averías y desgaste en los dispositivos de puertas por saturación del vehículo *Averías en los equipos de tracción por sobrecarga *Desgaste en los neumáticos
		<p>Para el STC Metro:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Imagen Negativa *Menor captación de usuarios *Menores ingresos
		<p>Para el Usuario:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Mayores tiempos de espera *Perdidas de horas hombre por intervalos prologados en la frecuencia de pasos de los trenes
		<p>Nivel de Servicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Mayor tiempo de estacionamiento en estaciones *Menor capacidad de transporte *Demoras en el cierre de puertas por saturación de usuarios *Menor confort

Gráfica 5 Del franqueamiento de señales



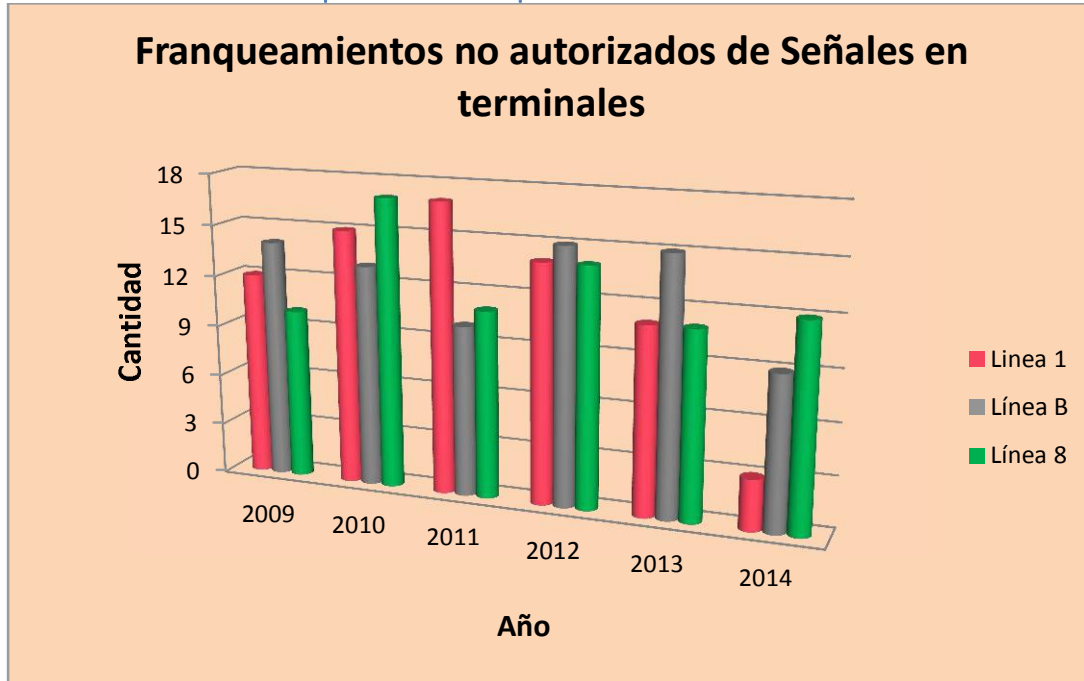
7.2.1.1 Comparativo con otras líneas

Se puede realizar un comparativo con dos líneas de mayor afluencia, el primero con la línea 1 y la segunda con la línea B, ambas con características similares. La línea B se toma como parámetro de comparación ya que tiene el mismo Sistema de protección automática de la conducción SACEM (ver tabla 19 y gráfica 6).

Tabla 19 Franqueamiento de señales comparado con otras Líneas

franqueamientos de señales			
Año	Línea 1	Línea B	Línea 8
2009	12	14	10
2010	15	13	17
2011	17	10	11
2012	14	15	14
2013	11	15	11
2014	3	9	12

Gráfica 6 Comparación de franqueamiento de señales con otras líneas



7.2.1.2 Alcances de trenes y daños a los aparatos de vía

Un alcance es el acercamiento indebido de un tren hacia otro, para que esta situación se presente, es necesario que el conductor franquee la sección tapón del tren delantero. Como se mencionó anteriormente, existen los franqueamientos de las señales y no se deberá de esperar un incidente de esta magnitud para poner atención en el riesgo que representa.

Otra consideración del franqueamiento indebido de señales al alto, se presenta cuando los aparatos de cambio de vía son abordados de forma indispuerta, por esta acción trae como consecuencia el daño físico a las instalaciones fijas, y al material rodante cuando es descarrilado el tren, afectando a los usuario si es que el tren se ven involucrado a bordo del tren, así como las consecuencias si parte de la línea deja de dar servicio, implicando altos costos para corregir.

7.2.2. Regulación (demoras)

En la operación del servicio se pueden presentar incidentes en la línea por el mal funcionamiento de la señalización, por fallas en las instalaciones fijas, o por la pasivación del equipo; es decir, la pérdida del programa inscrito en las vías por el

mal funcionamiento del Pilotaje Automático, trayendo como consecuencia retardos en la circulación de los trenes. Para franquear las señales, desbloquear el tren, o recuperar velocidad objetivo, por lo que los conductores deben informar al Regulador del PCC, antes de hacer uso del botón BV, para ser autorizados.

Este procedimiento trae como consecuencia que los trenes se demoren en la marcha normal, disminuyendo la velocidad al ser degradada la conducción, por la opresión de dicho botón, condenando la velocidad a un máximo de 35 km/h; por lo que el Regulador del PCC, tendrá que regular los intervalos evitando con esto, que los trenes traseros se acerquen y los delanteros se alejen demasiado.

El uso indebido de este dispositivo genera retardos mayores ya que el regulador no tiene conocimiento de las malas prácticas por el personal de la conducción, pudiéndose generar incidentes mayores en las instalaciones y en el Material Rodante, provocando deficiencia en servicio que se presta al público usuario.

7.2.2.1. Desinicialización y deslocalización del tren en zonas SACEM

La desinicialización y la deslocalización generan un retraso en la circulación de los trenes, debido a que el modo de conducción al que se tiene acceso es el CMC transitorio a 15 km/hr cuando es desinicializado y el CMC 35 km/hr cuando es deslocalizado el tren. Con lo que se genera retrasos, ya que el intervalo entre el tren delantero se ve afectado y al arribar a las estaciones la demanda de usuarios en el andén es mayor, disminuyendo la calidad en el servicio al modificar las frecuencias de paso ya establecidas.

Así mismo, cuando el retraso acumulado en línea es igual a la duración real de la vuelta, se considera entonces una pérdida de vuelta para los trenes que se encuentran circulando en ese momento.

7.2.3. Desgaste de los equipos de frenado neumático y puertas

El desgaste en los equipos de frenado debe al uso del frenado de urgencia, motivado por el deslizamiento del tren en las estaciones de superficie debido a la lluvia, por el exceso de carga (demasiada afluencia) en los trenes conducidos en P.A., conducción manual o que los trenes se encuentren bajos de frenado,

ocasionando que rebasen el punto normal de paro por el frenado defectuoso, y en ocasiones por el exceso de velocidad. En el SACEM actúa un frenado reversible ajustando la velocidad del tren a la permitida por las instalaciones, pero al continuar con la sobrevelocidad, el SACEM penaliza con un bloqueo del tren y triángulo rojo en VISUCAB, la degradación del modo de conducción será a MAV 35 km/hr, y nuevamente se repite el fenómeno del retraso deliberado en línea.

El mantenimiento, revisión y cambio de las zapatas en los trenes MP-82 y NM-79 y la reparación de las puertas, se realiza en las fosas de los Talleres de Constitución de 1917 (tabla 20). En la fosa de la terminal Garibaldi, solo se reparan averías pequeñas de zapatas y puertas.

Tabla 20 Tabla de revisión de zapatas y puertas

Equipo	Revisión	Mantenimiento	Avería	Reemplazo
Zapatas	- Cada 15 días - 6,000 km.	- Cada 28 días. - De 12,000 a 12,500 km. - Al desgaste de 1mm.	- Por quemadura. - Por mal funcionamiento.	- Al quedar 10 mm. de espesor. - cada 2 años
Puertas		- Cada 28 días.	- Tornillo helicoidal. - Corredera. - Tuercas a bola. - Horquilla de arrastre. - BKP. - Motor neumático.	- Al presentar daño ocasionado por el uso.

Las zapatas tienen 35 mm de espesor y se desgasta 1 mm en cada mantenimiento, se reemplazan cuando les quedan 10 mm de espesor y es aproximadamente cada 2 años. Para el caso de los trenes modelo NM-79 que también circulan en la línea 8, el mantenimiento es cada 10,000 kilómetros.

7.3 Punto de implementación del circuito de monitorización del BV

La implementación del circuito de monitorización del BV, se realiza a partir del desarrollo de un dispositivo electrónico que integra al sistema SACEM y a la Telefonía TETRA; con el fin de aumentar la seguridad en la conducción de los trenes a través de un enlace entre el tren y el tablero de control óptico (TCO) del

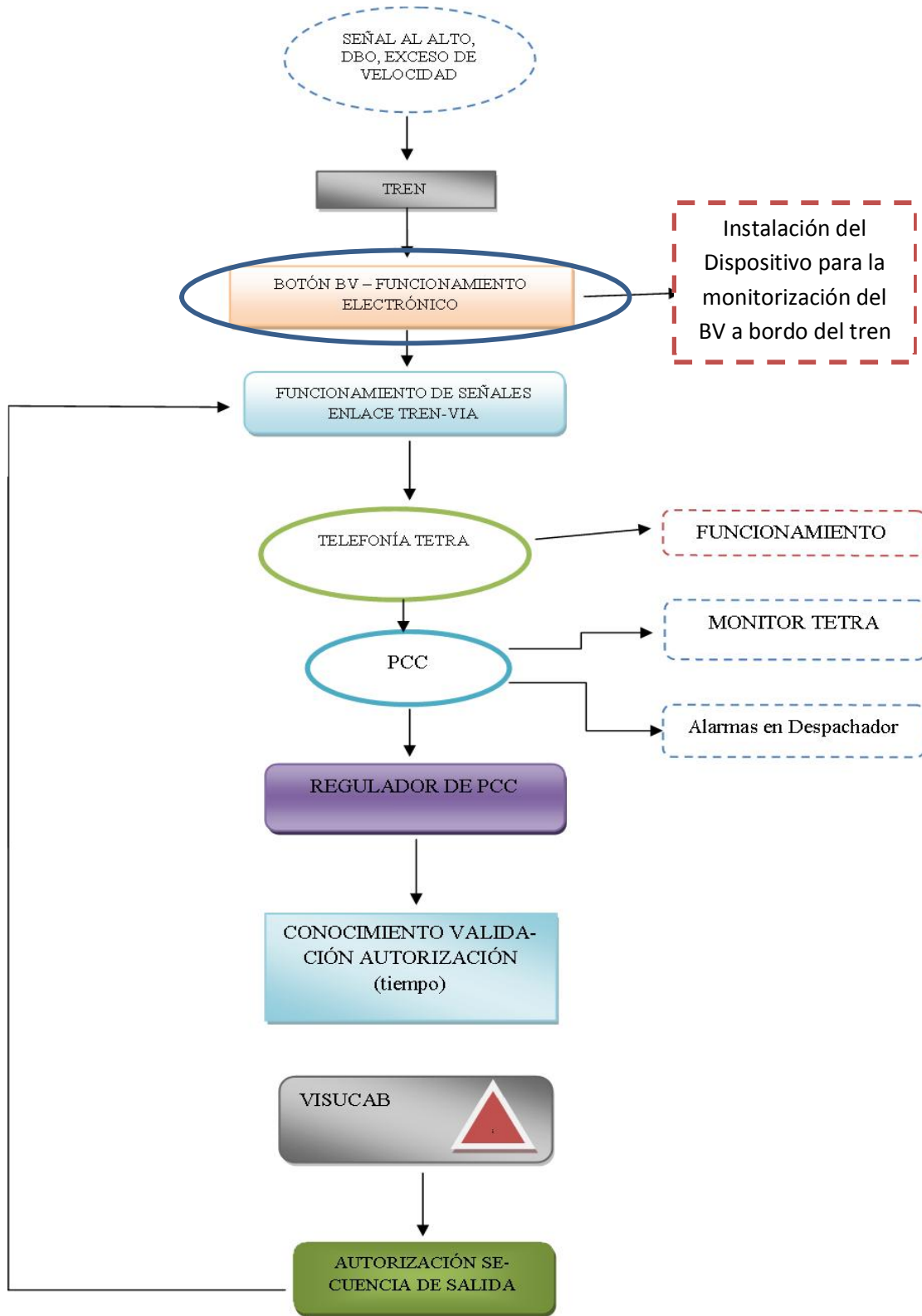
PCC, para monitorear el uso del botón BV como parte de los lineamientos establecidos para la conducción segura de los trenes.

En el diagrama 12, que se muestra a continuación se describe las acciones que repercuten en una penalización, ante una señal de alto, el encendido del DBO o un exceso de velocidad en el tren, presentándose en el Visucab el triángulo rojo, el cual para ser inhibido se requiere la opresión del botón BV instalado en la cabina de conducción.

Las instalaciones fijas mediante un enlace vía-tren proporcionan la información al equipo SACEM respecto al funcionamiento de las señales, el dispositivo electrónico es instalado a bordo del tren y su operación estará condicionada a la opresión del botón BV por parte del conductor y a través de la telefonía TETRA envía un mensaje referente a su uso y la información que el Regulador del PCC registra en el monitor, se presenta en forma de alarma óptica y acústica.

Suprimir el triángulo rojo, permite continuar la marcha del tren, si por algún motivo nuevamente se presenta la información de las instalaciones fijas requiriendo el uso del botón BV, se procederá nuevamente con la secuencia desde que se solicita la autorización al PCC, a partir del funcionamiento de señales con el enlace vía-tren, utilizando la telefonía TETRA.

Diagrama 12 Punto de Implementación del circuito de monitorización del BV ante señales al alto o encendido de DBO



CAPÍTULO VIII. DESARROLLO DE UN SIT PARA LA MONITORIZACIÓN DEL BOTÓN DE VIGILANCIA

El Sistema Inteligente de Transporte propuesto en este proyecto, se apoya en las tecnologías existentes en las instalaciones fijas y en el Material Rodante, así como en los dispositivos de control instalados en el Tablero de Control Óptico de la línea 8 del STC Metro.

A partir de la instalación del dispositivo electrónico a bordo del material rodante, se garantiza la interfaz tren-tierra-puesto de control, a través de señales analógicas-digitales, por lo que el uso del Botón de Vigilancia es monitoreado por el Puesto Central de Control; permitiendo ampliar los parámetros de seguridad en el SACEM en circulación de los trenes en línea 8.

La información recopilada y los permisos correspondientes para la realización de las pruebas, fueron solicitados a las instancias competentes bajo los oficios que se encuentran en el anexo 4.

8.1 Plan del Proyecto

El desarrollo del SIT se basó en un plan de proyecto el cual tuvo una duración de siete meses contados a partir del mes de enero del 2015 al mes de septiembre del mismo año, basándose principalmente en: la recopilación de la información de las áreas correspondientes; el desarrollo del dispositivo eléctrico; la integración del dispositivo a las tecnologías utilizadas por el SACEM y la telefonía TETRA; la fase de pruebas en tren, en la zona de talleres y en la línea 8 con trenes en circulación, con el SIT operando; análisis de resultados obtenidos; la entrega de resultados al área de Ingeniería y Desarrollo del STC Metro como parte de los entregables del premio de innovación tecnológica 2014 del STC Metro.

Se observa en la tabla 21 la estructura del plan de trabajo para el desarrollo del SIT.

Tabla 21 Actividades y tiempo estimado

Actividades	Tiempo estimado						
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7
Recopilación de información	■	■	■				
Desarrollo del Dispositivo electrónico				■	■		
fase de pruebas en trenes en zona de talleres					■		
fase de pruebas en trenes en circulación						■	
Análisis de resultados							■
Entrega de resultados							■

Se describe a continuación en la tabla 22, los recursos necesarios para el desarrollo de este proyecto.

Tabla 22 Recursos Necesarios

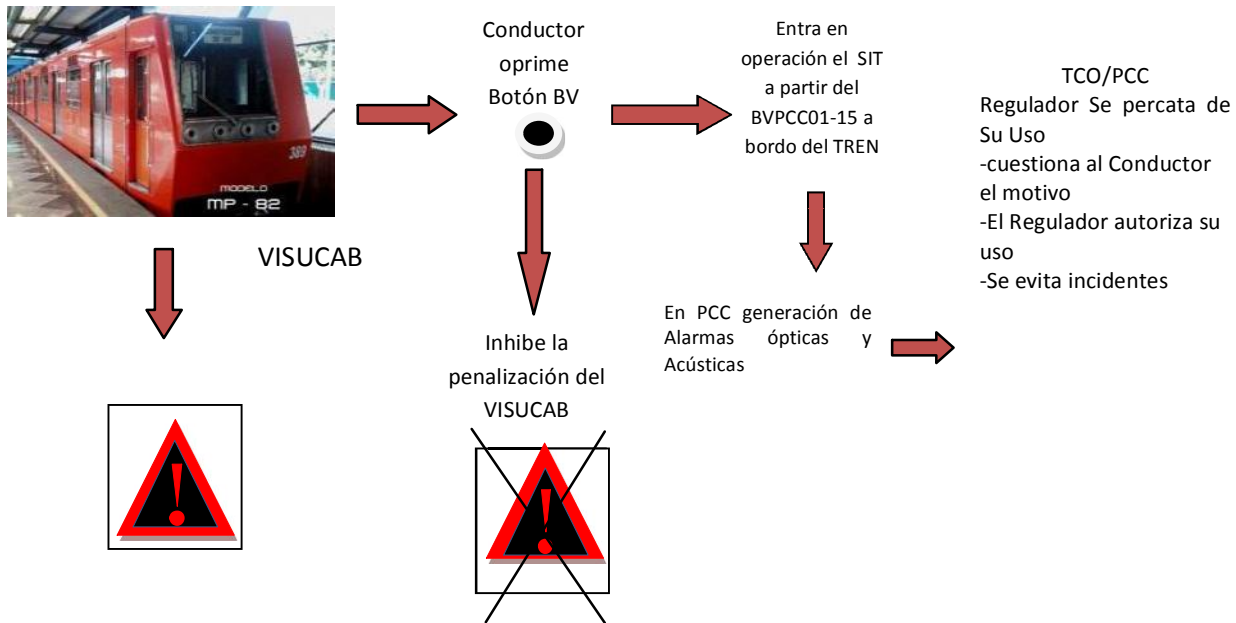
Recursos Necesarios	
Humanos	Personal Administrativo, Personal Operativo, Conductor, IJE, Regulador, Participantes de este Proyecto
Institucionales	Permisos e información de las áreas del STC como son: Material Rodante, Vías, Recursos humanos, Señalización, Operación, Transportación.
Económicos	Un aproximado de \$5000 pesos, entre los cuales destacan los utilizados para el material del dispositivo, impresiones, viáticos, etc.
Materiales	2 computadoras personales, cámara fotográfica, material para el desarrollo del circuito, trenes.

8.2 Monitorización del Botón de Vigilancia

La secuencia de la monitorización del Botón de vigilancia está determinada por la instalación del dispositivo electrónico a bordo el tren, que tiene como función emitir una señal de activación, la cual será visualizada en el PCC.

La monitorización del Botón BV está constituida básicamente a partir del Botón BV y el Sistema TETRA embarcado y fijo (diagrama 13).

Diagrama 13 Monitorización del Botón de Vigilancia



Para que se inicie la monitorización, el conductor debe de oprimir el botón BV, en ese momento se genera una alimentación hacia el circuito prototipo BVPCC01-15 que alimenta al hilo 126j que está conectado a la telefonía TETRA, y al ser emitida la información hacia el PCC es observado por el Regulador a través del monitor TETRA y una alarma acústica, el diagrama 14 muestra la arquitectura del sistema.

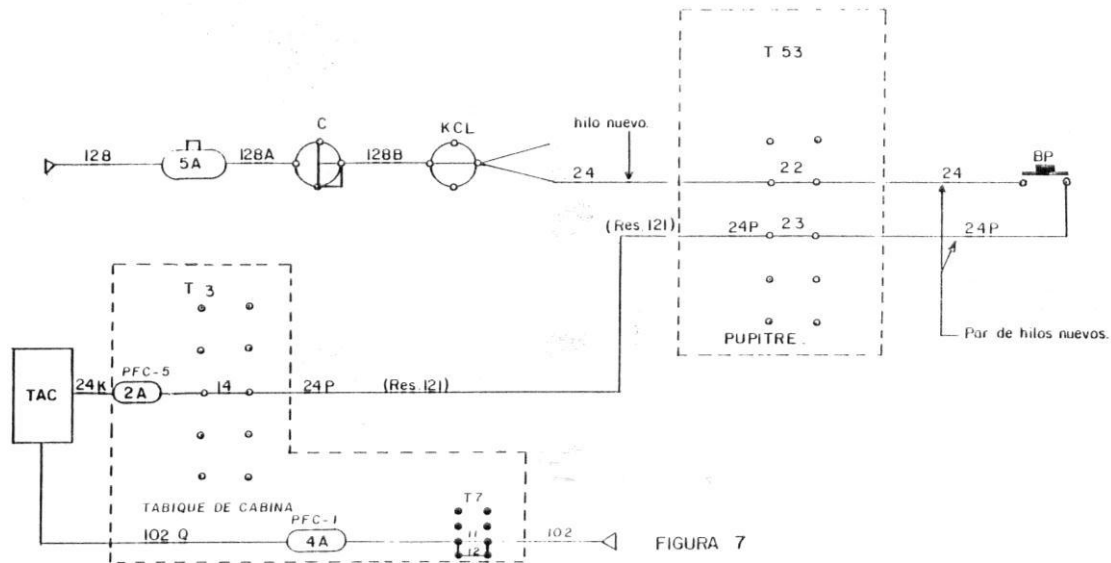
Diagrama 14 Arquitectura del enlace tren-PCC



El proceso electrónico de la monitorización del Botón de Vigilancia, inicia a partir de una corriente eléctrica que alimenta el hilo 128 que tiene como protección un fusible de 5 amperes, pasando por el conmutador “C” en cualquier posición de servicio y el KCL en fuera de servicio, alimenta al hilo 24 (hilo nuevo) y este a su vez llega a la distribución de una tablilla de bornes, ubicado en el pupitre de conducción; se continúa la alimentación hacia el hilo 24 a condición de ser

oprimido el botón BV, y alimentar al TAC ubicado bajo los asientos dobles de la motriz de conducción que es parte del equipo del sistema de pilotaje automático SACEM.

Diagrama 15 Alimentación del Botón BV



8.3 Dispositivo Electrónico BVPCC01-15

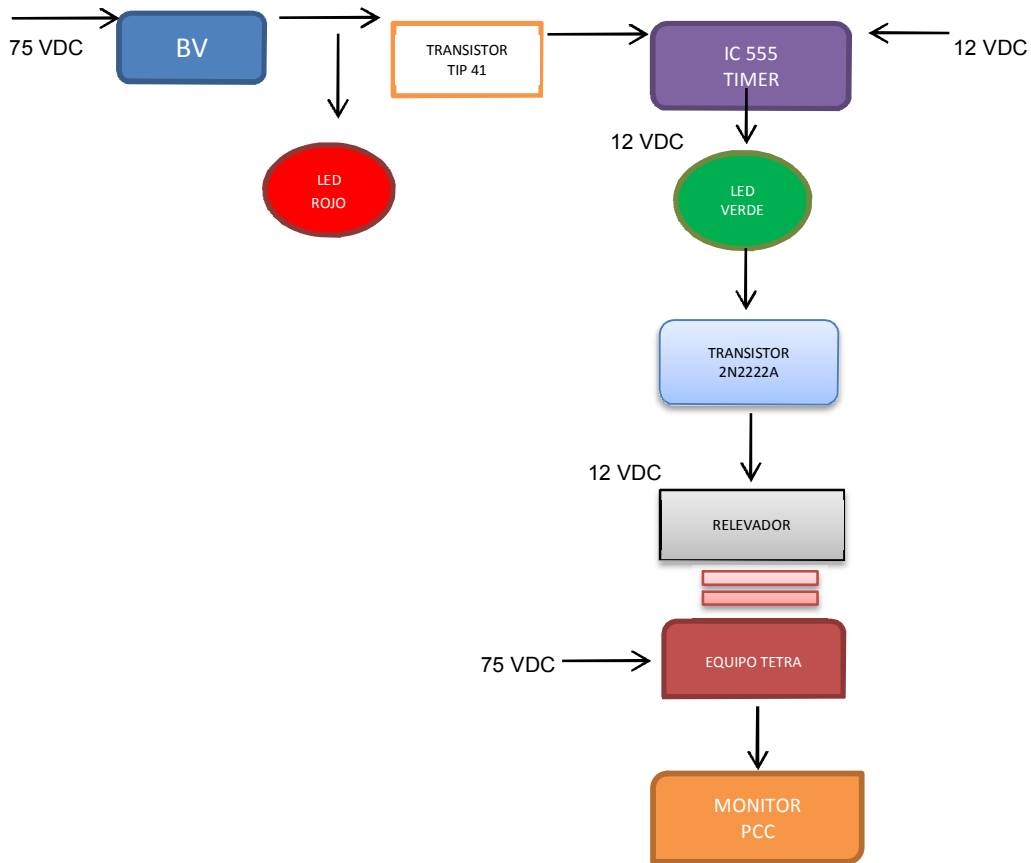
El nombre con el cual queda identificado el circuito prototipo es **BVPCC01-15**.

Este circuito monitorea el uso del botón BV con los elementos necesarios para poder interpretar la señal y ser emitida a PCC. A continuación se describe el funcionamiento del circuito:

Al ser oprimido el botón BV alimenta al transistor TIP 41 con 75 VDC, teniendo en paralelo una alimentación a un led testigo, otra alimentación hacia un circuito integrado 555 que funciona como temporizador (timer), a la salida del integrado, pasa por un led testigo de alimentación que se conecta a otro transistor 2N2222A y éste a su vez permita el paso de corriente hacia un relay también con 12 VDC, para que excite su bobina y permita la alimentación por medio del contacto que se encuentra normalmente abierto, dentro del mismo relay; permitiendo la conexión

proveniente de una alimentación permanente de 75 VDC. De esa manera se alimentan en paralelo los servidores del equipo de telefonía TETRA y se manda el mensaje a los monitores de PCC de la Línea 8 para que pueda ser interpretado por el Regulador; esta secuencia se puede observar en el diagrama de bloques (diagrama 16).

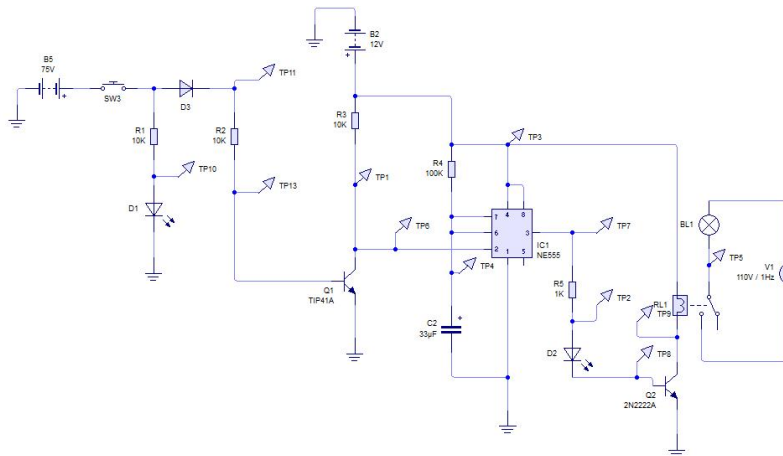
Diagrama 16 Diagrama de Bloques



8.3.1 Desarrollo del circuito

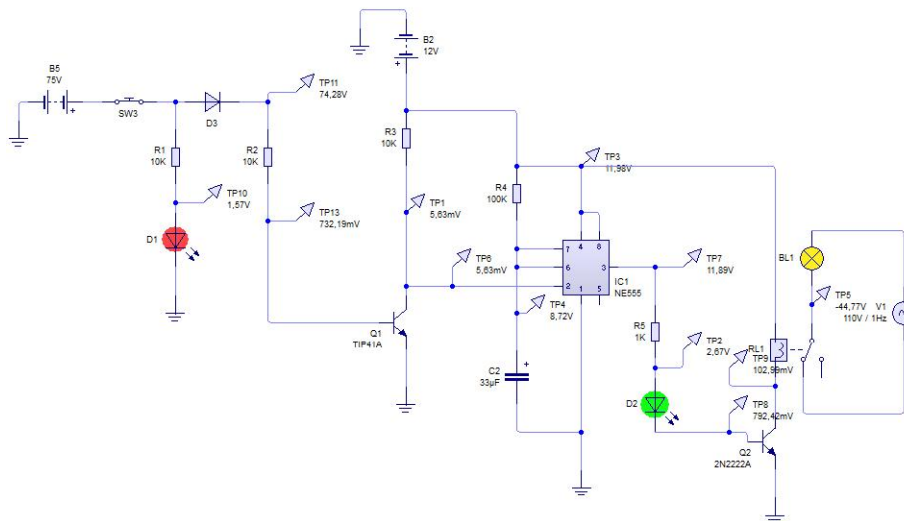
El diagrama de monitorización del botón BV se muestra en el diagrama 17, en este circuito se observan los elementos antes de ponerse en funcionamiento.

Diagrama 17 Diagrama de monitorización del Botón BV



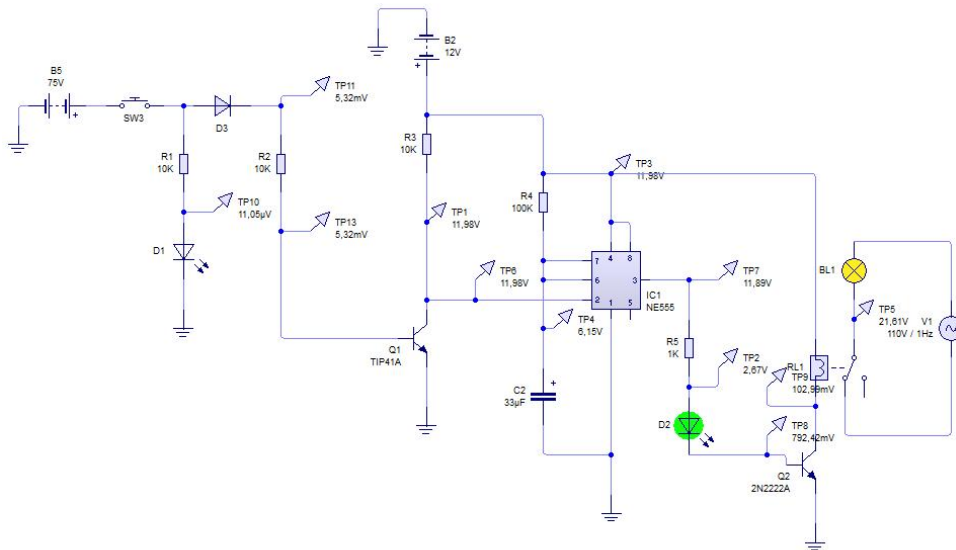
En el diagrama 18 el circuito se observa desde el momento en que se oprime el botón BV y para ser demostrado, se observa el encendido del led en color rojo como testigo de su funcionamiento y el led en color verde como testigo de la alimentación a la salida del integrado 555 en el pin 3, la lámpara en color amarillo demuestra la continuidad que existe cuando se pone en funcionamiento el relay.

Diagrama 18 Diagrama de funcionamiento del RELAY



En diagrama 19 se muestra el led testigo en color verde y la lámpara amarilla, representando la temporización del circuito que esta dado en 5 seg., aproximadamente es el tiempo de alimentación que se utilizará para ser enviado al equipo TETRA y posteriormente se emite la señal al PCC.

Diagrama 19 Diagrama de alimentación al Equipo TETRA



En la tabla 22 se visualiza el costo, la frecuencia y tiempo de vida estimado para el dispositivo electrónico BVPCC01-15. El desglose de los costos de cada uno de los dispositivos, así como la mano de obra, se muestra en el anexo 7 la tabla de costos para el BVPCC01-15.

Tabla 22 Costos y tiempo de vida

COSTOS Y TIEMPO DE VIDA			
Dispositivo electrónico	Costo en pesos	Frecuencia de uso	Tiempo de vida
BVPCC01-15	\$ 1,000.00	20 veces por día	10 años

8.4 Pruebas del Dispositivo Electrónico a bordo del tren y en el PCC

Una vez concluido el circuito BVPCC01-15, y para lograr su funcionamiento se procedió a realizar las pruebas a bordo del Tren y a su vez observar su ejecución en el TCO de Línea 8.

Los tipos de pruebas que se realizaron son las siguientes:

Franqueamiento señal de maniobra al alto total (Zona SILEC)
Franqueamiento señal de maniobra al alto espaciamiento (Zona SILEC)
Franqueamiento señal de Espaciamiento al alto (Zona SACEM)
Franqueamiento de DBO establecido
Prueba conducción PA y opresión BV
Prueba conducción PA y opresión BV
Tren desinicializado
Tren deslocalizado
Penalización Triángulo rojo por sobre-velocidad
Penalización Triángulo rojo por sobre-velocidad





A continuación se presentan los formatos con la información que arrojaron las pruebas correspondientes al día 3 de septiembre de 2015, cabe hacer mención que las pruebas anteriores se encuentran en los anexos 1 y 2.



Reporte de Pruebas sobre el Material Rodante	
Lugar: Terminal Constitución	Fecha: 03-09-2015
Posición de estacionamiento: Fosa C	Motrices: 0396/0397
Personal que intervino:	Conductor: González López Santos Conductora: Audrey Pérez Aguilar MR: Omar Reyes
Participantes:	Rodríguez Villegas Arturo (En línea) López Vázquez Christian Alexander (En PCC II)
Objetivo:	Poner en circulación un tren de prueba, donde se instaló el dispositivo de monitorización del Botón de Vigilancia, para realizar diversas pruebas en línea 8, las cuales serán observadas en el monitor de la telefonía Tetra ubicado en el Puesto Central de Control de línea 8.
Informe:	Siendo aproximadamente las 12:00 hrs nos presentamos en el Taller de Constitución con el Ingeniero Alfonso Tavira quien en coordinación del personal de Material Rodante se nos asigna el tren con motrices 0396 – 0397 que se ubica en la fosa C del Taller. (Foto 1) 12:50 hrs Se procede a mover el tren para ser depositado en la vía G2C, donde se va a instalar el dispositivo electrónico en el panel delantero izquierdo de la M 0396 para la monitorización del botón BV. (Foto 2) 13:10 hrs me comunico a PCC para dar inicio al montaje del dispositivo electrónico del tren de pruebas. (Foto 3) 13:30 hrs se termina de montar el dispositivo.

	<p>13:30 hrs se procede al franqueamiento de la señal de maniobra G1C al alto espaciamento oprimiendo el botón BV y avanzando en MAV 15.</p> <p>13:35 hrs se procede al franqueamiento de la señal de maniobra G1C al alto total oprimiendo el botón BV y avanzando en MAV 15 (Foto 4)</p> <p>13:59 hrs inician las pruebas en modo de conducción CMC, circulando el tren sin usuarios como numero 71 saliendo del cdv 42 de la terminal Constitución.</p> <p>14:01 hrs se procede al franqueamiento de la señal I al alto espaciamento con autorización del PCC y que sirve de sección tapón del tren 01 en la interestación UAM I – Cerro de la Estrella Vía 2 oprimiendo el botón BV y avanzando en MAV 35. (Foto 5)</p> <p>14:05 hrs se procede al franqueamiento del DBO de la estación Cerro de la Estrella por la vía 2, oprimiendo el botón BV y avanzando en MAV 35.</p> <p>14:10 hrs se aplica el FUR por sobrevelocidad a los 70 KPH, apareciendo momentáneamente el triángulo rojo en el VISUCAB ajustando la velocidad objetivo, interestación Atlalilco – Escuadrón 201 vía 2.(Foto 6)</p> <p>14:12 hrs Llevando el modo de conducción PA se procede a oprimir el botón BV, no sufriendo bloqueo del tren. (Foto 7)</p> <p>14:15 hrs se deslocaliza el tren en la interestación Coyuya – Santa Anita vía 2 y se oprime el botón BV para avanzar el tren en MAV 15, localizándose a velocidad objetivo hasta la I2 en interestación Santa Anita – La viga vía 2. (Foto 8)</p> <p>14:30 hrs arribo a la terminal Garibaldi cdv 12, posteriormente es depositado el tren en el cdv 16 para proceder al retiro del dispositivo.</p> <p>14:42 hrs se procede a la colocación del dispositivo por la M 0397.</p> <p>14:50 hrs entra a circular a la línea de la terminal Garibaldi.</p> <p>14:54 hrs con autorización del DBO, se procede al franqueamiento de la señal I al alto espaciamento en la interestación Doctores – Obrera vía 1 que sirve de protección al tren delantero, procediendo a la opresión del botón BV y avanzando en MAV 35.</p> <p>15:58 hrs Se procede al franqueamiento del DBO de la estación Obrera vía 1 oprimiendo el botón BV y avanzando en MAV 35.</p> <p>15:03 hrs Se aplica el FUR por sobrevelocidad en interestación Santa Anita – Coyuya vía 1.</p> <p>15:06 hrs se deslocaliza el tren en interestación Coyuya – Iztacalco vía 1, procediendo a oprimir el botón BV para avanzar en MAV 35.</p> <p>15:13 hrs se procede a oprimir el botón BV en el modo de conducción PA, no causando bloqueo en el tren.</p> <p>15:15 hrs se aplica una sobrevelocidad en el tren en interestación Iztapalapa – Cerro de la Estrella vía 1, señalizando momentáneamente en el VISUCAB el triángulo rojo, no habiendo bloqueo del tren.</p> <p>15:18 hrs Tren desinicializado en interestación UAM I – Constitución vía 1, procediendo a oprimir el botón BV para avanzar en MAV 15.</p> <p>15:22 hrs Llegada del tren de pruebas al cdv 12 de la terminal Constitución.</p> <p>15:30 se deposita el tren de pruebas en la vía G1A, para proceder al retiro y desconexión del dispositivo de prueba y dar por terminada las pruebas en línea.</p>
--	---

Resultados:	<p>Las pruebas realizadas a bordo del tren fueron satisfactorias, en general a la opresión del botón BV si se envía la señal tanto óptica como acústica al PCC</p> <p>Se hace mención que al oprimir el botón BV llevando el modo de conducción PA, si se registra en PCC dicha información, pero el tren no se deslocalización.</p> <p>Al realizar una sobrevelocidad es sistema SACEM manda una penalización del triángulo rojo en VISUCAB, acompañada de un frenado de urgencia reversible, reanudando la marcha al ajustarse la velocidad.</p>

Fotos Pruebas Botón de Vigilancia a bordo del Tren	
Tren M 0396/0397	Foto 1 
Colocación del dispositivo en el panel delantero izquierdo de la Motriz	Foto 2 
Radiotelefonía para la comunicación hacia el PCC	Foto 3 



	
<p>VISUCAB con la señalización de penalización</p>	<p>Foto 4</p> 
<p>Señal de Maniobra en zona de Garage de Constitución</p>	<p>Foto 5</p> 
<p>Señalización de penalización por un exceso de velocidad</p>	<p>Foto 6</p> 

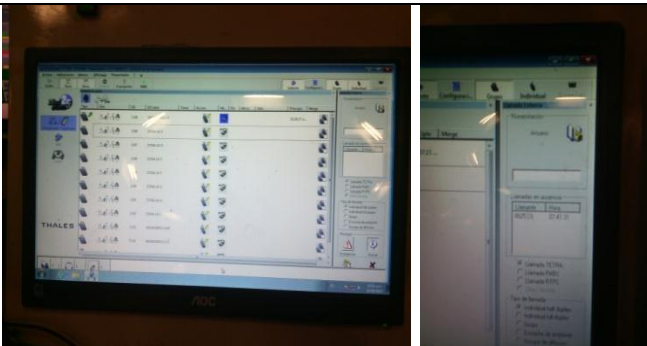
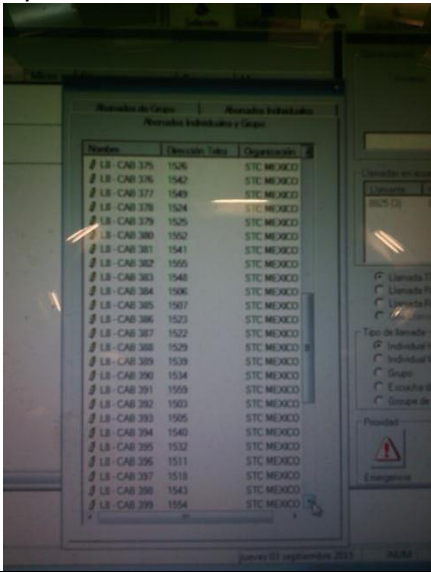

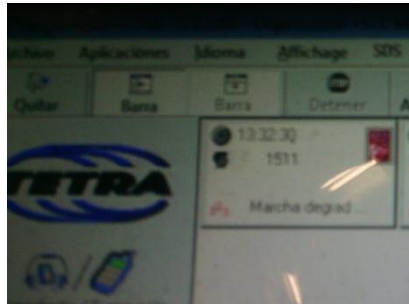

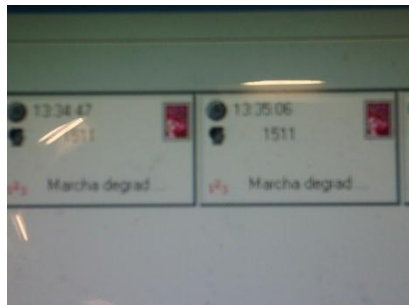
Señalización de modo de conducción en PA	<p>Foto 7</p> 
Señalización de velocidad objetivo en el VISUCAB	<p>Foto 8</p> 

Reporte de Pruebas sobre el Material Rodante		
Lugar: Puesto Central de Control II Tablero de Control Óptico Línea 8	Fecha: 03-09-2015	Hora: 13:00 hrs
Personal que intervino:	Jefe de Reguladores: Fernando Cruz Regulador 2do turno: Tapia Gómez Ricardo Regulador 2do turno: Escalona Reyes Israel	
Participantes:	Rodríguez Villegas Arturo (En línea) López Vázquez Christian Alexander (En PCC II)	
Objetivo:	Poner en circulación un tren de prueba, donde se instaló el dispositivo de monitorización del Botón de Vigilancia, para realizar diversas pruebas en línea 8, las cuales serán observadas en el monitor de la telefonía Tetra ubicado en el Puesto Central de Control de línea 8.	
Informe:	Aproximadamente las 13:00 hrs, en el PCC II se solicita al Jefe de Reguladores, autorización para el inicio de las pruebas en línea 8, con el oficio 61100/GL134y12/1385/2015, así mismo se solicita un tren para ingresarlo a una posición de garaje en la terminal Constitución de 1917 donde se montará el dispositivo que realizará las pruebas sobre el Botón de Vigilancia, a su vez se solicita se asigne un conductor para que ponga en circulación el tren de prueba. (FOTO 1) Aproximadamente a las 13:10 hrs, se asigna el tren para las pruebas con	



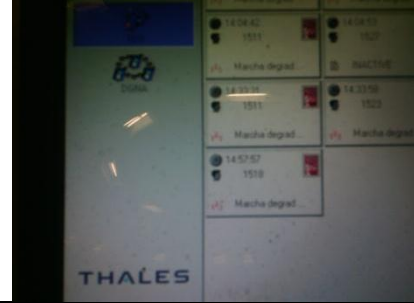



	<p>motrices 396-397, el cual es depositado en la posición G2C de la terminal Constitución de 1917, donde se instala el dispositivo electrónico para la monitorización del Botón de Vigilancia.</p> <p>13:15 hrs En el Sistema TETRA (FOTO 2), se realiza la búsqueda de los radios de telefonía asignados a las Motrices 396-397 (FOTO 3 y 4), los cuales son identificados como M 396 Radio 1511 y M 397 Radio 1518 (FOTO 5)</p> <p>13:30 hrs finaliza el montaje del dispositivo en la Motriz de Conducción M0396, la cual circulará por la vía 2, dirección Garibaldi, con lo que se inician las pruebas.</p> <p>13:32 Franqueamiento señal de maniobra al alto Espaciamiento Zona SILEC, registro en PCC acústico y óptico en bandeja de entrada sistema TETRA 1 (FOTO 6 y 7)</p> <p>13:35 Franqueamiento señal de maniobra al alto Total Zona SILEC, registro en PCC acústico y óptico en bandeja de entrada sistema TETRA 6 (FOTO 8 y 9)</p> <p>13:52 Prueba Tren Desinicializado en línea registro en PCC acústico y óptico en bandeja de entrada sistema TETRA 11 (FOTO 10 y 11)</p> <p>A las 13:55 hrs se asigna número económico 71 al tren de pruebas sin usuarios, para salir a circular en línea 8, entra a circular tren en terminal Constitución de 1917, por el CDV de Salida número 42.</p> <p>14:02 Franqueamiento señal de espaciamiento al alto Zona SACEM, registro en PCC acústico y óptico en bandeja de entrada sistema TETRA 15 (FOTO 12 y 13)</p> <p>14:04 Franqueamiento de DBO establecido registro en PCC acústico y óptico en bandeja de entrada sistema TETRA 17 (FOTO 14 y 15)</p> <p>14:09 Prueba de sobre velocidad para lograr la penalización de triángulo rojo y quitar el bloqueo mediante botón de Vigilancia.</p> <p>14:13 Prueba Conducción en Pilotaje Automático y Opresión de Botón de Vigilancia, registro en PCC acústico y óptico en bandeja de entrada sistema TETRA 21 (FOTO 16 y 17)</p> <p>14:18 Tren Deslocalizado en línea registro en PCC acústico y óptico en bandeja de entrada sistema TETRA 23 (FOTO 18 y 19)</p> <p>14:33 se estaciona en CDV 16 de la terminal Garibaldi para realizar el cambio del equipo a la motriz 397 que circulará por la vía 1, dirección Constitución de 1917</p> <p>14:49 Entra a circular tren 71 por la vía 1, saliendo por el CDV 22 de la terminal Garibaldi</p> <p>14:55 Franqueamiento señal de espaciamiento al alto Zona SACEM, registro en PCC acústico y óptico en bandeja de entrada sistema TETRA 31 (FOTO 20 y 21)</p> <p>14:57 Franqueamiento de DBO establecido registro en PCC acústico y óptico en bandeja de entrada sistema TETRA 33 (FOTO 22 y 23)</p> <p>15:06 Tren Deslocalizado en línea registro en PCC acústico y óptico en bandeja de entrada sistema TETRA 6 (FOTO 24 y 25)</p> <p>15:13 Prueba Conducción en Pilotaje Automático y Opresión de Botón de Vigilancia, registro en PCC acústico y óptico en bandeja de entrada sistema TETRA 48 (FOTO 26 y 27)</p>
--	---

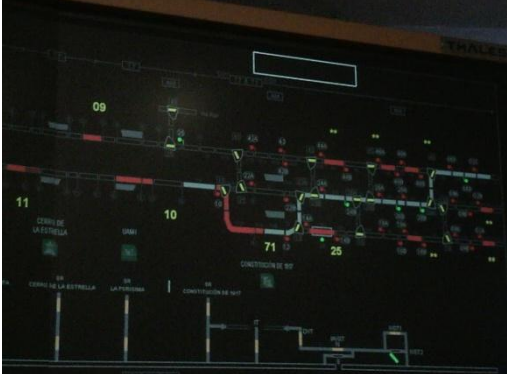
	<p>15:15 Prueba de sobre velocidad para lograr la penalización de triángulo rojo y quitar el bloqueo mediante botón de Vigilancia.</p> <p>15:18 prueba Tren Desinicializado en línea registro en PCC acústico y óptico en bandeja de entrada sistema TETRA 2 (FOTO 28 y 29)</p> <p>15:20 se estaciona material Rodante en Garaje de Constitución de 1917 (FOTO 30)</p> <p>15:27 concluyen las pruebas de monitorización del botón de Vigilancia.</p>
Resultados:	<p>El dispositivo cumple de forma satisfactoria con la función de enviar la señal hacia el equipo TETRA en PCC de forma acústica y óptica a la opresión de botón de vigilancia en cualquier parte de la línea.</p> <p>En las pruebas de conducción en Pilotaje Automático se registra la opresión de Botón de Vigilancia pero no tiene un efecto relevante en la conducción, es decir no se Deslocaliza el tren, pero si hay señalización óptica y acústica en el PCC.</p> <p>En las pruebas de la penalización por sobre velocidad el SACEM si manda un bloqueo de urgencia al tren llevando éste a una velocidad cero con indicación de triángulo rojo en VISUCAB, pero al momento que es detenido el tren ésta señalización se apaga, por lo que no es necesaria la opresión del Botón de Vigilancia para reanudar la marcha del tren, ya que una vez apagada la señalización de penalización, aparece velocidad objetivo.</p>

Fotos Pruebas Botón de Vigilancia en el PCC	
PCC II Tablero de control Optico línea 8	<p>Foto 1</p> 
Sistema TRETRA, monitores de telefonía	<p>Foto 2</p> 
Ventana de TETRA para búsqueda y comandos	<p>Foto 3 y 4</p>

																																																																																																										
<p>Localización de números de radio por motriz en sistema TETRA</p>	<p>Foto 5 M396 y M397</p>  <table border="1" data-bbox="841 709 1117 1087"> <thead> <tr> <th>Número</th> <th>Dispositivo</th> <th>Unidad</th> <th>Organización</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1.8 - CAB 375</td><td>1526</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 376</td><td>1542</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 377</td><td>1549</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 378</td><td>1524</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 379</td><td>1525</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 380</td><td>1522</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 381</td><td>1541</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 382</td><td>1556</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 383</td><td>1548</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 384</td><td>1506</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 385</td><td>1507</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 386</td><td>1523</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 387</td><td>1522</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 388</td><td>1529</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 389</td><td>1539</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 390</td><td>1534</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 391</td><td>1558</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 392</td><td>1503</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 393</td><td>1505</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 394</td><td>1540</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 395</td><td>1532</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 396</td><td>1511</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 397</td><td>1518</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 398</td><td>1543</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> <tr><td>1.8 - CAB 399</td><td>1554</td><td></td><td>STC MEXICO</td></tr> </tbody> </table>		Número	Dispositivo	Unidad	Organización	1.8 - CAB 375	1526		STC MEXICO	1.8 - CAB 376	1542		STC MEXICO	1.8 - CAB 377	1549		STC MEXICO	1.8 - CAB 378	1524		STC MEXICO	1.8 - CAB 379	1525		STC MEXICO	1.8 - CAB 380	1522		STC MEXICO	1.8 - CAB 381	1541		STC MEXICO	1.8 - CAB 382	1556		STC MEXICO	1.8 - CAB 383	1548		STC MEXICO	1.8 - CAB 384	1506		STC MEXICO	1.8 - CAB 385	1507		STC MEXICO	1.8 - CAB 386	1523		STC MEXICO	1.8 - CAB 387	1522		STC MEXICO	1.8 - CAB 388	1529		STC MEXICO	1.8 - CAB 389	1539		STC MEXICO	1.8 - CAB 390	1534		STC MEXICO	1.8 - CAB 391	1558		STC MEXICO	1.8 - CAB 392	1503		STC MEXICO	1.8 - CAB 393	1505		STC MEXICO	1.8 - CAB 394	1540		STC MEXICO	1.8 - CAB 395	1532		STC MEXICO	1.8 - CAB 396	1511		STC MEXICO	1.8 - CAB 397	1518		STC MEXICO	1.8 - CAB 398	1543		STC MEXICO	1.8 - CAB 399	1554		STC MEXICO
Número	Dispositivo	Unidad	Organización																																																																																																							
1.8 - CAB 375	1526		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 376	1542		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 377	1549		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 378	1524		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 379	1525		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 380	1522		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 381	1541		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 382	1556		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 383	1548		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 384	1506		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 385	1507		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 386	1523		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 387	1522		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 388	1529		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 389	1539		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 390	1534		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 391	1558		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 392	1503		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 393	1505		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 394	1540		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 395	1532		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 396	1511		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 397	1518		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 398	1543		STC MEXICO																																																																																																							
1.8 - CAB 399	1554		STC MEXICO																																																																																																							
<p>Prueba Franqueamiento señal de maniobra al alto espaciamiento</p>	<p>Foto 6</p> 	<p>Foto 7</p> 																																																																																																								
<p>Prueba Franqueamiento señal de maniobra al alto total</p>	<p>Foto 8</p> 	<p>Foto 9</p> 																																																																																																								
<p>Prueba Tren Desinicializado</p>	<p>Foto 10</p>	<p>Foto 11</p>																																																																																																								

		
<p>Prueba Franqueamiento señal de espaciamiento al alto</p>	<p>Foto 12</p> 	<p>Foto 13</p> 
<p>Prueba Franqueamiento de DBO establecido</p>	<p>Foto 14</p> 	<p>Foto 15</p> 
<p>Prueba 1 Conducción PA y opresión Botón de Vigilancia</p>	<p>Foto 16</p> 	<p>Foto 17</p> 
<p>Prueba Tren deslocalizado</p>	<p>Foto 18</p> 	<p>Foto 19</p> 
<p>Prueba</p>	<p>Foto 20</p>	<p>Foto 21</p>

<p>Franqueamiento señal de espaciamiento al alto</p>		
<p>Prueba Franqueamiento de DBO establecido</p>	<p>Foto 22</p> 	<p>Foto 23</p> 
<p>Prueba Tren Deslocalizado</p>	<p>Foto 24</p> 	<p>Foto 25</p> 
<p>Prueba 2 Conducción PA y opresión Botón de Vigilancia</p>	<p>Foto 26</p> 	<p>Foto 27</p> 
<p>Prueba Tren Desinicializado</p>	<p>Foto 28</p> 	<p>Foto 29</p> 

<p>Tren de Pruebas número 71 llegando a Terminal Constitución de 1917</p>	<p>Foto 30</p> 
---	---

8.5 Resultados

Los resultados a las pruebas efectuadas son los siguientes:

Franqueamiento de señal de maniobra de Alto Espaciamiento

La ubicación del tren en las pruebas realizadas fue en zona SILEC, el modo de conducción adoptado fue CMC en estado transitorio MAV15, después de obtener la penalización del SACEM con triángulo rojo y bloqueo del tren a 4.5 bars (frenado de urgencia) antes del franqueamiento, se efectúa la opresión del Botón de Vigilancia para inhibir dicha penalización y se procedió a realizar el franqueamiento. Esta acción se observó en el Puesto Central de Control a través de una alarma óptica y acústica en el Sistema TETRA, en la bandeja de entrada de mensajes, quedando registrado la hora y el número de radio instalado en la motriz correspondiente con el mensaje: MARCHA DEGRADADA.

Franqueamiento de señal de maniobra en Alto Total

La ubicación del tren en las pruebas realizadas fue en zona SILEC, el modo de conducción adoptado fue CMC en estado transitorio MAV15, después de obtener la penalización del SACEM con triángulo rojo y bloqueo del tren a 4.5 bars (frenado de urgencia) antes del franqueamiento, se efectuó la opresión del Botón de Vigilancia para inhibir dicha penalización y se procedió a realizar el franqueamiento. Esta acción se observó en el Puesto Central de Control a través de una alarma óptica y acústica en el Sistema TETRA en la bandeja de entrada de

mensajes, quedando registrado la hora y el número de radio instalado en la motriz correspondiente y el mensaje: MARCHA DEGRADADA.

Franqueamiento de señal de Espaciamiento

La ubicación del tren en las pruebas realizadas fue en zona SACEM, el modo de conducción adoptado fue CMC, después de obtener la penalización del SACEM con triángulo rojo y bloqueo del tren a 4.5 bars (frenado de urgencia) antes del franqueamiento, se pasó al estado transitorio MAV 35 y se efectuó la opresión del Botón de Vigilancia para inhibir dicha penalización y se procedió a realizar el franqueamiento. Esta acción se observó en el Puesto Central de Control a través de una alarma óptica y acústica en el Sistema TETRA en la bandeja de entrada de mensajes, quedando registrado la hora y el número de radio instalado en la motriz correspondiente y el mensaje: MARCHA DEGRADADA.

Franqueamiento del DBO establecido

La ubicación del tren en las pruebas realizadas fue en zona SACEM, el modo de conducción adoptado fue CMC, después de obtener la penalización del SACEM con triángulo rojo y bloqueo del tren a 4.5 bars (frenado de urgencia) antes del franqueamiento, se pasó al estado transitorio MAV 35 y se efectuó la opresión del Botón de Vigilancia para inhibir dicha penalización y se procedió a realizar el franqueamiento. Esta acción se observó en el Puesto Central de Control a través de una alarma óptica y acústica en el Sistema TETRA, en la bandeja de entrada de mensajes, quedando registrado la hora y el número de radio instalado en la motriz correspondiente y el mensaje: MARCHA DEGRADADA.

Desinicialización del tren en zona SACEM

La ubicación del tren en las pruebas realizadas fue en zona SACEM, el modo de conducción adoptado fue CMC estado transitorio MAV15, después de obtener la penalización del SACEM con triángulo rojo y bloqueo del tren a 4.5 bars (frenado de urgencia), se efectuó la opresión del Botón de Vigilancia para inhibir dicha penalización y se procedió a realizar la inicialización del tren. Esta acción se observó en el Puesto Central de Control de forma acústica a través de una alarma óptica y acústica en el Sistema TETRA en la bandeja de entrada de mensajes,

quedando registrado la hora y el número de radio instalado en la motriz correspondiente y el mensaje: MARCHA DEGRADADA.

Deslocalización del tren en zona SACEM

La ubicación del tren en las pruebas realizadas fue en zona SACEM, el modo de conducción adoptado fue CMC estado transitorio MAV35, después de obtener la penalización del SACEM con triángulo rojo y bloqueo del tren a 4.5 bars (frenado de urgencia), se efectuó la opresión del Botón de Vigilancia para inhibir dicha penalización y se procedió a realizar la localización del tren. Esta acción es observada en el Puesto Central de Control a través de una alarma óptica y acústica en el Sistema TETRA en la bandeja de entrada de mensajes, quedando registrado la hora y el número de radio instalado en la motriz correspondiente y el mensaje: MARCHA DEGRADADA.

Penalización por sobrevelocidad

El modo de conducción fue CMC, la ubicación del tren en las pruebas realizadas fue en zona SACEM, después de obtener la penalización del SACEM con triángulo rojo y bloqueo del tren a 4.5 bars (frenado de urgencia), se efectúa la opresión del Botón de Vigilancia para inhibir dicha penalización, obteniendo el modo de Conducción MAV35 y se procede a realizar la tracción del tren hasta obtener velocidad objetivo. Esta acción se observó en el Puesto Central de Control a través de una alarma óptica y acústica en el Sistema TETRA en la bandeja de entrada de mensajes, quedando registrado la hora y el número de radio instalado en la motriz correspondiente y el mensaje: MARCHA DEGRADADA.

La opresión del botón de Vigilancia en el Modo de Conducción PA si se visualiza de forma acústica y óptica en el PCC, no teniendo incidencia en el modo de conducción, es decir, no reduce la velocidad ni penaliza el modo de conducción para generar un cambio al modo degradado MAV.

A continuación se presenta el reporte de las pruebas realizadas el 3 de septiembre de 2015.

Reporte de Pruebas sobre el Material Rodante						
Lugar: Taller Constitución de 1917 Línea 8			Fecha: 03-09-2015		Hora: 13:00 hrs	
Posición de Estacionamiento: G2C			Motrices:		Vía 2 - 396 Vía 1 – 397	
Personal que interviene en PCC : JR Fernando Cruz Regulador 2do turno Tapia Gómez Ricardo Regulador 2do turno Escalona Reyes Israel Conductor González López Santos Conductora: Pérez Aguilar Audrey MR: Omar Reyes						
Participantes:		Rodríguez Villegas Arturo				
		López Vázquez Christian Alexander				
Objetivo:		Montaje del circuito de monitorización del Botón de Vigilancia, a bordo del Material Rodante, para salir a realizar pruebas en línea.				
Tipo de prueba	Modo de conducción	Lugar y Hora	Opresión Botón BV			
			En el TREN		Se visualiza en PCC	
			Si	No	Si	No
Franqueamiento señal de maniobra al alto total (Zona SILEC)	CMC	G1C Señal G1CA 13:35	✓		✓	
Franqueamiento señal de maniobra al alto espaciamento (Zona SILEC)	CMC	G1A Señal G1AA 13:32	✓		✓	
Franqueamiento señal de Espaciamento al alto (Zona SACEM)	CMC	I2- Cerro de la Estrella/ UAM-I 14:02	✓		✓	
Franqueamiento señal de Espaciamento al alto (Zona SACEM)	CMC	I- Doctores / Obrera 14:55	✓		✓	
Franqueamiento de DBO establecido	CMC	V2 – Cerro de la Estrella 14:04	✓		✓	
Franqueamiento de DBO establecido	CMC	V1-Obrera 14:57	✓		✓	
Prueba conducción PA y opresión BV	PA	V2 –Apatlaco/ Iztacalco 14:13	✓		✓	
Prueba conducción PA y opresión BV	PA	V2 –Aculco /Iztacalco 15:13	✓		✓	
Tren desinicializado	CMC MAV 15	G1C hacia el CDV 26 Constitución de 1917..13:52	✓		✓	
Tren deslocalizado	CMC MAV 35	V2 Santa Anita/ La viga 14:18	✓		✓	

Tren desinicializado	CMC MAV 15	V1- UAM-I / Constitución de 1917 15:18	✓		✓	
Tren deslocalizado	CMC MAV 35	V1 Coyuya/ Iztacalco 15:06	✓		✓	
Penalización Triángulo rojo por sobre-velocidad	CMC	V2 Atlalilco/ Escuadrón 201 14:09		✓		✓
Penalización Triángulo rojo por sobre-velocidad	CMC	V1- Iztacalco /Cerro de la Estrella 15:15		✓		✓
Observaciones durante el desarrollo	Radio 1511 en M396 Radio 1518 en M397 Hora de inicio Real de las Pruebas 13:00 Se asigna Número Económico de Tren 71 (tren de pruebas sin usuarios) Entra a Circular por la vía 2 Dirección Garibaldi a las 13:55 hrs saliendo por el CDV 42 de la terminal Constitución de 1917 En las Pruebas de Sobre-velocidad la penalización de Triangulo Rojo no es permanente por lo que no es necesaria la opresión del botón BV para visualizar velocidad objetivo Se realiza Cambio de equipo en terminal Garibaldi por lo que se estaciona momentáneamente en una posición de garaje en el CDV 16 15:27 Se estaciona Tren en Terminal Constitución de 1917 y finalizan las pruebas.					

Los resultados de las pruebas efectuadas se resumen en la tabla 23. Los formatos de las pruebas anteriores se incluyen en el anexo 3.

Tabla 23 Resultados de las Pruebas del SIT a Bordo del Tren y en el TCO-PCC

Prueba	Zona	Modo de Conducción	Penalización Δ	Visualización en PCC		Dispositivo
				óptica	acústica	
Franqueamiento señal de maniobra al alto total	SILEC	CMC MAV 15	si	Si	si	OK
Franqueamiento señal de maniobra al alto espaciamiento	SILEC	CMC MAV 15	si	Si	si	OK
Franqueamiento señal de espaciamiento al alto	SACEM	CMC MAV 35	si	si	si	OK
Franqueamiento del DBO establecido	SACEM	CMC MAV 35	si	si	si	OK
Desinicialización del tren	SACEM	CMC MAV 15	si	si	si	OK
Deslocalización del tren	SACEM	CMC MAV 35	si	si	si	OK
Sobrevelocidad Sólo sí la penalización es fija	SACEM	CMC MAV 35	si	si	si	OK
Conducción PA	SACEM	PA	si	si	si	OK

8.6 Implementación del SIT a la Línea 8

De acuerdo con las pruebas efectuadas con el BVPCC01-15 instalado a bordo del material Rodante, se determinó que el dispositivo se integra de forma conveniente a las tecnologías utilizadas por el STC Metro para su operación, por lo tanto, es contemplado como un Sistema Inteligente de Transporte y cumple con la función de visualizar a distancia la operación del Botón de Vigilancia cuando este es accionado por el agente de la conducción en la cabina de conducción.

Con la implantación del sistema inteligente, se evitará el uso indebido de la opresión del botón BV, ya que al momento de efectuarse a través del dispositivo

BVPCC01-15, se emite la señal que llega directamente a los monitores del PCC, para ser vistos por el regulador, identificándose por el número de tren fue el que oprimió dicho botón, ya sea con o sin autorización y así tomar las medidas pertinentes para evitar los posibles franqueamientos de dichas señales.

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, LIMITACIONES Y APLICACIONES FUTURAS

CONCLUSIONES

Se concluye que el Sistema Inteligente de Transporte propuesto cumple con los objetivos planteados al inicio de este proyecto; ya que el Botón de Vigilancia a partir de la implementación del BVPCC01-15 quedará supervisado para su uso, de acuerdo a los procedimientos técnicos establecidos para la conducción, previa autorización del PCC ante cualquier de las necesidades durante el servicio prestado en línea 8, evitando la práctica indebida e indiscriminada del Botón de Vigilancia disminuyendo:

- Los franqueamientos indebidos en la señalización para la circulación de los trenes
- Los incidentes en las instalaciones fijas que tienen impacto en los aparatos de vía, que son abordados de forma indispueta
- Retrasos deliberados por la desinicialización y deslocalización de los trenes
- Desgaste innecesario en los equipos de frenado neumático y puertas

Las pruebas a bordo del tren en el uso del botón BV, fueron exitosas al momento en que se visualiza en el monitor de la telefonía TETRA en el PCC de forma óptica y acústica.

También se logra la optimización de los recursos materiales al utilizar la tecnología instalada, reduciendo costos de implementación; ya que se ocupa la arquitectura del sistema de comunicaciones TETRA para la interfaz Tren-PCC.

RECOMENDACIONES

Se plantean las siguientes recomendaciones, para que éste Sistema Inteligente de Transporte sea eficiente bajo los parámetros actuales de funcionamiento; ya que los alcances de este proyecto no son éstos:

Para el Botón de Vigilancia

- En el uso del botón BV, que la emisión de la señal en el modo de conducción PA no señalice en PCC, proponiendo al área de Material Rodante que dicha señal quede exclusivamente supeditada a la llave C en la posición CMC.

Para la visualización de la opresión del Botón de Vigilancia en equipo TETRA

Se recomienda solicitar al proveedor de la telefonía TETRA:

- Una señal independiente del Modo de conducción CLT-2 para emisión de la señal.
- En la pantalla del despachador, que la señal sea observada con otro tipo de mensaje, es decir, que contenga el número de motriz y no el número de radio el cual emite la señal, así mismo que la lectura de este mensaje sea “USO BOTÓN BV”.
- La alarma acústica sea en otro tono para diferenciarlo del CLT-2.
- Que el mensaje de aviso no se deposite en bandeja de entrada hasta que no sea validado por el regulador del TCO, y quede desplegada en pantalla principal.

Para el dispositivo BVPCC01-15

- Dejar a prueba por lo menos un año el dispositivo y determinar su operación a partir de revisiones periódicas.
- Realizar los trámites correspondientes para la patente de BVPCC01-15.

- Con respecto de la alimentación: quedan las bases para que BVPCC01-15 tenga una etapa de mejoramiento, para que opere con una sola alimentación en 75 VCD.

Programa de Actualización para el personal de Transportación

A partir de que ya sea instalado el SIT en la operación de la línea 8, será necesario elaborar un programa de capacitación, en el cual se capacite o actualice al personal operativo de la línea 8 sobre el funcionamiento del botón BV y las consecuencias que repercuten en el mal uso, con lo cual se propone un manual, con los temas que se requieren para las funciones del sistema SACEM, los detalles del manual se encuentran en el anexo 5.

LIMITACIONES

En el desarrollo de este proyecto se tuvieron ciertas limitantes que a continuación se describen:

Con respecto de la información solicitada al área de instalaciones fijas, la cual nunca fue atendida por el personal encargado a pesar de que se giraron los oficios correspondientes.

Referente a la información solicitada al área de Recursos Humanos, la cual tuvo demoras y únicamente proporcionaron información verbal por el personal encargado a pesar de que se giraron los oficios correspondientes.

Se pretendía aplicar un cuestionario al personal de transportación de línea 8, con el fin de determinar si dicho personal contaba con el conocimiento de la operación del sistema SACEM y sobre todo del uso del botón de vigilancia y con ello comprobar si su uso era bajo conocimiento de causa y del porqué no se respetaban los lineamientos técnicos de la conducción. Éste cuestionario no se llevó a cabo, ya que en línea 5 del 2015, se tuvo un alcance de trenes, con lo que el personal de la conducción estaba muy susceptible a dicho evento y no aceptarían contestar el cuestionario.

APLICACIONES FUTURAS

Considerando que las líneas A y B se rigen bajo el sistema de control automático para la operación de los trenes, el SACEM, se recomienda su aplicación bajo los mismos objetivos de este trabajo y así aumentar la seguridad en la operación de los trenes en estas líneas.

Así mismo una vez patentado el SIT, ofrecer ésta tecnología a los mercados nacionales y a su vez a los mercados internacionales donde operen con el Sistema SACEM, como el Metro Rey en la Ciudad de Monterrey, el Tren ligero de Guadalajara y en los países de Latinoamérica.

BIBLIOGRAFÍA

Alberti, M. 1996. Measuring Urban Sustainability; Environmental Impact Assessment Review.

Capacidad del transporte público en autobuses interurbanos y suburbanos.1992. Publicación Técnica No. 15. Instituto mexicano del Transporte. Queretaro, Qro. México.

El libro verde de los Sistemas Inteligentes de Transportes Terrestres; Comisión de Transportes del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 2003. Madrid, España.

El Metro es de Todos. STC Metro. 2014. CDMX.

Encuesta Origen Destino. 1994. INEGI.

Especificación técnica y funcional para el servicio de Modernización y Mantenimiento del Sistema Tracción-Frenado del lote de 25 trenes Modelos MP82 de la línea 8. (s.f.)

Formación Sistema SACEM México. 1991. Presentación del Sistema. Referencia ESL/MX/JA.&//91/JLH.

Gaceta Oficial del Distrito federal. 2009.

HALL, A. D.& FAGEN, R.E. 1956. Definition of system, En Buckley, W. Modern systems research for the behavioral scientist, Aldine-Atherton. pp.81-92. Chicago. Ed. 1968.

Jorge A. Acha; Daza. Juan Carlos; Espinoza Rescala. Hacia una Arquitectura nacional para los sistemas inteligentes de transporte Publicación Técnica No. 251. 2004. Instituto mexicano del Transporte. Sanfandila Qro, México.

Los hombres del Metro. Sistema de Transporte Colectivo METRO. 1997. DDF. Promoción comercial y comunicación social.

Manual Técnico de Capacitación. 2013. Sistema de ayuda a la conducción, la explotación y al mantenimiento clave 5-12-176.

Manual Técnico de Capacitación para Conductor PA 135KHZ. 2013. Clave 5-12-15.

Manual Técnico de Formación de Conductor. Métodos, formas y reportes. 2014. clave 5-12-224.

Manual Técnico de Formación de IJE. Funciones y formatos. 2005. INCADE.

Manual técnico de Formación de Regulador del PCC (TCO). 2013. clave 5-12-38.

Manual Técnico de Señalización 1. 2006. INCADE STC Metro. clave 5-12-89.

Manual de Sistema de Radio-Comunicación con Tecnología TETRA. Abril 2015. Metro CDMX.

Manual Técnico de Capacitación de Conductor. Material rodante. 2015. Clave 5-12-16.

Morris Mano, M. 2014. Ed Prentice Hall. Lógica Digital y Diseño de Computadores.

Navarro, Bernardo, González, Ovidio. 1989. Capítulo V. El metro y las finanzas». *Metro metropoli México*. Distrito Federal, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma Metropolitana. Instituto de Investigaciones Económicas. ISBN 968-36-1106-0.

Paul D, Ankrum. 1971. Ed. Prentice/Hall International. Electrónica de los semiconductores.

Plan Maestro del Metro y Trenes Ligeros. 1996. Área Metropolitana de la Ciudad de México DDF-SETRAVI.

Sánchez Lara, Benito. Introducción a la Ingeniería en Sistemas de Transporte Urbano. 2004. Cuadernos de Divulgación número 1. México, UCM. Gobierno del Distrito Federal.

Sistema de radio comunicación con tecnología digital TETRA. 2015. STC.

STC Metro. 2012. Manual para la Conducción Tren FE10. Línea 12.

STC Metro. 2012. Manual de Conducción. Línea 12.

Páginas web consultadas:

Diccionario de la Teoría General de Sistemas. Recuperado de <http://omarpal.blogspot.com/2007/07/teoría-general-de-sistemas-diccionario.html>

INEGI. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMÁTICA. (2002). ¿Qué es la teoría general de sistemas? Colección Cultural Informática. Recuperado de http://www.academia.edu/8290351/Instituto_Nacional_de_Estad%C3%ADstica_e_Inform%C3%A1tica_QUE_ES_LA_TEORIA_GENERAL_DE_SISTEMAS.

STC Metro. (s.f.).

Recuperado de <http://www.metro.df.gob.mx/operacion/longlineas.html>

Recuperado de <http://www.metro.df.gob.mx/red/linea8.html>

Recuperado de <http://www.metro.df.gob.mx/operacion>

Recuperado de <http://www.metro.cdmx.gob.mx/operación/cronología.html>

Recuperado de <http://www.ambiente-ecologico.com/revist61/parrad61.html>

Otras Consultas:

Exposición Trenes del Mundo. (s.f.).STC Metro. Estación Metro Auditorio Línea 7.

Marcela Itzel García Núñez (productor); Diego Sedano (director) .2003. El metro, una historia subterránea (VHS). Ciudad de México, México. Editorial Clío, Libros y Videos SA de CV.

Museo de Transportes Eléctricos del Distrito Federal.2017.

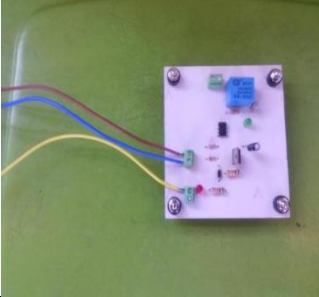


ANEXOS

Anexo 1

Reporte de Pruebas sobre el Material Rodante el día 13-08-15

Reporte de Pruebas sobre el Material Rodante		
Lugar: Taller Constitución de 1917 Línea 8	Fecha: 13-08-2015	Hora: 10:00 hrs
Personal que intervino:	Ing. David Gutiérrez (Ingeniería y Desarrollo Tecnológico) C. Omar Reyes (Material Rodante)	
Participantes:	Rodríguez Villegas Arturo López Vázquez Christian Alexander	
Objetivo:	Montaje del circuito de monitorización del Botón de Vigilancia, a bordo del Material Rodante, para salir a realizar pruebas en línea.	
Informe:	<p>Siendo aproximadamente las 11:00 hrs se inician el montaje del dispositivo electrónico (foto 1) que monitorizará la opresión del Botón BV.</p> <p>Se asigna tren con motrices 402-372, estacionado en la posición G2B de la Terminal Constitución de 1917 de línea 8.(Foto2)</p> <p>11:10 se solicita a personal de Material Rodante una alimentación de 12 volts para alimentar el circuito, se localiza la alimentación de volts en cofre del TAC ubicado el primer asiento doble de lado izquierdo de a Motriz 372 (Foto 3).</p> <p>Aproximadamente a las 11:30 hrs. Se conecta el dispositivo electrónico en el hilo 24P (foto 4), el dispositivo que monitorizará la opresión del Botón de Vigilancia (BV), al momento del montaje se observa que la operación del dispositivo presenta una falla, al quedar alimentado el circuito 555(Foto 5) ocasionando con esto, que el relé queda permanente alimentado.</p> <p>Se desconecta el circuito y se solicita a personal de MR localizar una alimentación de 5 volts (foto 3), presumiblemente que fuera esta la causa de que el relé queda montado de manera directa.</p> <p>Aproximadamente a las 11:45 hrs. se localiza la alimentación de 5 volts en cofre del TAC ubicado el primer asiento doble de lado izquierdo de a Motriz 372 (Foto 3).</p> <p>Se instala en el hilo 24P, el dispositivo que monitorizará la opresión del Botón de Vigilancia (BV), al momento del montaje nuevamente se observa que la operación del circuito 555 queda alimentado permanentemente junto con el relé.</p> <p>11:50hrs. Se presume ahora que la posible falla se encuentre en el circuito integrado (555), dentro del mismo circuito, por lo que se procede a cambiar dicho componente electrónico. Foto 6</p> <p>13:00 hrs. una vez reemplazado el integrado se procede al montaje nuevamente del circuito. Se instala en el hilo 24P, al momento del montaje nuevamente se observa que la operación del circuito 555 queda alimentado permanentemente y no descarga su alimentación, al realizar la opresión del botón de vigilancia no detecta pulso eléctrico. Foto 6</p>	

	<p>13:20 hrs aproximadamente. Se conecta el circuito y se vuelve a conectar la alimentación del hilo 24P, a la opresión del Botón de Vigilancia detecta el pulso eléctrico y se apaga la señalización del 555 alimentado.</p> <p>13:38 aproximadamente con el dispositivo conectado se realizan pruebas en CLT-2, para verificar en el PCC línea 8 si a la opresión del botón BV tuvo variación. foto 7</p> <p>13:45 hrs aproximadamente se realizan pruebas de la opresión del Botón de vigilancia en el modo de Conducción CMC-MAV, se verifica en PCC línea 8 si se registró la prueba. Foto 8</p> <p>13:47 hrs aproximadamente nuevamente se realizan pruebas de la opresión del Botón de vigilancia en el modo de Conducción CMC-MAV, se verifica en PCC línea 8 si se registró la prueba. Foto 8</p> <p>14:00 hrs aproximadamente se desmonta el equipo</p>
Resultados:	<p>Por falla de algunos de los componentes electrónicos dentro del circuito de monitorización se cancelan las pruebas en línea, por lo que no se sale a circular a bordo del Material Rodante, se reprograman las pruebas en línea para el día 20 de agosto del 2015.</p>

Anexo de Fotos	
	<p>Foto 1 Dispositivo electrónico</p>
	<p>Foto 2 Tren M0372-0402</p>
	<p>Foto 3 Alimentación en 12 volts y en 5 volts en el TAC</p>


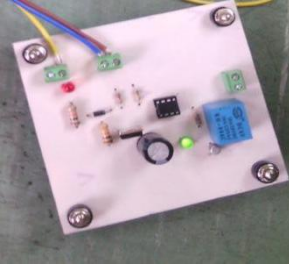


	<p>Foto 4 Dispositivo electrónico conectado al hilo 24P</p>
	<p>Foto 5 Dispositivo electrónico conectado al hilo 24P, presenta alimentación directa al 555</p>
	<p>Foto 6 Cambio del integrado, nuevamente al conectarse, se queda alimentado el 555</p>
	<p>Foto 7 Instalación del dispositivo electrónico cerrando todo el circuito que emitirá la señal de la opresión del botón BV, quedando alimentado el 555</p>



Foto 8
Señal emitida por parte del tren y que se registra en el monitor de telefonía Tetra instalado en el pupitre del tablero de Línea 8 en PCC

Reporte de Pruebas sobre el Material Rodante		
Lugar: Taller Constitución de 1917 Línea 8	Fecha: 16-08-2015	Hora: 10:00 hrs
Personal que intervino:	C. Omar Reyes (Material Rodante)	
Participantes:	Rodríguez Villegas Arturo Christian A. López Vázquez	
Objetivo:	Montaje del circuito de monitorización del Botón de Vigilancia, a bordo del Material Rodante estacionado en zona de Garaje.	
Informe:	<p>Siendo aproximadamente las 10:30 hrs. se procede al montaje del dispositivo electrónico que monitorizará la opresión del Botón BV a bordo del tren con motrices 0373 -374, estacionado en la posición G1C de la Terminal Constitución de 1917 de línea 8. (Foto1)</p> <p>11:00 se solicita a personal de Material Rodante una alimentación de 12 volts para alimentar el circuito, se localiza la alimentación de volts en cofre del TAC ubicado el primer asiento doble de lado izquierdo de a Motriz 373 (Foto 2)</p> <p>Aproximadamente a las 11:15 hrs. Se conecta el dispositivo electrónico en el hilo 24P del panel delantero izquierdo de la motriz, que monitorizará la opresión del Botón de Vigilancia (BV). (Foto 3)</p> <p>A las 11:30 se observa que al momento de la opresión del botón BV el dispositivo nuevamente se queda montado el relevador.</p> <p>Continuando con las pruebas se observa que cuando se oprime en dos ocasiones el botón BV se apaga el Led verde que indica que no hay alimentación hacia el relevador. (foto 4)</p> <p>Aproximadamente a la 11:45 se hace el retiro del relevador y de esa manera se logra que la alimentación hacia el led en color verde se apague temporizado a los 5 seg. como se tenían calculados, nuevamente se hacen las mediciones con el multímetro, observado que de esta manera se obtiene una alimentación de 75 volts a la salida del transistor 2N2222A. (Foto5)</p> <p>Por lo que se hace el enlace a PCC para solicitar una prueba del monitoreo del CLT-2</p> <p>Posteriormente se solicita al regulador del PCC que se enviara el tono del CLT-2 pero provocado por la opresión del botón BV en el modo de conducción CMC y se verifica si se emitió el tono de la señal.</p> <p>12:30 hrs aproximadamente se desmonta el equipo</p>	

Resultados:	Se logra la alimentación hacia el hilo 126J desde el circuito que se lleva como prototipo, comprobándose con el regulador la llegada de la señal acústica, por lo que se queda pendiente el monitoreo de la señal del botón BV en las pantallas de la telefonía en PCC para las próximas pruebas que se llevarán a cabo en garaje y línea el próximo jueves 20 de agosto del 2015.
-------------	--

Anexo de Fotos	
	Foto 1 Tren M 0373 - 0374
	Foto 2 Prototipo del circuito de monitoreo del botón BV armado en tableta protoboard y alimentado con 12 volts
	Foto 3 Alimentación del hilo 24 p al prototipo tomado del armario delantero derecho de la motriz.
	Foto 4 Dispositivo electrónico conectado al hilo 24P y alimentado por la opresión del botón BV.



Foto 5
Dispositivo electrónico conectado al hilo 24P, y
desmontado el relevador, comprobando la
alimentación con multímetro.



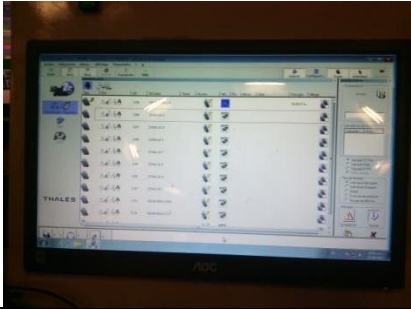
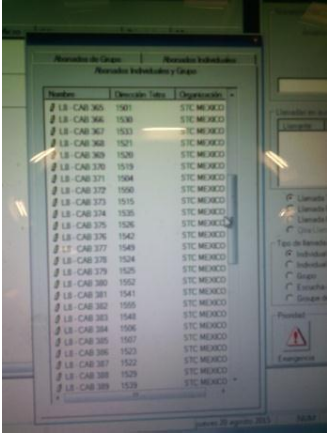
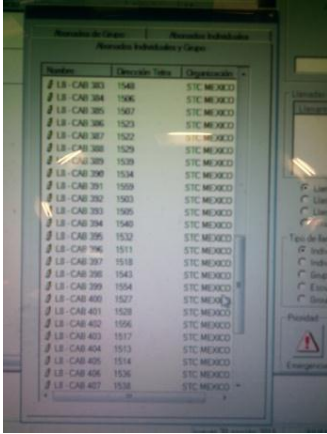
Anexo 2


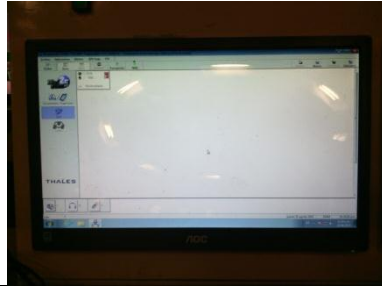






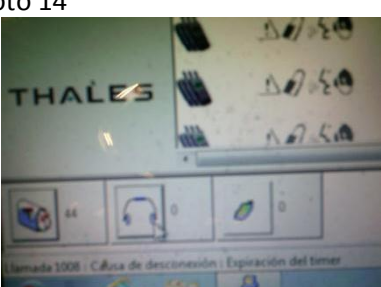

Reporte de Pruebas sobre el Material Rodante el día 20-08-15

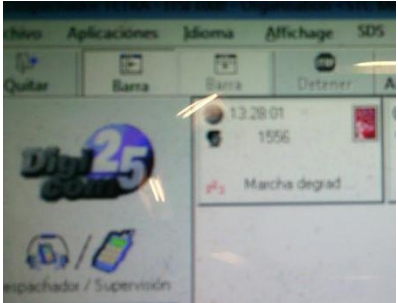
Reporte de Pruebas sobre el Material Rodante		
Lugar: Puesto Central de Control II Tablero de Control Óptico Línea 8	Fecha: 20-08-2015	Hora: 10:00 hrs
Personal que intervino:	Jefe de Reguladores: Fernando Cruz Regulador 2do turno: Mario Hernández Regulador 3er turno: Acosta Gamas Javier	
Participantes:	Rodríguez Villegas Arturo (En línea) López Vázquez Christian Alexander (En PCC II)	
Objetivo:	Poner en circulación un tren de prueba, donde se instaló el dispositivo de monitorización del Botón de Vigilancia, para realizar diversas pruebas en línea 8, las cuales serán observadas en el monitor de la telefonía Tetra ubicado en el Puesto Central de Control de línea 8.	
Informe:	<p>Aproximadamente las 10:00 hrs, en el PCC II se solicita al Jefe de Reguladores, autorización para el inicio de las pruebas en línea 8, con el oficio 61100/GL134y12/1332/2015 (Anexo 1), así mismo se solicita un tren para ingresarlo a una posición de garaje en la terminal Constitución de 1917 donde se montará el dispositivo que realizará las pruebas sobre el Botón de Vigilancia, a su vez se solicita se asigne un conductor para que ponga en circulación el tren de prueba. (FOTO 1)</p> <p>Aproximadamente a las 10:30 hrs, se asigna el tren para las pruebas con motrices 372-402, el cual es depositado en la posición G2A de la terminal Constitución de 1917, donde se instala el dispositivo electrónico para la monitorización del Botón de Vigilancia.</p> <p>10:30 hrs En el Sistema TETRA (FOTO 2), se realiza la búsqueda de los radios de telefonía asignados a las Motrices 372-402 (FOTO 3), los cuales son identificados como M 372 Radio 1550 (FOTO 4) y M 402 Radio 1556 (FOTO 5)</p> <p>11:30 hrs finaliza el montaje del dispositivo en la Motriz de Conducción M0372, la cual circulará por la vía 2, dirección Garibaldi.</p> <p>11:35 Se realiza prueba de opresión del Botón de Vigilancia, siendo esta registrada en PCC de forma acústica (alarma) y óptica en Bandeja de Entrada de Mensajes (1) en Sistema Treta. (FOTO 6), visualizando en la apertura de la bandeja de mensajes "Marcha Degradada" (FOTO 7)</p> <p>A las 12:00 hrs se asigna numero 74 al tren de pruebas sin usuarios, para salir a circular en línea 8, y el conductor asignado llega a dicho tren con lo que se inician las pruebas que se detallan en el Anexo 2.</p> <p>12:13 Franqueamiento señal de maniobra al alto Espaciamiento Zona SILEC, registro en PCC acústico y óptico en bandeja de entrada sistema TETRA 14 (FOTO 8 y 9)</p> <p>12:17 Franqueamiento señal de maniobra al alto Total Zona SILEC, registro en PCC acústico y óptico en bandeja de entrada sistema TETRA 16 (FOTO 10 y 11)</p> <p>12:25 entra a circular tren en terminal Constitución de 1917, por el CDV de Salida número 42, con número económico 74.</p>	

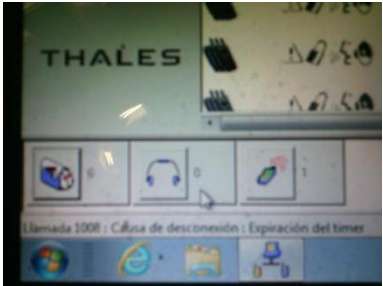
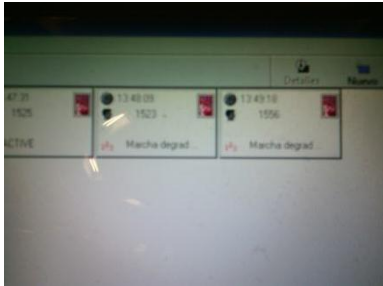

	<p>12:35 Franqueamiento señal de espaciamiento al alto Zona SACEM, registro en PCC acústico y óptico en bandeja de entrada sistema TETRA 35 (FOTO 12 y 13)</p> <p>12:40 Franqueamiento de DBO establecido registro en PCC acústico y óptico en bandeja de entrada sistema TETRA 44 (FOTO 14 y 15)</p> <p>12:43 Prueba Conducción en Pilotaje Automático y Opresión de Botón de Vigilancia, registro en PCC acústico y óptico en bandeja de entrada sistema TETRA 48 (FOTO 16 y 17)</p> <p>12:48 Prueba Conducción en Pilotaje Automático y Opresión de Botón de Vigilancia, registro en PCC acústico y óptico en bandeja de entrada sistema TETRA (FOTO 19)</p> <p>13:05 se estaciona en CDV 40 de la terminal Garibaldi para realizar el cambio del equipo a la motriz 402 que circulará por la vía 1, dirección Constitución de 1917</p> <p>13:10 Se realiza limpieza del sistema de mensajería, ya que sólo almacena 50 mensajes y después solo va borrando de forma cíclica, del primero hacia el más reciente. (FOTO 20)</p> <p>13:28 montado el equipo en motriz 402 se realiza prueba de opresión del Botón de Vigilancia registro en PCC acústico y óptico en bandeja de entrada sistema TETRA 1 (FOTO 21 y 22)</p> <p>13:29 prueba Tren Desinicializado en línea registro en PCC acústico y óptico en bandeja de entrada sistema TETRA 2 (FOTO 23 y 24)</p> <p>13:40 prueba de sobre velocidad para lograr la penalización de triángulo rojo y quitar el bloqueo mediante botón de Vigilancia.</p> <p>13:47 prueba de sobre velocidad para lograr la penalización de triángulo rojo y quitar el bloqueo mediante botón de Vigilancia.</p> <p>13:48 Tren Deslocalizado en línea registro en PCC acústico y óptico en bandeja de entrada sistema TETRA 6 (FOTO 25 y 26)</p> <p>13:59 se guarda material Rodante en Garaje de Constitución de 1917 (FOTO 27)</p> <p>14:00 concluyen las pruebas de monitorización del botón de Vigilancia.</p>
Resultados:	<p>El dispositivo cumple de forma satisfactoria con la función de enviar la señal hacia el equipo TETRA en PCC de forma acústica y óptica a la opresión de botón de vigilancia en cualquier parte de la línea.</p> <p>En las pruebas de conducción en Pilotaje Automático se registra la opresión de Botón de Vigilancia pero no tiene un efecto relevante en la conducción, es decir no se Deslocaliza el tren, pero si hay señalización óptica y acústica en el PCC.</p> <p>En las pruebas de la penalización por sobre velocidad el SACEM si manda un bloqueo de urgencia al tren llevando éste a una velocidad cero con indicación de triángulo rojo en VISUCAB, pero al momento que es detenido el tren ésta señalización se apaga, por lo que no es necesaria la opresión del Botón de Vigilancia para reanudar la marcha del tren, ya que una vez apagada la señalización de penalización, aparece velocidad objetivo.</p>

Anexo de Fotos

<p>PCC II Tablero de control Optico línea 8</p>	<p>Foto 1</p> 
<p>Sistema TRETRA, monitores de telefonía</p>	<p>Foto 2</p> 
<p>Ventana de TETRA para búsqueda y comandos</p>	<p>Foto 3</p> 
<p>Localización de números de radio por motriz en sistema TETRA</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="524 1268 976 1871"> <p>Foto 4 M372</p>  </div> <div data-bbox="976 1268 1427 1871"> <p>Foto 5 M402</p>  </div> </div>

<p>Prueba de opresión de Botón de Vigilancia Motriz 372</p>	<p>Foto 6</p> 	<p>Foto 7</p> 
<p>Prueba Franqueamiento señal de maniobra al alto espaciamento</p>	<p>Foto 8</p> 	<p>Foto 9</p> 
<p>Prueba Franqueamiento señal de maniobra al alto total</p>	<p>Foto 10</p> 	<p>Foto 11</p> 
<p>Prueba Franqueamiento señal de espaciamento al alto</p>	<p>Foto 12</p> 	<p>Foto 13</p> 
<p>Prueba Franqueamiento de DBO establecido</p>	<p>Foto 14</p> 	<p>Foto 15</p> 

<p>Prueba 1 Conducción PA y opresión Botón de Vigilancia</p>	<p>Foto 16</p> 	<p>Foto 17</p> 
<p>Prueba 2 Conducción PA y opresión Botón de Vigilancia</p>	<p>Foto19</p> 	
<p>Limpieza de mensajería en sistema TRETRA</p>	<p>Foto 20</p> 	
<p>Prueba de opresión de Botón de Vigilancia Motriz 402</p>	<p>Foto 21</p> 	<p>Foto 22</p> 
<p>Prueba Tren Desinicializado</p>	<p>Foto 23</p> 	<p>Foto 24</p> 


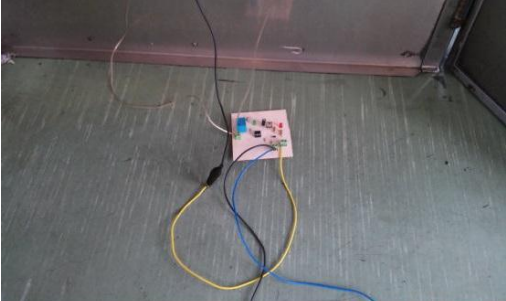

Prueba Tren Deslocalizado	Foto 25 	Foto 26 
Tren de Pruebas número 74 llegando a Terminal Constitución de 1917	Foto 27 	

Reporte de Pruebas sobre el Material Rodante		
Lugar: Taller Constitución de 1917 Línea 8	Fecha: 20-08-2015	Hora: 10:00 hrs
Personal que intervino en la línea:	C. Omar Reyes (Material Rodante) David Gutiérrez (Ingeniería y Desarrollo Tecnológico) Ricardo Espinoza (Ingeniería y Desarrollo Tecnológico) Daniel Martínez (Conductor)	
Participantes:	Rodríguez Villegas Arturo (en línea) Christian A. López Vázquez (en PCC)	
Objetivo:	Montaje del circuito de monitorización del Botón de Vigilancia, a bordo del Material Rodante que para la realización del monitoreo de la señal emitida por un tren a través de la telefonía Tetra y que se representara en los monitores de PCC de la línea 8, se llevará a cabo en zona de garaje y tren circulación en línea.	
Informe:	Me presento en el área del Taller de Constitución aproximadamente a las 09:40 con el Ing. Alfonso Tavira del Departamento de Material Rodante, para coordinar la llegada del tren que se va a utilizar para la realización de las pruebas programadas. A las 10:30 hrs. aproximadamente se nos asigna el tren con motrices 0372-0402 estacionado en la vía G1A de la terminal de Constitución. (foto 1) Se procede a la instalación del prototipo que va a caracterizar la señal emitida por la opresión del botón BV, en el panel delantero izquierdo de la M-0372. Aproximadamente a las 12:00 hrs. se procede a la colocación de la	

	<p>tablilla del circuito que se va a probar en línea. Al colocar un pequeño circuito con resistencias en la protoboard para reducir el voltaje de 75 a 12 Volts y tomar la alimentación desde el panel y no desde el TAC que se localiza debajo de los asientos dobles delanteros del lado izquierdo de la motriz de conducción. La medición dio como resultado 3 volts, con lo que no fue suficiente para activar el circuito integrado 555, ya que necesita como mínimo 5 volts con lo que se procede a la alimentación de 12 vdc procedentes del TAC. (foto 2)</p> <p>Se conecta el dispositivo electrónico en el hilo 24P del panel delantero izquierdo de la motriz, que monitorizará la opresión del Botón de Vigilancia (BV). (foto 3)</p> <p>Al resultar correctos los voltajes necesarios para su funcionamiento, se determina instalarlo para hacer las pruebas programadas. (foto 4)</p> <p>A las 12:13 hrs se inician las pruebas con el franqueamiento de la señal de maniobras G1A de la zona de maniobras de Constitución al alto espaciamiento en el modo de conducción MAV 15. (reporte anexo)</p> <p>A las 12:17 se procede al franqueamiento de la señal de maniobra G1A al alto total en el modo de conducción MAV 15. (foto 5)</p> <p>Aproximadamente a las 12:26 hrs sale a circular de la terminal Constitución el tren con M 0372-0402 con el número económico 74 hacia la línea.</p> <p>12:36 hrs. Se procede a franquear la señal I3 de la interestación Atlalilco-Escuadrón 201 al alto espaciamiento por la vía 2 en el modo de conducción CMC y posteriormente a MAV 35.</p> <p>Aproximadamente a las 12:40 se franquea el DBO establecido a la salida de la estación Aculco por la vía 2 en MAV 35.</p> <p>Siendo las 12:44 llevando el modo de conducción PA, se procede a la opresión del botón BV, no afectando en la velocidad objetivo del tren ante la I2 de la interestación Aculco-Iztacalco por la vía 2,</p> <p>Nuevamente a las 12:48 hrs se procede a oprimir el botón BV llevando la conducción en PA en la interestación Coyuya-Santa Anita por la vía 2, no afectando la velocidad objetivo</p> <p>A las 13:00 hrs. se arriba a la terminal Garibaldi, saliendo de circulación el tren y ser depositado en el cdv 28 para proceder al retiro del prototipo y ser conectado en la otra cabina (M 0402) con dirección a Constitución.</p> <p>13:20 hrs. después de ser conectado el circuito en la M 0402 se procede a reanudar las pruebas.</p> <p>13:23 hrs. Se deslocaliza el tren en el itinerario del cdv 14 al cdv 22, por lo que se degrada el modo de conducción a MAV 35.</p> <p>Siendo las 13:30 hrs. el tren se desinicializa en la señal de entrada de la estación Salto del Agua por la vía 1</p> <p>En la interestación La Viga-Santa Anita por la vía 1 a las 13:40 hrs. se presenta una sobrevelocidad mayor a los 60 KPH en el modo de conducción CMC, ocasionando que se presente momentáneamente la penalización (triangulo rojo) en el VISUCAB, ajustándose a la</p>
--	---

	<p>velocidad inferior a la objetivo aplicándose un frenado reversible, por lo que no es necesario la opresión del botón de vigilancia.</p> <p>A las 13:47 hrs. en el modo de conducción CMC, se presenta penalización (triangulo rojo) en el VISUCAB en la estación Iztacalco por la vía 1, por lo que se degrada a MAV 35.</p> <p>En el modo de conducción PA en la interestación Escuadrón 201-Atlalilco por la vía 1 el tren se deslocaliza, ocasionando que se avance en MAV 35.</p> <p>Aproximadamente a las 14:00 hrs arribamos a la terminal Constitución de 1917. Tren de pruebas es estacionado en la via G1A para proceder a desconectar el circuito de prueba.</p>
Resultados:	<p>El circuito de prueba funciona como a lo programado, se logra la alimentación hacia el hilo 126J desde el circuito que se lleva como prototipo, para mandar la señal de prueba al oprimir el botón BV hacia el PCC a través de la telefonía TETRA, conectándose en paralelo, por lo que las pruebas fueron satisfactorias.</p>

Anexo de Fotos	
	<p>Foto 1 Tren M 0372 – 0402</p>
	<p>Foto 2 Alimentación tomada del TAC ubicado en el asiento doble delantero lado izquierdo de la motriz 0372.</p>

	<p>Foto 3 Dispositivo electrónico de prueba conectado al hilo 24P alimentado por la opresión del botón BV y conectado al hilo 126j hacia la telefonía TETRA en el armario delantero derecho de la motriz.</p>
	<p>Foto 4 Dispositivo electrónico de prueba conectado listo para realizar las pruebas en línea.</p>
	<p>Foto 5 Penalización del sistema, antes de utilizar el botón BV.</p>

Anexo 3

Reporte de Pruebas con tren circulando en línea 8

PREMIO A LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA “ING. JUAN MANUEL RAMÍREZ CARAZA” CONCURSO DE APOYOS PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS CON APLICACIÓN AL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO DE LA CIUDAD DE MÉXICO 2014						
“Optimización de los recursos materiales y humanos del Sistema de Transporte Colectivo (Metro) en la operación de los trenes que circulan en línea 8, monitorizando el uso del botón de vigilancia”.						
Reporte de Pruebas sobre el Material Rodante						
Lugar: Taller Constitución de 1917 Línea 8				Fecha: 20-08-2015		Hora: 10:00 hrs
Posición de Estacionamiento: G2			Motrices:		Vía 2 - 372 Vía 1 – 402	
Personal que interviene en PCC : JR Fernando Cruz Regulador 2do turno Mario Hernández Regulador 3er turno Acosta Gamas Jaime Personal que intervino en línea: C. Omar Reyes (Material Rodante) David Gutiérrez (Ingeniería y Desarrollo Tecnológico) Ricardo Espinoza (Ingeniería y Desarrollo Tecnológico) Daniel Martínez (Conductor)						
Participantes:		Rodríguez Villegas Arturo				
		López Vázquez Christian Alexander				
Objetivo:		Montaje del circuito de monitorización del Botón de Vigilancia, a bordo del Material Rodante, para salir a realizar pruebas en línea.				
Tipo de prueba	Modo de conducción	Lugar y Hora	Opresión Botón BV			
			En el TREN		Se visualiza en PCC	
			Si	No	Si	No
Franqueamiento señal de maniobra al alto total (Zona SILEC)	CMC	G1A Señal G1AA 12:17	✓		✓	
Franqueamiento señal de maniobra al alto espaciamiento (Zona SILEC)	CMC	G1A Señal G1AA 12:13	✓		✓	
Franqueamiento señal de Espaciamiento al alto (Zona SACEM)	CMC	V2- Atlalilco/ Escuadrón 201 12:35	✓		✓	
Franqueamiento de DBO establecido	CMC	V2 – Aculco 12:40	✓		✓	
Prueba conducción PA y opresión BV	PA	V2 – Iztacalco/ Coyuya 12:43	✓		✓	

Prueba conducción PA y opresión BV	PA	V2 – Coyuya / Sta. Anita 12:48	✓		✓	
Tren desinicializado	CMC MAV 15	V1 – San Juan de Letran/ Salto del Agua 13:29	✓		✓	
Tren deslocalizado	CMC MAV 35	V1 Escuadron 201/ Atlalilco 13:48	✓		✓	
Penalización Triángulo rojo por sobre-velocidad	CMC	V1- La Viga/ Sta. Anita 13:40		✓		✓
Penalización Triángulo rojo por sobre-velocidad	CMC	V1- Iztacalco 13:47		✓		✓
Observaciones durante el desarrollo	<p>Radio 1550 en M372 Radio 1556 en M402 Hora de inicio Real de las Pruebas 12:10; por falta de disponibilidad de Material Rodante (tren) y por falta de disponibilidad de personal de la Conducción (Conductor) Se asigna Número Económico de Tren 74 (tren de pruebas sin usuarios) Entra a Circular por la vía 2 Dirección Garibaldi a las 12:25 hrs saliendo por el CDV 42 de la terminal Constitución de 1917 En las Pruebas de Sobre-velocidad la penalización de Triangulo Rojo no es permanente por lo que no es necesaria la opresión del botón BV para visualizar velocidad objetivo Se realiza Cambio de equipo en terminal Garibaldi por lo que se estaciona momentáneamente en una posición de garaje Antes de poner en circulación el tren por la vía 1 Se limpia Bufer de Centro de mensajes ya que sólo visualiza 50, posteriormente borra la información del primero almacenado 13:59 Se guarda Tren en Terminal Constitución de 1917 y finalizan las pruebas.</p>					

<p>PREMIO A LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA “ING. JUAN MANUEL RAMÍREZ CARAZA” CONCURSO DE APOYOS PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS CON APLICACIÓN AL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO DE LA CIUDAD DE MÉXICO 2014</p>	
<p>“Optimización de los recursos materiales y humanos del Sistema de Transporte Colectivo (Metro) en la operación de los trenes que circulan en línea 8, monitorizando el uso del botón de vigilancia”.</p>	
<p>Reporte de Pruebas sobre el Material Rodante</p>	
Lugar: Taller Constitución de 1917 Línea 8	Fecha: 03-09-2015 Hora: 13:00 hrs
Posición de Estacionamiento: G2C	Motrices: Vía 2 - 396 Vía 1 - 397

Personal que interviene en PCC : JR Fernando Cruz Regulador 2do turno Tapia Gómez Ricardo Regulador 2do turno Escalona Reyes Israel Conductor González López Santos Conductora: Pérez Aguilar Audrey MR: Omar Reyes						
Participantes:	Rodríguez Villegas Arturo					
	López Vázquez Christian Alexander					
Objetivo:	Montaje del circuito de monitorización del Botón de Vigilancia, a bordo del Material Rodante, para salir a realizar pruebas en línea.					
Tipo de prueba	Modo de conducción	Lugar y Hora	Opresión Botón BV			
			En el TREN		Se visualiza en PCC	
			Si	No	Si	No
Franqueamiento señal de maniobra al alto total (Zona SILEC)	CMC	G1C Señal G1CA 13:35	✓		✓	
Franqueamiento señal de maniobra al alto espaciamento (Zona SILEC)	CMC	G1A Señal G1AA 13:32	✓		✓	
Franqueamiento señal de Espaciamento al alto (Zona SACEM)	CMC	I2- Cerro de la Estrella/ UAM-I 14:02	✓		✓	
Franqueamiento señal de Espaciamento al alto (Zona SACEM)	CMC	I- Doctores / Obrera 14:55	✓		✓	
Franqueamiento de DBO establecido	CMC	V2 – Cerro de la Estrella 14:04	✓		✓	
Franqueamiento de DBO establecido	CMC	V1-Obrera 14:57	✓		✓	
Prueba conducción PA y opresión BV	PA	V2 –Apatlaco/ Iztacalco 14:13	✓		✓	
Prueba conducción PA y opresión BV	PA	V2 –Aculco /Iztacalco 15:13	✓		✓	
Tren desinicializado	CMC MAV 15	G1C hacia el CDV 26 Constitución de 1917..13:52	✓		✓	
Tren deslocalizado	CMC MAV 35	V2 Santa Anita/ La viga 14:18	✓		✓	
Tren desinicializado	CMC MAV 15	V1- UAM-I / Constitución de 1917 15:18	✓		✓	
Tren deslocalizado	CMC MAV 35	V1 Coyuya/ Iztacalco 15:06	✓		✓	

Penalización Triángulo rojo por sobre-velocidad	CMC	V2 Atlalilco/ Escuadrón 201 14:09		✓		✓
Penalización Triángulo rojo por sobre-velocidad	CMC	V1- Iztacalco /Cerro de la Estrella 15:15		✓		✓
Observaciones durante el desarrollo	Radio 1511 en M396 Radio 1518 en M397 Hora de inicio Real de las Pruebas 13:00 Se asigna Número Económico de Tren 71 (tren de pruebas sin usuarios) Entra a Circular por la vía 2 Dirección Garibaldi a las 13:55 hrs saliendo por el CDV 42 de la terminal Constitución de 1917 En las Pruebas de Sobre-velocidad la penalización de Triangulo Rojo no es permanente por lo que no es necesaria la opresión del botón BV para visualizar velocidad objetivo Se realiza Cambio de equipo en terminal Garibaldi por lo que se estaciona momentáneamente en una posición de garaje en el CDV 16 15:27 Se estaciona Tren en Terminal Constitución de 1917 y finalizan las pruebas.					

Anexo 4

Oficios de los permisos otorgados por el STC Metro



GERENCIA DE LÍNEAS 1, 3, 4 Y 12

61100/GL134y12/1298/2015
México, D. F., a 12 de agosto de 2015

ING. HORACIO PINEDA AGUILAR
GERENTE DE LÍNEAS 7, 8, 9, "A" y
ENCARGADO DE LA LÍNEA 12

PRESENTE

En atención al **Concurso de Apoyos para el desarrollo de Proyectos con aplicación al Sistema de Transporte Colectivo de la Ciudad de México 2014**, premio a la innovación tecnológica "Ing. Juan Manuel Ramírez Caraza", en el cual tiene registro el Proyecto denominado "**Optimización de los Recursos Materiales y Humanos del Sistema de Transporte Colectivo (Metro) en la Operación de los Trenes que circulan en Línea 8, monitorizando el uso de Botón de Vigilancia**", por los participantes, C. Arturo Rodríguez Villegas y Christian Alexander López Vázquez y en el que quien suscribe ha sido seleccionado como Tutor.

Al respecto, me permito solicitarle a Usted el apoyo y las autorizaciones correspondientes para que a los participantes del proyecto citado, se les proporcione las facilidades necesarias para **realizar el día 13 de agosto de 2015, una prueba con un Tren y un Conductor de Línea 8, durante 2 vueltas, a partir de las 10:00 horas, conforme al capítulo 6 de Temario del Proyecto citado** que a continuación se menciona:

OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO (METRO) EN LA OPERACIÓN DE LOS TRENES QUE CIRCULAN EN LÍNEA 8, MONITORIZANDO EL USO DEL BOTÓN DE VIGILANCIA

CAPITULO 1

1. Antecedentes de operación del Sistema de Transporte Colectivo (METRO)
 - 1.1 Antecedentes históricos
 - 1.2 Modelos del Material Rodante en operación
 - 1.3 Sistema de Pilotaje Automático
 - 1.3.1 PA 135 KHZ
 - 1.3.2 SACEM

Delicias No. 67, PCC I – 6° piso, Col. Centro, C.P. 06070, Delegación Cuauhtémoc.
T. 5709 1253, 5627 4790 y 5627 4791

CAPITULO 2

- 2. Situación actual de la operación de Línea 8
 - 2.1 Antecedentes de la operación de la Línea 8
 - 2.1.1 Inauguración
 - 2.1.2 Constitución del trazo y perfil de la Línea 8
 - 2.2 Tren Modelo MP 82
 - 2.2.1 Material rodante
 - 2.2.1.1 Fiabilización
 - 2.2.1.2 Parte Exterior
 - 2.2.1.3 Interior de Carros
 - 2.2.1.4 Cabina

CAPITULO 3

- 3. Sistema de Ayuda a la Conducción a la Explotación y al Mantenimiento (SACEM)
 - 3.1 Finalidad del SACEM
 - 3.1.1 Automatic Train Protection (ATP)
 - 3.1.2 Automatic Train Operation (ATO)
 - 3.2 Sistema Fijo
 - 3.2.1 Balizas SACEM
 - 3.2.2 Balizas SILEC
 - 3.2.3 Balizas DAM
 - 3.3 Sistema Embarcado
 - 3.3.1 Botón de Vigilancia
 - 3.3.2 Visualizador de Cabina (VISUCAB)
 - 3.3.3 Rueda Óptica (RPH)
 - 3.3.4 Sensor de Transmisión Continua (CT)
 - 3.3.5 Sensor de Baliza SILEC CBS
 - 3.3.6 Antena Vía Retorno (AN)

CAPITULO 4

- 4 Lineamientos técnicos para la conducción de Trenes Neumáticos
 - 4.1 Conductor
 - 4.1.1 Perfil del Conductor
 - 4.1.2 Funciones específicas de la categoría
 - 4.2 Inspector Jefe de Estación
 - 4.2.1 Perfil del Inspector Jefe de Estación
 - 4.2.2 Funciones específicas de la categoría
 - 4.3 Regulador de Transportación del Puesto Central de Control
 - 4.3.1 Perfil del Regulador de Transportación del Puesto Central de Control
 - 4.3.2 Funciones específicas de la categoría

CAPITULO 5

- 5 Lineamientos técnicos de señalización para la conducción
 - 5.1 Señales Fijas
 - 5.1.1 Espaciamiento
 - 5.1.2 Maniobra
 - 5.2 Franqueamiento de señalización
 - 5.2.1 Autorizados
 - 5.2.2 No autorizados

CAPITULO 6

- 6 Caso de estudio
 - 6.1 Sistema Inteligente aplicado al Transporte urbano (SIT)
 - 6.2 Dispositivo electrónico

CAPITULO 7

- 7 Aplicaciones futuras
 - 7.1 LÍNEA A
 - 7.2 LÍNEA B

CAPITULO 8

- 8 Resultados

CAPITULO 9

- 9 Conclusiones y recomendaciones

Para llevar a cabo lo anterior, le solicito atentamente, de no haber inconveniente de su parte, nos indique el nombre de la persona designada por Usted, con quien pueden establecer contacto los participantes, para obtener la cita para realizar la prueba correspondiente a fin de lograr el objetivo de verificar el funcionamiento del dispositivo electrónico a instalar.

Asimismo, le informo que el personal de Material Rodante que ha colaborado en el desarrollo del proyecto citado y que será el responsable de la prueba solicitada es el Ing. Alfonso Tavira Peralta.

Es pertinente señalar a su consideración los datos de los participantes del Proyecto y corresponsables de la prueba, a fin de que también se pueda establecer una comunicación más ágil a través de los medios electrónicos disponibles actualmente:



Nombre	Exp.	Categoría	Ext.	Horario de labores	Teléfono	Correo Electrónico
Arturo Rodríguez Villegas	6859	Regulador de PCC de Transportación	4756 y 4786	18:00 a 00:30 horas	67977788 y 5529521658	rova57stc@hotmail.com
Christian Alexander López Vázquez	28023	Regulador de PCC de Transportación	4787 y 4788	18:00 a 00:30 horas	5529654941	chris_alex1212@hotmail.com

Seguro de contar con sus distinguidas consideraciones, agradezco la atención que sirva a dar al presente y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

ING. JOSÉ LUIS MORENO TORRES
GERENTE DE LÍNEAS 1, 3, 4 y 12

c.c.p.
Ing. Nahum Leal Barroso.-Encargado de la Subdirección General de Operación.
Ing. Jorge Javier Jiménez Alcaraz.- Encargado de la Subdirección General de Mantenimiento.
Ing. Luis Ruiz Hernández.- Director de Transportación.
Ing. Juan Carlos rubio Castro.- Encargado de la Dirección de Ingeniería y Desarrollo Tecnológico.
Dr. José Ángel Bermejo Arenas.- Gerente de Ingeniería y Nuevos Proyectos.
Ing. Mauricio Vargas Piña.-Subgerente de Control Central.
Ing. Alberto Peña Flores.- Coordinador de Mantenimiento Sistemático de Constitución de 1917.
Ing. Alfonso Tavira Peralta.- Jefe de Sección de Mantenimiento Correctivo de Talleres Constitución de 1917.
C. Arturo Rodríguez Villegas.- Regulador de PCC de Transportación.
C. Christian Alexander López Vázquez.- Regulador de PCC de Transportación.
 Archivo/minutario

JLMT/ht*

Delicias No. 67, PCC 1 - 6° piso, Col. Centro, C.P. 06070, Delegación Cuauhtémoc.
T. 5709 1253, 5627 4790 y 5627 4791



SECRETARÍA DE TRANSPORTES Y CALIDAD DEL SERVICIO
SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO

CD
CITY OF MEXICO
130 años

Clave: 61010
Ref: SGL7894/02418

México, D. F. a 09 de febrero de 2015

monica
15:01



ING. MARTIN ESQUIVEL RODRIGUEZ
DIRECTOR DE MANTENIMIENTO DE MATERIAL RODANTE
P R E S E N T E

En atención al Concurso de Apoyos para el desarrollo de Proyectos con aplicación al Sistema de Transporte Colectivo de la Ciudad de México 2014, premio a la innovación tecnológica "Ing. Juan Manuel Ramirez Caraza", en el cual tiene registro el Proyecto denominado "Optimización de los Recursos Materiales y Humanos del Sistema de Transporte Colectivo (Metro) en la Operación de los Trenes que circulan en Línea 8, monitorizando el uso de Botón de Vigilancia", por los participantes, C. Arturo Rodríguez Villegas y Christian Alexander López Vázquez y en el que quien suscribe ha sido seleccionado como Tutor.

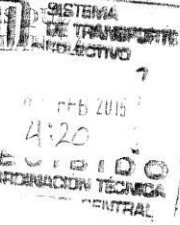
Al respecto, me permito solicitarle a Usted el apoyo y las autorizaciones correspondientes para que a los participantes del proyecto citado, se les proporcione en las áreas de la Gerencia a su digno cargo, la información que sea de su competencia, de acuerdo al Temario del Proyecto citado que a continuación se menciona:

OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO (METRO) EN LA OPERACIÓN DE LOS TRENES QUE CIRCULAN EN LÍNEA 8. MONITORIZANDO EL USO DEL BOTÓN DE VIGILANCIA

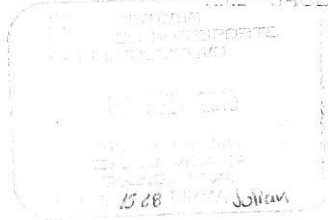
SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO
CAPITULO

Antecedentes de operación del Sistema de Transporte Colectivo (METRO)

- 1.1 Antecedentes históricos
- 1.2 Modelos del Material Rodante en operación
- 1.3 Sistema de Piloteo Automático
 - 1.3.1 DA 135 LINE
 - 1.3.2 65CEM



Hector
16-03



C-08
DMMR.

REF.: 71000/DMMR/2015/

Ciudad de México, a 559

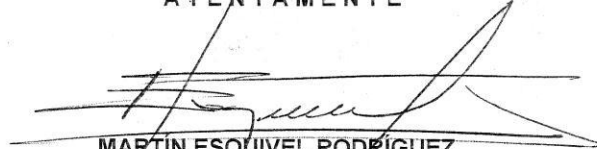
25 FEB 2015

ING. JOSÉ LUIS MORENO TORRES
SUBGERENTE DE LÍNEAS 7, 8, 9 Y A.
P R E S E N T E

En atención al oficio de referencia SGL789A/024/15, de fecha 09 de febrero del año en curso, en donde solicita se brinde el apoyo y autorización a los participantes C. Arturo Rodríguez Villegas y Christian Alexander López Vázquez sobre su proyecto, le informo que están siendo atendidos por el Técnico Profesional C. Humberto Gutiérrez Flores, en la Coordinación de Mantenimiento Sistemático Constitución de 1917, quien les ha proporcionado la información requerida, así mismo le anexo sírvase encontrar el Manual sobre el "Equipo de Pilotaje Automático SACEM embarcado en trenes de Línea 8".

En espera de que esta información le sea de utilidad, hago propicia la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE


MARTIN ESQUIVEL RODRÍGUEZ
DIRECTOR DE MANTENIMIENTO DE MATERIAL RODANTE

SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO
SUBGERENCIA DE LINEAS
7, 8, 9 y A

Miércoles 25/feb/15
3:23 PM
Alexander Eduardo J.L

Anexo: lo indicado

c.c.p.- Subgerencia de Mantenimiento Sistemático I s/a (070)
Coordinación de Mantenimiento Sistemático Constitución de 1917 s/a (0360)
Archivo.
Minutario.


FJAV/JAPF/lbv*

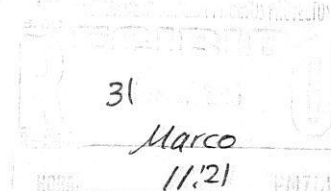


Clave: 61010

Ref.: SGL789A/056/15

México, D. F., a 31 de Marzo de 2015

ING. LUIS RUIZ HERNÁNDEZ
DIRECTOR DE TRANSPORTACIÓN
PRESENTE



En atención al Concurso de Apoyos para el desarrollo de Proyectos con aplicación al Sistema de Transporte Colectivo de la Ciudad de México 2014, premio a la innovación tecnológica "Ing. Juan Manuel Ramírez Caraza", en el cual tiene registro el Proyecto denominado "Optimización de los Recursos Materiales y Humanos del Sistema de Transporte Colectivo (Metro) en la Operación de los Trenes que circulan en Línea 8, monitorizando el uso de Botón de Vigilancia", por los participantes, C. Arturo Rodríguez Villegas y Christian Alexander López Vázquez y en el que quien suscribe ha sido seleccionado como Tutor.

Al respecto, me permito solicitarle a Usted el apoyo y las autorizaciones correspondientes para que a los participantes del proyecto citado, se les proporcione, la información que sea de su competencia y las facilidades para el desarrollo del Temario del Proyecto citado.

Específicamente lo que se requiere es:

- a) La información referente a la cantidad de Franqueamientos indebidos de Señales al Alto, en la Línea 8 del año 2007 a año 2014.
- b) Realización de tomas fotográficas del personal de las diversas Categorías de Transportación durante el desarrollo de sus labores.
- c) Realización de tomas fotográficas de la Señalización en las Líneas de la Red así como a bordo de los Trenes.

Para llevar a cabo lo anterior, le solicito atentamente, de no haber inconveniente de su parte, nos indique el nombre de la persona designada por Usted, con quien pueden establecer contacto los participantes, para obtener las citas correspondientes a fin de lograr avanzar en



Clave: 61310

Ref.: SGL789A/056/15

México, D.F., el 31 de Marzo de 2015



**ING. LUIS RUIZ HERNÁNDEZ
DIRECTOR DE TRANSPORTACIÓN
P R E S E N T E**

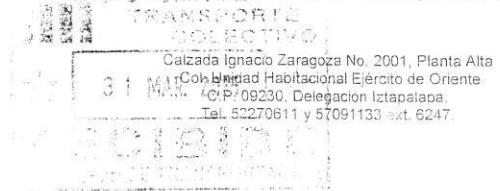
En atención al **Concurso de Apoyos para el desarrollo de Proyectos con aplicación al Sistema de Transporte Colectivo de la Ciudad de México 2014**, premio a la innovación tecnológica "Ing. Juan Manuel Ramírez Caraza", en el cual tiene registro el Proyecto denominado "*Optimización de los Recursos Materiales y Humanos del Sistema de Transporte Colectivo (Metro) en la Operación de los Trenes que circulan en Línea 8, monitorizando el uso de Botón de Vigilancia*", por los participantes, C. Arturo Rodríguez Villegas y Christian Alexander López Vázquez y en el que quien suscribe ha sido seleccionado como Tutor.

Al respecto, me permito solicitarle a Usted el apoyo y las autorizaciones correspondientes para que a los participantes del proyecto citado, se les proporcione, la información que sea de su competencia y las facilidades para el desarrollo del Temario del Proyecto citado.

Específicamente lo que se requiere es:

- a) La información referente a la cantidad de Franqueamientos indebidos de Señales al Alto, en la Línea 8 del año 2007 a año 2014.
- b) Realización de tomas fotográficas del personal de las diversas Categorías de Transportación durante el desarrollo de sus labores.
- c) Realización de tomas fotográficas de la Señalización en las Líneas de la Red así como a bordo de los Trenes.

Para llevar a cabo lo anterior, le solicito atentamente, de no haber inconveniente de su parte, nos indique el nombre de la persona designada por Usted, con quien pueden establecer contacto los participantes, para obtener las citas correspondientes a fin de lograr avanzar en



la obtención de la información y realización de las visitas a las Líneas bajo su digno cargo, que se requieran para el desarrollo del proyecto.

Asimismo pongo a su consideración los datos de los participantes a fin de que también se pueda establecer una comunicación más ágil a través de los medios electrónicos disponibles actualmente:

Nombre	Exp.	Categoría	Ext.	Horario de labores	Teléfono	Correo Electrónico
Arturo Rodríguez Villegas	6859	Regulador de PCC de Transportación	4756 y 4786	18:00 a 00:30 horas	67977788 y 5529521658	rova57stc@hotmail.com
Christian Alexander López Vázquez	28023	Regulador de PCC de Transportación	4787 y 4788	06:00 a 12:30 horas	5529654941	chris_alex1212@hotmail.com

Seguro de contar con sus distinguidas consideraciones, agradezco la atención que sirva a dar al presente y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

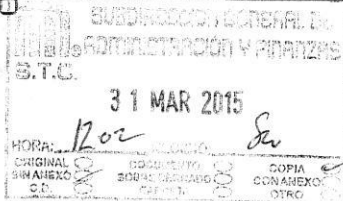
ATENTAMENTE

ING. JOSÉ LUIS MORENO FORRES
SUBGERENTE DE LINEAS 7, 8, 9 Y A

c.c.p. Ing. Salomón Solay Zyman.- Subdirector General de Operación. ✓
 Ing. Oscar Leopoldo Díaz González Palomas.- Subdirector General de Mantenimiento. ✓
 Ing. Miguel Gerardo Requis Bustos.- Director de Ingeniería y Desarrollo Tecnológico. ✓
 Ing. Horacio Pineda Aguilar.- Gerente de Líneas 7, 8, 9 y A, Encargado de Línea 12. ✓
 Dr. José Ángel Bermejo Arenas.- Gerente de Ingeniería y Nuevos Proyectos. ✓
 Ing. Rafael Lino Ascencio Flores.- Subgerente de Control Central. ✓
 C. Arturo Rodríguez Villegas.- Regulador de PCC de Transportación.
 C. Christian Alexander López Vázquez.- Regulador de PCC de Transportación,
 Archivo.

JLMT

Calle Ignacio Zaragoza No. 2001, Planta Alta
 Col. Unidad Habitacional Ejército de Oriente
 C.P. 06230, Delegación Iztapalapa
 Tel. 52270611 y 57091133 ext. 6247.



México, D.F., a 31 de Marzo de 2015

LIC. GABRIELA KAREM LOYA MINERO
DIRECTORA DE ADMINSTRACIÓN DE PERSONAL
PRESENTE

En atención al Concurso de Apoyos para el desarrollo de Proyectos con aplicación al Sistema de Transporte Colectivo de la Ciudad de México 2014, premio a la innovación tecnológica “Ing. Juan Manuel Ramírez Caraza”, en el cual tiene registro el Proyecto denominado “Optimización de los Recursos Materiales y Humanos del Sistema de Transporte Colectivo (Metro) en la Operación de los Trenes que circulan en Línea 8, monitorizando el uso de Botón de Vigilancia”, por los participantes, C. Arturo Rodríguez Villegas y Christian Alexander López Vázquez y en el que quien suscribe ha sido seleccionado como Tutor.

Al respecto, me permito solicitarle a Usted el apoyo y las autorizaciones correspondientes para que a los participantes del proyecto citado, se les proporcione en las áreas de la Dirección a su digno cargo, la información que sea de su competencia, de acuerdo al Temario del Proyecto citado que a continuación se menciona:

OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO (METRO) EN LA OPERACIÓN DE LOS TRENES QUE CIRCULAN EN LÍNEA 8, MONITORIZANDO EL USO DEL BOTON DE VIGILANCIA

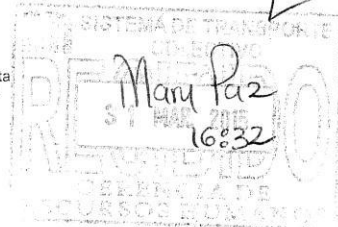
CAPITULO 1

1. Antecedentes de operación del Sistema de Transporte Colectivo (METRO)
 - 1.1 Antecedentes históricos
 - 1.2 Modelos del Material Rodante en operación
 - 1.3 Sistema de Pilotaje Automático
 - 1.3.1 PA 135 KHZ
 - 1.3.2 SACEM

CAPITULO 2

2. Situación actual de la operación de Línea 8
 - 2.1 Antecedentes de la operación de la Línea 8

Calzada Ignacio Zaragoza No. 2001, Planta Alta
 Col. Unidad Habitacional Ejército de Oriente
 C.P. 09230, Delegación Iztapalapa.
 Tel. 52270611 y 57091133 ext. 6247.



Clave: 81310

Ref.: SGL789A/057/15

México, D. F., a 31 de Marzo de 2015

LIC. GABRIELA KAREM LOYA MINERO
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN DE PERSONAL
P R E S E N T E

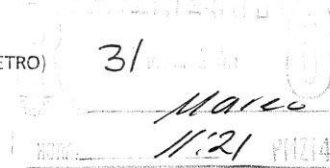
En atención al Concurso de Apoyos para el desarrollo de Proyectos con aplicación al Sistema de Transporte Colectivo de la Ciudad de México 2014, premio a la innovación tecnológica "Ing. Juan Manuel Ramírez Caraza", en el cual tiene registro el Proyecto denominado "Optimización de los Recursos Materiales y Humanos del Sistema de Transporte Colectivo (Metro) en la Operación de los Trenes que circulan en Línea 8, monitorizando el uso de Botón de Vigilancia", por los participantes, C. Arturo Rodríguez Villegas y Christian Alexander López Vázquez y en el que quien suscribe ha sido seleccionado como Tutor.

Al respecto, me permito solicitarle a Usted el apoyo y las autorizaciones correspondientes para que a los participantes del proyecto citado, se les proporcione en las áreas de la Dirección a su digno cargo, la información que sea de su competencia, de acuerdo al Temario del Proyecto citado que a continuación se menciona:

OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO (METRO) EN LA OPERACIÓN DE LOS TRENES QUE CIRCULAN EN LÍNEA 8, MONITORIZANDO EL USO DEL BOTÓN DE VIGILANCIA

CAPITULO 1

1. Antecedentes de operación del Sistema de Transporte Colectivo (METRO)
 - 1.1 Antecedentes históricos
 - 1.2 Modelos del Material Rodante en operación
 - 1.3 Sistema de Pilotaje Automático



CAPITULO 2

2. Situación actual de la operación de Línea 8
 - 2.1 Antecedentes de la operación de la Línea 8



Calzada Ignacio Zaragoza No. 2001, Planta Alta
Col. Unidad Habitacional Ejército de Oriente
C.P. 09230, Delegación Iztapalapa.
Tel. 52270611 y 57091133 ext. 6247.

Clave: 61310

Ref.: SGL789A/058/15

México, D. F., a 31 de Marzo de 2015

ING. OCTAVIO LOMELI ESCOBAR
ENCARGADO DE LA GERENCIA DE INSTALACIONES FIJAS *Juan*
P R E S E N T E

En atención al Concurso de Apoyos para el desarrollo de Proyectos con aplicación al Sistema de Transporte Colectivo de la Ciudad de México 2014, premio a la innovación tecnológica "Ing. Juan Manuel Ramírez Caraza", en el cual tiene registro el Proyecto denominado "Optimización de los Recursos Materiales y Humanos del Sistema de Transporte Colectivo (Metro) en la Operación de los Trenes que circulan en Línea 8, monitorizando el uso de Botón de Vigilancia", por los participantes, C. Arturo Rodríguez Villegas y Christian Alexander López Vázquez y en el que quien suscribe ha sido seleccionado como Tutor.

Al respecto, me permito solicitarle a Usted el apoyo y las autorizaciones correspondientes para que a los participantes del proyecto citado, se les proporcione en las áreas de la Gerencia a su digno cargo, la información y las facilidades necesarias para realizar una serie de fotografías en el interior de los diversos locales Técnicos que son de su competencia, de acuerdo al Temario del Proyecto citado que a continuación se menciona:

OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO (METRO) EN LA OPERACIÓN DE LOS TRENES QUE CIRCULAN EN LÍNEA 8, MONITORIZANDO EL USO DEL BOTON DE VIGILANCIA

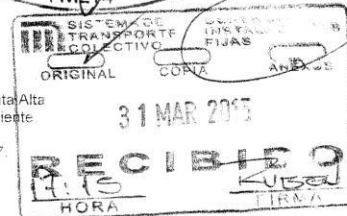
CAPITULO 1

- 1. Antecedentes de operación del Sistema de Transporte Colectivo (METRO)
 - 1.1 Antecedentes históricos
 - 1.2 Modelos del Material Rodante en operación
 - 1.3 Sistema de Pilotaje Automático
 - 1.3.1 PA 135 KHZ
 - 1.3.2 SACEM

CAPITULO 2

- 2. Situación actual de la operación de Línea 8 *Morco 11:21*
 - 2.1 Antecedentes de la operación de la Línea 8

Calzada Ignacio Zaragoza No. 2001, Planta Alta
Col. Unidad Habitacional Ejército de Oriente.
C.P. 09230, Delegación Iztapalapa
Tel. 52270611 y 57091133 ext. 6247.





Clave: 61310

Ref.: SGL789A/058/15

México, D. F., a 31 de Marzo de 2015

ING. OCTAVIO LOMELÍ ESCOBAR
ENCARGADO DE LA GERENCIA DE INSTALACIONES FIJAS
PRESENTE

En atención al **Concurso de Apoyos para el desarrollo de Proyectos con aplicación al Sistema de Transporte Colectivo de la Ciudad de México 2014**, premio a la innovación tecnológica “**Ing. Juan Manuel Ramírez Caraza**”, en el cual tiene registro el Proyecto denominado “**Optimización de los Recursos Materiales y Humanos del Sistema de Transporte Colectivo (Metro) en la Operación de los Trenes que circulan en Línea 8, monitorizando el uso de Botón de Vigilancia**”, por los participantes, C. Arturo Rodríguez Villegas y Christian Alexander López Vázquez y en el que quien suscribe ha sido seleccionado como Tutor.

Al respecto, me permito solicitarle a Usted el apoyo y las autorizaciones correspondientes para que a los participantes del proyecto citado, se les proporcione en las áreas de la Gerencia a su digno cargo, la información y las facilidades necesarias para realizar una serie de fotografías en el interior de los diversos locales Técnicos que son de su competencia, de acuerdo al Temario del Proyecto citado que a continuación se menciona:

OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO (METRO) EN LA OPERACIÓN DE LOS TRENES QUE CIRCULAN EN LÍNEA 8, MONITORIZANDO EL USO DEL BOTON DE VIGILANCIA

CAPITULO 1

1. Antecedentes de operación del Sistema de Transporte Colectivo (METRO)

- 1.1 Antecedentes históricos
- 1.2 Modelos del Material Rodante en operación
- 1.3 Sistema de Pilotaje Automático
 - 1.3.1 PA 135 KHZ
 - 1.3.2 SACEM



CAPITULO 2

2. Situación actual de la operación de Línea 8

- 2.1 Antecedentes de la operación de la Línea 8

Calzada Ignacio Zaragoza No. 2001, Planta Alta
Col. Unidad Habitacional Ejército de Oriente
C.P. 09230, Delegación Iztapalapa.
Tel. 52270611 y 57091133 ext. 6247.

61100/GL134y12/1332/2015

México, D. F., a 18 de agosto de 2015

ING. HORACIO PINEDA AGUILAR
GERENTE DE LÍNEAS 7, 8, 9, "A" y
ENCARGADO DE LA LÍNEA 12

PRESENTE

En atención al **Concurso de Apoyos para el desarrollo de Proyectos con aplicación al Sistema de Transporte Colectivo de la Ciudad de México 2014**, premio a la innovación tecnológica "Ing. Juan Manuel Ramírez Caraza", en el cual tiene registro el Proyecto denominado "*Optimización de los Recursos Materiales y Humanos del Sistema de Transporte Colectivo (Metro) en la Operación de los Trenes que circulan en Línea 8, monitorizando el uso de Botón de Vigilancia*", por los participantes, C. Arturo Rodríguez Villegas y Christian Alexander López Vázquez y en el que quien suscribe ha sido seleccionado como Tutor.

Al respecto, me permito solicitarle a Usted el apoyo y las autorizaciones correspondientes para que a los participantes del proyecto citado, se les proporcione las facilidades necesarias para **realizar el día 20 de agosto de 2015, una prueba con un Tren y un Conductor de Línea 8, durante 2 vueltas, a partir de las 10:00 horas, conforme al capítulo 6 de Temario del Proyecto citado** que fue mencionado en el Oficio GL134y12/1298/2015 con fecha 12 de agosto del año en curso, dirigido a usted para el mismo fin, del cual Anexo copia del Reporte de las Pruebas correspondientes realizadas el 13 de agosto de 2015.

Para llevar a cabo lo anterior, le solicito atentamente, de no haber inconveniente de su parte, nos indique el nombre de la persona designada por Usted, con quien pueden establecer contacto los participantes, para obtener la cita para realizar la prueba correspondiente a fin de lograr el objetivo de verificar el funcionamiento del dispositivo electrónico a instalar.

Asimismo, le informo que el personal de Material Rodante que ha colaborado en el desarrollo del proyecto citado y que será el responsable de la prueba solicitada es el Ing. Alfonso Tavira Peralta.

Anexo 5

Manual de Actualización para personal de transportación de línea 8.

PRESENTACIÓN

OBJETIVO GENERAL

Unidad 1.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MODOS DE CONDUCCIÓN EN SISTEMA SACEM

- 1.1 Ubicación de los conmutadores y sus posiciones
 - 1.2 Automatización
 - 1.3 Modos de conducción
 - 1.4 Pilotaje Automático (PA)
 - 1.5 Conducción Manual Controlada (CMC)
 - 1.6 Marcha a la Vista (MAV)
 - 1.7 Conducción Manual Limitada a T2 (CL T2)
 - 1.8 Vigilancia General durante la marcha
- Unidad 2.

OPERACIONES A EFECTUAR POR EL CONDUCTOR

- 2.1 Franqueamiento de señales
- 2.2 Salida de tren en posición de estacionamiento
- 2.3 Entrada y salida de trenes del taller
- 2.4 Cambios de cabina Zona de Maniobras
- 2.5 Conocer la monitorización del botón de Vigilancia

El monitoreo del botón BV se lleva a cabo mediante la telefonía TETRA que se encuentra instalada en la línea 8, en el cual cuando se oprime emite una señal que se desplegará en el monitor ubicado en el pupitre del tablero de Línea 8 del PCC, éste a su vez emitirá un mensaje y una señal acústica que tendrá que ser vista por el regulador en el monitor de telefonía TETRA y así poder ubicar que número de motriz y en su caso el número de tren que utiliza el botón BV al ser degradado el modo de conducción, con o sin autorización del regulador del PCC.

2.6 Lineamientos establecidos para el uso del botón de vigilancia

El uso correcto del botón BV se debe de aplicar con la previa autorización del Regulador del PCC de la línea en cuestión, este debe ser cuando el tren se encuentre apagado ya sea al inicio de servicio o por cualquier otro motivo, este se encontrará desinicializado, para lo cual para poder inicializarlo se tendrá que utilizar el botón BV para obtener el modo de conducción MAV-15 (amarillo).

Posteriormente se utilizará el procedimiento de relocalización, se aplica en el caso de obtener MAV-15 con señalización PA FS encendida del VISUCAB.

Otra situación se puede presentar en el uso del botón BV, para el franqueamiento de DBOs, señales al alto en vías principales o en vías secundarias y para rebasar puntos meta.

Para lo anterior se debe de tener el Visucab encendido, y en caso de tenerlo apagado se tendrá que hacer el procedimiento de reinicialización o encendido del VISUCAB.

- Llave “C” pasarla al neutro, esperar 3 segundos y regresar a la conducción CMC.
- Verificar posición de llave “T1” en servicio.
- Manipulador en la posición de frenado F1 a F6.
- Oprimir el botón “FD” una vez (hasta obtener el sostenimiento de cierre de puertas y soltarlo).
- Hecho lo anterior esperar aproximadamente 13 segundos durante los cuales el VISUCAB emitirá una señal auditiva y encenderá en forma momentánea como un parpadeo, posteriormente el VISUCAB encenderá en MAV amarillo (15 Kph).
- Nota: De no encender el VISUCAB en el primer intento con el procedimiento anterior se recomienda aplicarlo una vez más.

2.7 Franqueamientos autorizados por el PCC de señales al alto

Zonas SACEM

- Colocar el manipulador en F3
- Colocar el conmutador “C” en “CMC”
- Oprimir el botón de vigilancia (VB)
- En VISUCAB aparecerá MAV verde 35 y se apaga “No salida”
- Procedimiento de partida
 - Franquear respetando las reglas de la marcha de seguridad

Zonas SILEC

- Colocar el conmutador “C” en CMC
- VISUCAM visualiza MAV amarillo 15 km/hr y No Salida
- Procediendo de partida
- Levantar arillo de hombre muerto y traccionar
- El tren intenta rebasar la señal bloqueada y se bloquea
- Aparece triángulo rojo, SILEC FS, Franq. SILEC; y una alerta acústica
- Colocar el manipulador en F3
- Oprimir botón de vigilancia
- Desaparece triángulo rojo, SILEC FS, Franq. SILEC; y desbloquea el tren
- Procedimiento de partida
- Levantar el arillo de hombre muerto y traccionar

2.8 Inicialización del tren en zonas SACEM

Para inicializar un tren en zona SACEM es necesario cumplir con el siguiente procedimiento, de lo contrario el sistema penalizará la conducción a 15 km/hr, hasta que sea inicializado el tren, es decir, un tren en su estado natural se encuentra desinicializado, cuando sale de garaje, talleres, vías secundarias o es apagado voluntariamente en línea.

Para inicializar un tren se debe:

- a) Colocar manipulador en F3
- b) Llave C en CMC
- c) T1 en Servicio
- d) VISUCAB mostrara MAV Amarillo 15 y PA FS
- e) Procedimiento de partida
- f) Traccionar
- g) Pasar el tren por la balizas de inicialización
- h) Después de haber pasado por las balizas de inicialización (70 metros después aprox.), se apaga la leyenda PA FS, significa que el tren se encuentra inicializado y el CMC se validará aproximadamente a 20 metros antes semáforo en verde.
- i) Al pasar por la baliza de relocalización y ante una señal en permisivo la información del tren se conmuta a los sensores de transmisión continua y en el VISUCAB se presentará la Velocidad Objetivo, entonces se dice que el tren está inicializado y localizado

2.9 Sanciones correspondientes ante el incumplimiento de los lineamientos establecidos en la conducción.

El incumplimiento de los lineamientos en la conducción de los trenes se hará de acuerdo a las sanciones que apliquen conforme al reglamento de las condiciones generales de trabajo vigentes, dependiendo de la magnitud del incidente.

Anexo 6

Modelos de material Rodante STC Metro

Modelo	Motrices de Conducción	FOTO
MP68R93	COMPREDIDOS ENTRE LAS MOTRICES 001-120	
MP68R96B	COMPREDIDOS ENTRE LAS MOTRICES 001-120	
MP68R96C	M0042-0058 M0062-0088 M0022-0072 M0029-0089	
NM73AR	COMPREDIDOS ENTRE LAS MOTRICES 122-200	
NM73BR	COMPREDIDOS ENTRE LAS MOTRICES 0122-0200 Y ENTRE LAS MOTRICES 0552-0581	
NM79	COMPREDIDOS ENTRE LAS MOTRICES 0201-0317	

NC 82	COMPREDIDOS ENTRE LAS MOTRICES 0318-0357	
MP82	COMPREDIDOS ENTRE LAS MOTRICES 0358-0407	
MP82RH	COMPREDIDOS ENTRE LAS MOTRICES 0358-0407	
NM83A	COMPREDIDOS ENTRE LAS MOTRICES 0408-0469	
NM83B	COMPREDIDOS ENTRE LAS MOTRICES 0470-519	
NE92	COMPREDIDOS ENTRE LAS MOTRICES 0520-550	
NM02	COMPREDIDOS ENTRE LAS MOTRICES 0582-0671	

FM86*	COMPREDIDOS ENTRE LAS MOTRICES 0001-0040	
FM95A*	COMPREDIDOS ENTRE LAS MOTRICES 0041-0066	
FE07*	COMPREDIDOS ENTRE LAS MOTRICES 0067-0072	
FE10*	COMPREDIDOS ENTRE LAS MOTRICES 0001-0060	
*TRENES FERREOS		

Anexo 7

Desglose de los costos para la realización del dispositivo BVPCC01-15

TABLA DE COSTOS

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO (pesos)	TIEMPO DE VIDA (Hrs)
1	botón pulsador	\$ 3.00	100 000
5	resistencias	\$ 5.00	100 000
2	Leds	\$ 1.00	100 000
1	diodos	\$ 1.00	80 000
1	transistor TIP41	\$ 5.00	5 años
1	CI NE 555	\$ 15.00	7 años
1	transistor 2N2222A	\$ 5.00	5 años
1	capacitor	\$ 1.00	80 000
1	Relé	\$ 25.00	100 000
1	placa	\$ 10.00	-----
1	lámpara (foco)	\$ 10.00	10 000
200ml	solvente cloruro férrico	\$ 18.00	-----
2 pzas.	Papel couche	\$ 12.00	-----
3 días	Mano de obra	\$ 901.56	-----