



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO



SISTEMA  
DE TRANSPORTE  
COLECTIVO

<b>No. Clave:</b> <b>2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>FECHA: Agosto 2020</b>	<b>HOJA: 1 de 129</b>
<b>TITULO:</b>  <b>ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL CBTC</b>	<b>ESTACIÓN / TRAMO:</b>  <b>LINEA 1 DE OBSERVATORIO A PANTITLAN Y TALLERES</b>	
<b>RESPONSABLE:</b>  ING. OMAR MOYA RODRÍGUEZ		
<b>REVISÓ:</b>  ING. J. RAMÓN VÁZQUEZ DEL MERCADO		
<b>ELABORÓ:</b>  STC		

**FICHA DE SEGUIMIENTO DE LAS REVISIONES**

<b>No.</b>	<b>Descripción de la Modificación</b>	<b>Fecha</b>
4	Especificación Funcional CBTC Línea 1	25/Agosto/20

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>ABREVIATURAS Y DEFINICIONES.....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>12</b>
3.1	DOCUMENTOS APLICABLES.....	12
3.2	NORMAS APLICABLES.....	13
<b>4</b>	<b>ALCANCE.....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>18</b>
5.1	INTRODUCCIÓN.....	18
5.2	LA LÍNEA UNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO.....	18
5.3	OPERACIÓN FUTURA.....	20
5.4	OTROS PROYECTOS.....	20
5.5	PLAN DE MIGRACIÓN.....	20
5.6	PLAN REFERENCIAL DEL PROYECTO.....	23
5.7	CONDICIONES Y RESTRICCIONES GENERALES DEL PROYECTO.....	23
<b>6</b>	<b>REQUISITOS PARA EL LICITANTE GANADOR.....</b>	<b>24</b>
<b>7</b>	<b>ASPECTOS GENERALES.....</b>	<b>26</b>
<b>8</b>	<b>ARQUITECTURA FUNCIONAL DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN CBTC.....</b>	<b>27</b>
<b>9</b>	<b>FUNCIONES DE SEÑALIZACIÓN PARA LA OPERACIÓN DE LOS TRENES.....</b>	<b>28</b>
9.1	GARANTÍA, SEGURIDAD, PROTECCIÓN Y ESTABLECIMIENTO DEL ITINERARIO.....	28
9.2	SUPERVISIÓN DEL ITINERARIO.....	29
9.3	ENCLAVAMIENTO DEL ITINERARIO.....	29
9.4	DESENCLAVAMIENTO DEL ITINERARIO.....	30
9.5	GARANTÍA DE SEPARACIÓN DE SEGURIDAD ENTRE TRENES.....	31
9.6	LOCALIZACIÓN DE TRENES COMUNICANTES EQUIPADOS CON EL SISTEMA CBTC.....	31
9.7	INICIO DE LA FUNCIÓN PARA CONOCER LA UBICACIÓN DE LOS TRENES COMUNICANTES EQUIPADOS CON EL SISTEMA CBTC.....	31
9.8	DETERMINACIÓN DE LA ORIENTACIÓN DEL TREN.....	32
9.9	DETERMINACIÓN DEL SENTIDO DE LA MARCHA REAL DEL TREN.....	32
9.10	DETERMINACIÓN DE LA UBICACIÓN DEL TREN.....	32
9.11	LOCALIZACIÓN DE TRENES NO COMUNICANTES POR SECCIONES DE VÍA.....	33
9.12	DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD PERMITIDA.....	33
9.13	DETERMINACIÓN DEL PERFIL ESTÁTICO DE VELOCIDAD.....	34
9.14	DETERMINACIÓN DE LAS LIMITACIONES TEMPORALES DE VELOCIDAD EN LA INFRAESTRUCTURA.....	34
9.15	DETERMINACIÓN DE LAS LIMITACIONES PERMANENTES DE VELOCIDAD DEL MATERIAL RODANTE.....	35
9.16	DETERMINACIÓN DE LAS LIMITACIONES TEMPORALES DE VELOCIDAD DEL MATERIAL RODANTE.....	35
9.17	AUTORIZACIÓN DE MOVIMIENTO PARA UN TREN.....	35
9.18	DETERMINAR EL LÍMITE DE LA AUTORIZACIÓN DE MOVIMIENTO.....	36
9.19	DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE CONTROL DE LA VELOCIDAD.....	36



**TÍTULO:  
ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA  
CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

**No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00**

HOJA: 2 DE 129

9.20	FUNCIONAMIENTO DE LA SEÑALIZACIÓN LATERAL DE MANIOBRA ANTE LA AUTORIZACIÓN DE MOVIMIENTO DE UN TREN. ....	37
9.21	DETERMINACIÓN DE UNA ZONA DE PROTECCIÓN.....	38
9.22	DETENER UN TREN QUE SE ENCUENTRA CUMPLIENDO SU ITINERARIO .....	39
9.23	AUTORIZACIÓN DE ENTRADA DE TRENES EQUIPADOS CON EL SISTEMA CBTC QUE NO SE ENCUENTRA OPERATIVO EN UNA ZONA EQUIPADA CON EL SISTEMA CBTC.....	40
9.24	SUPERVISIÓN DEL MOVIMIENTO DE UN TREN .....	40
9.25	DETERMINAR LA VELOCIDAD REAL DEL TREN.....	40
9.26	SUPERVISIÓN DE LA VELOCIDAD DE SEGURIDAD DEL TREN.....	41
9.27	SUPERVISIÓN DE LA DERIVA DE LOS TRENES.....	42
9.28	REACCIÓN ANTE MOVIMIENTOS NO AUTORIZADOS DE TRENES EQUIPADOS CON EL SISTEMA CBTC QUE NO SE ENCUENTRA OPERATIVO.....	42
<b>10</b>	<b>CONDUCCIÓN DEL TREN.....</b>	<b>43</b>
10.1	DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE CONSIGNA .....	43
10.2	PARADA DEL TREN EN LA SIGUIENTE ESTACIÓN.....	45
<b>11</b>	<b>SUPERVISIÓN DE LA VÍA .....</b>	<b>46</b>
11.1	SUPERVISIÓN DEL DISPOSITIVO DE DETECCIÓN DE OBSTÁCULOS INSTALADO A BORDO DEL TREN.....	46
11.2	REACCIÓN ANTE LA SOLICITUD DE PARADA DE EMERGENCIA REALIZADA DESDE UN ANDÉN. ....	47
11.3	SUPERVISIÓN DE LAS PUERTAS DE ANDÉN EN TODA LA LÍNEA.....	48
11.4	SUPERVISIÓN DE LAS PUERTAS DE FINAL DE ANDÉN EN TODA LA LÍNEA .....	49
11.5	PROTECCIÓN DEL PERSONAL QUE SE ENCUENTRAN EN LA VÍA .....	49
11.6	SUPERVISIÓN DEL ASCENSO Y DESCENSO DE PASAJEROS .....	50
11.6.1	<i>Control de las puertas del tren y de las puertas de seguridad de andén. ....</i>	<i>50</i>
11.6.1.1	Autorización de apertura de puertas .....	50
11.6.1.2	Orden de apertura de puertas.....	51
11.6.1.3	Solicitud de cierre de puertas.....	52
11.6.1.4	Supervisión del cierre de puertas .....	53
11.7	EXPLOTACIÓN DE UN TREN.....	53
11.7.1	<i>Puesta del tren en explotación o fuera de servicio .....</i>	<i>53</i>
11.7.1.1	Preparación del Tren .....	53
11.7.1.2	Puesta del tren en modo inactivo .....	54
11.7.2	<i>Gestión de los modos de conducción .....</i>	<i>55</i>
11.7.3	<i>Gestión del desplazamiento de los trenes entre dos estaciones.....</i>	<i>57</i>
11.7.4	<i>Gestión de los depósitos.....</i>	<i>58</i>
11.7.5	<i>Vías de enlace.....</i>	<i>58</i>
11.7.6	<i>Ubicación de las estaciones.....</i>	<i>58</i>
11.7.7	<i>El Taller de Mantenimiento de Zaragoza.....</i>	<i>58</i>
11.7.8	<i>Zona de transferencia.....</i>	<i>59</i>
11.7.9	<i>Posición de Transferencia a las fosas del taller de mantenimiento menor de Zaragoza.....</i>	<i>60</i>
11.7.10	<i>Señalización secundaria .....</i>	<i>60</i>
11.7.11	<i>Cambio del sentido de la marcha .....</i>	<i>60</i>
11.7.12	<i>Acoplamiento y desacoplamiento de trenes .....</i>	<i>61</i>
11.7.13	<i>Supervisión del estado del tren.....</i>	<i>62</i>
11.7.14	<i>Supervisión del estado del equipo CBTC instalado a bordo una vez que el tren este despierto. ....</i>	<i>62</i>



**TÍTULO:**  
**ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA**  
**CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00

HOJA: 3 DE 129

11.7.15	<i>Supervisión del estado del equipo CBTC instalado a bordo del tren durante la explotación</i> .....	63
11.7.16	<i>Pruebas de las características de funcionamiento del frenado de urgencia</i> .....	64
11.7.17	<i>Reacción ante la detección de un fallo en el equipo instalado a bordo del tren</i> .....	65
11.7.18	<i>Gestión del sistema de suministro de corriente de tracción del tren</i> .....	65
11.8	<b>GARANTÍA DE DETECCIÓN Y GESTIÓN DE LAS SITUACIONES DE EMERGENCIA</b> .....	66
11.8.1	<i>Reacción en caso de detección de fuego y humo en un tren</i> .....	66
11.8.2	<i>Reacción en caso de detección de fuego y humo en una estación</i> .....	68
11.8.3	<i>Reacción en caso de detección de movimiento no autorizado</i> .....	68
11.8.4	<i>Reacción ante la detección o sospecha de un riel, barra guía y pista de rodamiento roto</i> .....	68
11.8.5	<i>Gestión de las solicitudes de los pasajeros</i> .....	69
11.8.5.1	<i>Reacción ante la activación del dispositivo KFS</i> .....	69
11.8.5.1.1	<i>Tren detenido en andén con palanca de emergencia activada KFS y puertas de andén</i> .....	70
11.8.5.1.2	<i>Tren en marcha en vías principales y secundarias con activación del KFS</i> .....	70
11.8.5.1.3	<i>Tren saliendo de la estación con carros dentro de la estación y otros carros en inter-estación y activación del KFS</i> .....	71
11.8.6	<i>Reacción en caso de acceso y bajada del tren por el personal autorizado</i> .....	71
11.8.7	<i>Reacción ante desacoplamiento del tren. (Pérdida de integridad)</i> .....	72
11.8.8	<i>Supervisión del estado cerrado y bloqueado de las puertas del tren</i> .....	72
11.8.9	<i>Reacción ante la detección de desbordamiento de agua en los cárcamos</i> .....	73
11.8.10	<i>Reacción ante la detección de neumático bajo</i> .....	73
<b>12</b>	<b>MODOS DEGRADADOS</b> .....	<b>75</b>
12.1	PERDIDA DE CORRIENTE TRACCIÓN.....	75
12.2	MATERIAL RODANTE (FALLA DE TRACCIÓN O FRENADO).....	76
12.3	MATERIAL RODANTE CON FALLA DE PUERTA.....	76
12.4	FALLA DEL ATC EMBARCADO.....	76
12.5	FALLA DE COMUNICACIÓN RADIO CBTC (FIJO O EMBARCADO).....	77
12.6	FALLA DEL ATC FIJO.....	77
12.7	FALLA DEL ENCLAVAMIENTO.....	77
12.8	PERDIDA DE POSICIÓN DE AGUJA.....	77
12.9	RIEL, BARRA GUÍA Y PISTA DE RODAMIENTO ROTO.....	78
12.10	FALLA DEL ATS.....	78
12.11	PERDIDA DEL PCC (INCENDIO, SISMO).....	78
<b>13</b>	<b>FUNCIONES PARA LA GESTIÓN Y SUPERVISIÓN DE LA EXPLOTACIÓN</b> .....	<b>79</b>
<b>14</b>	<b>SISTEMA DE AYUDA AL MANTENIMIENTO</b> .....	<b>79</b>
<b>15</b>	<b>INTERFACES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN CBTC</b> .....	<b>80</b>
15.1	INFRAESTRUCTURA.....	80
15.1.1	<i>Charolas y ductos</i> .....	81
15.1.2	<i>Implementación de los equipos de CBTC en túnel</i> .....	81
15.1.3	<i>Instalación de las Balizas</i> .....	81
15.1.4	<i>Puntos de parada</i> .....	82
15.1.5	<i>Espacios para los equipos de señalización CBTC</i> .....	82
15.1.6	<i>Aire acondicionado de las salas técnicas</i> .....	82
15.1.7	<i>Requisitos generales para las salas técnicas</i> .....	83



**TITULO:**  
**ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA**  
**CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00

HOJA: 4 DE 129

15.2	MATERIAL RODANTE .....	83
15.3	ENCLAVAMIENTO .....	83
<b>16</b>	<b>ENERGÍA (BAJA TENSIÓN).....</b>	<b>85</b>
16.1	TELECOMUNICACIÓN .....	87
16.2	SCADA SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EN SALAS TÉCNICAS.....	87
16.3	SCADA SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO/HUMOS.....	87
16.4	SCADA SISTEMA DE DETECCIÓN DE DESBORDAMIENTO DE CÁRCAMOS.....	87
16.5	SCADA SISTEMA DE DETECCIÓN DE NEUMÁTICO BAJO .....	87
<b>17</b>	<b>RED DE COMUNICACIÓN DE DATOS CBTC.....</b>	<b>88</b>
17.1	REQUISITOS FUNCIONALES.....	88
17.2	SEGURIDAD.....	89
17.3	RESTRICCIONES TÉCNICAS .....	89
17.4	REQUISITOS ESPECÍFICOS RAM PARA LA RED DCS.....	90
17.5	EVOLUCIÓN DE LA RED DCS .....	92
<b>18</b>	<b>DESEMPEÑO DEL SISTEMA CBTC .....</b>	<b>93</b>
<b>19</b>	<b>SIMULADOR.....</b>	<b>98</b>
19.1	GENERALIDADES .....	98
<b>20</b>	<b>INSTALACIÓN.....</b>	<b>101</b>
20.1	GENERALIDADES .....	101
20.2	IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS Y CABLES.....	102
<b>21</b>	<b>PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DEL SISTEMA CBTC.....</b>	<b>104</b>
21.1	RECEPCIÓN EN FÁBRICA.....	104
21.1.1	<i>Pruebas de recepción de Fábrica.....</i>	<i>104</i>
21.1.2	<i>Acta de recepción en fábrica.....</i>	<i>105</i>
21.1.3	<i>Pruebas funcionales y de integración en Fábrica .....</i>	<i>105</i>
21.2	PRUEBAS DE RECEPCIÓN EN SITIO.....	105
21.2.1	<i>Generalidades.....</i>	<i>105</i>
21.2.2	<i>Definición de las pruebas.....</i>	<i>106</i>
21.2.2.1	<i>Pruebas de conformidad de la instalación de los equipos en relación: .....</i>	<i>106</i>
21.2.3	<i>Pruebas de conformidad de instalaciones.....</i>	<i>107</i>
21.2.4	<i>Pruebas estáticas.....</i>	<i>107</i>
21.2.5	<i>Pruebas dinámicas.....</i>	<i>109</i>
21.2.6	<i>Pruebas de Integración .....</i>	<i>109</i>
21.3	PRUEBAS DE DEMOSTRACIÓN .....	109
<b>22</b>	<b>REQUISITOS FDMS.....</b>	<b>111</b>
<b>23</b>	<b>REQUISITOS TÉCNICOS PARA LOS MATERIALES A SUMINISTRAR .....</b>	<b>112</b>
23.1	DETECCIÓN SECUNDARIA .....	112
23.2	SEÑALES DE MANIOBRA.....	112
23.3	INDICADORES LUMINOSOS.....	112



**TITULO:  
ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA  
CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00

HOJA: 5 DE 129

23.4	PLACAS.....	112
23.5	MOTORES DE AGUJAS .....	112
23.6	BASTIDORES, ARMARIOS Y CHASIS .....	113
23.7	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN.....	114
23.8	SECCIONADORES Y FUSIBLES .....	114
23.9	RELÉS.....	114
23.10	CONECTORES .....	115
23.11	CONEXIONES .....	115
23.12	CABLES.....	115
23.13	EN TÚNEL.....	116
23.14	EN ZONAS SUPERFICIALES .....	116
23.15	MISCELÁNEOS .....	117
23.16	GALVANIZADO - ANCLAJE – CAJAS .....	117
23.17	APARTARAYOS.....	118
23.18	DETECTOR DE NEUMÁTICO BAJO (DNB).....	118
<b>24</b>	<b>CONDICIONES Y REQUERIMIENTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>119</b>
24.1	TEMPERATURAS PARA LOS EQUIPAMIENTOS FIJOS .....	119
24.2	TEMPERATURAS PARA LOS EQUIPAMIENTOS EMBARCADOS.....	119
24.3	ÍNDICE DE PROTECCIÓN.....	120
24.4	REQUERIMIENTOS ANTISÍSMICOS.....	120
24.5	AGENTES CONTAMINANTES.....	121
24.6	PROTECCIÓN ANTICORROSIVA .....	122
24.7	RESPECTO DEL MEDIOAMBIENTE EN LA FASE DE OBRAS EN SITIO.....	122
24.8	COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA.....	123
24.9	RESISTENCIA AL FUEGO .....	124
<b>25</b>	<b>REFACCIONES Y HERRAMIENTAS .....</b>	<b>125</b>
<b>26</b>	<b>ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO .....</b>	<b>127</b>
26.1	NIVELES DE INTERVENCIÓN.....	127
26.2	MEDIOS DE DETECCIÓN.....	128
26.3	TIEMPOS DE INTERVENCIÓN.....	128



**TITULO:  
ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA  
CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00

HOJA: 6 DE 129

# 1 OBJETIVO




Este documento define los requerimientos funcionales y técnicos que debe cumplir el sistema de señalización CBTC para la Línea 1 de la Red de la Ciudad de México para su operación como para su mantenimiento.

Los objetivos de este documento son:

- Desarrollar la definición del nuevo sistema de señalización CBTC para la línea 1,
- Establecer una lista de funciones necesarias para garantizar con seguridad los movimientos de trenes, el intercambio de pasajeros, la operación y la gestión de los trenes, la protección del personal y de los pasajeros, la gestión de la energía y de la lógica tracción, el soporte al personal de operación y mantenimiento,
- Establecer los criterios de diseño y de ergonomía necesarios al CBTC de la línea 1,
- Determinar los criterios de desempeño del sistema CBTC.

Objetivos de la instalación del CBTC:

- Aumentar la frecuencia de paso de trenes menor a 100s y con ello incrementar la Capacidad de Transporte de la Línea 1.
- Mejorar la Calidad y Nivel del Servicio de la Operación y Explotación del Servicio Comercial.
- Garantizar la seguridad al usuario, instalaciones y trenes.
- Realizar un control más eficaz de la operación.
- Contar con una mayor flexibilidad operacional.
- Alcanzar un alto nivel de fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad,
- Aumentar la seguridad de la operación (pasajeros y empleados)
- Implementar modos de operación automatizada sin que el conductor utilice el manipulador
- Mejorar la eficiencia energética
- Incorporar herramientas avanzadas de gestión de operación y mantenimiento

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 7 DE 129</b>

## 2 ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

ABREVIACIÓN	DEFINICIÓN
AEN	Subsistema de Suministro de Energía
ATC	Control Automática de Tren (Modos de Conducción del Tren)
ATO	Operación Automática de Tren
ATP	Protección Automática de Tren
ATS	Sistema Automático de Supervisión de Trenes
BEE	Balastro Electrónico de Emergencia
CBI	Subsistema de Señalización
CBTC	Control de Trenes a Base de Comunicaciones
CDMX	Ciudad de México
CDV	Circuito De Vía
CLT2	Conducción Libre de Tracción 2 (Modo de Conducción del Tren)
CLK	Reloj (Clock)
CMR	Conducción Manual Restringida (Modo de Conducción del Tren)
CCTV	Circuito Cerrado de Televisión
COM	Subsistema de Comunicaciones y Seguridad (Telefonía, Radio LTE, reloj)
DBO	Despacho Bajo Orden
DCS	Sistema de Comunicación de Datos
DTO	Operación del Tren sin Conductor
GoA	Grado de Automatismo 1,2,3,4



**TÍTULO:**  
**ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA**  
**CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA  
 CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00

HOJA: 8 DE 129



ABREVIACIÓN	DEFINICIÓN
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
IDAP	Infraestructura, Desarrollo y Administración de Proyectos
IHM	Interface Hombre Máquina
IP	Protocolo de internet
IPBX	Protocolo de Internet en la Nube
IXL	Enclavamientos (Interlocking)
KHz	Kilo Hertz (Unidad de Medida de Frecuencia)
KPI	Indicador de Calidad y Productividad
LAN	Red de Área Local
LT	Local Técnico (Sala Técnica)
LTE	Sistema de Comunicación de Radio
MC	Mando Centralizado
MSS	Subsistema de Ayuda al Mantenimiento (DAM)
MR	Material Rodante (Trenes)
NTP	Protocolo de Red de Tiempo
NPT	Rosca Nacional de Tubos, "Norma" (National Pipe Thread)
NVR	Grabador de Video de Red
ONVIF	Foro de Interface Video de Red Abierto
OPE	Operación
PA	Pilotaje Automático



**TÍTULO:**  
**ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA**  
**CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00

HOJA: 9 DE 129

ABREVIACIÓN	DEFINICIÓN
PCC	Puesto Central de Control
PCL	Puesto de Control de Línea
PDC	Puesto de Despacho de Carga
PML	Puesto de Maniobras de Línea
PMT	Puesto de Maniobras del Taller
PIU	Pantalla de Información al Usuario
PTZ	Paneo, Inclinación y Ampliación de Cámaras
RAMS	Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad
RBA	Radio de Banda Ancha
RMS	Sistema de Red Multiservicios
RTP	Red de Transporte Público
SAP	Sistema Anuncio Pasajeros
SEAT	Subestación Eléctrica de Alta Tensión
SEFI	Servicio Emergente de Frecuencia Intensiva
SIL	Nivel de Integridad de Seguridad 4
SCADA	Sistema de Control y Adquisición de Datos de Supervisión
SP	Servicio Provisional
STC	Sistema de Transporte Colectivo
STO	Operación Semiautomática del Tren
T1, T2	Conmutador de Puertas 1 ó 2



**TÍTULO:**  
**ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA**  
**CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00

HOJA: 10 DE 129

ABREVIACIÓN	DEFINICIÓN
TCO	Tablero de Control Óptico
UPS	Fuente de Energía Ininterrumpida
UTO	Operación del Tren sin Asistente
VEN	Subsistema de Ventilación
VIA	Subsistema de Vías



**TITULO:**  
**ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA**  
**CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA  
 CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00

HOJA: 11 DE 129

### 3 REFERENCIAS

#### 3.1 Documentos aplicables

Ref. N°	Título
2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-06-14-E-00	Anexo Técnico Preliminar
2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00	Especificación Funcional CBTC
2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00	Modelo Operativo
2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-02-03-E-00	Sistema de Asistencia al Mantenimiento
2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-03-04-E-00	Interfaces
2020-SDGM-TC-L1MO-000-II-01-05-E-00	Telecomunicaciones e Información al Usuario
2020-SDGM-MC-L1MO-000-II-01-06-E-00	Lógica de Tracción
2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-04-07-E-00	Sistemas Mecánicos (Puertas Protección a Usuarios)
2020-SDGM-MC-L1MO-000-II-02-08-E-00	Puesto de Control Centralizado
2020-SDGM-IM-L1MO-000-II-01-09-E-00	Vías Secundarias (talleres Zaragoza)
2020-SDGM-SÑ-L1MO-000-II-01-10-E-00	Vehículos Auxiliares
2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-05-11-E-00	FDMS Sistemas de Comunicación y Control
2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-06-12-E-00	Especificación de CBTC MR
2020-SDGM-IM-L1MO-000-II-02-14-E-00	Especificación de Ventilación y Evacuación de Usuarios
	Especificación de Material Rodante Adquisición de 30 Trenes



**TITULO:**  
**ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA  
CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

**No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00**

HOJA: 12 DE 129

### 3.2 Normas aplicables

A fin de reducir los riesgos del Sistema CBTC, se deben aplicar los estándares genéricos siguientes:

Referencia	Descripción
IEEE 1474.1	Standard for CBTC performance and functional requirements;(25/02/2005)
IEEE 1474.2	Standard for User Interface Requirements in Communications-Based Train Control (CBTC) Systems (12/12/2003)
IEEE 1474.3	IEEE Recommended Practice for Communications-Based Train Control (CBTC) System Design and Functional Allocations
IEEE 1474.4	IEEE Recommended Practice for Functional Testing of a Communications-Based Train Control (CBTC) System
IEC 62290-1	International Standard IEC 62290-1:2006. "Railway applications – Urban guided transport - Management and command / control systems", Part 1: System principles and fundamental concepts. (2006)
IEC 62290-2	Railway applications - Urban guided transport management and command/control systems - Part 2: Functional requirements specification
EN 50126	CENELEC Standard EN 50126 : Railway Applications – The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety
EN 50128	CENELEC Standard EN 50128 : Railway Applications – Software for railway control and protection systems
EN 50129	Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Safety related electronic systems for signalling
NF EN 50155 + Corregida en may	Railway applications - Electronic equipment used on rolling stock - (2010-09-01)
NF EN 61373	Railway applications - Rolling stock equipment - Shock and vibration tests
IEC 61508	Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic
EN 50121-1	Railway applications. Electromagnetic compatibility. General



**TITULO:**  
**ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA  
CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

**No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00**

HOJA: 13 DE 129

Referencia	Descripción
EN 50121-4	Railway Applications – Electromagnetic Compatibility –Part 4: Emission and immunity of the signaling and telecommunications apparatus
EN 50125-1	Railway applications. Environmental conditions for equipment. Equipment on board rolling stock
EN 50125-3	Railway applications. Environmental conditions for equipment. Equipment for signaling and telecommunications
EN 50159	Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Safety- related communication in transmission systems
EN 60721	Classification of Environmental Conditions
EN 61000 series	Electromagnetic Compatibility
IEC 60870 -5-1	Tele control Equipment and Systems, Part 5: Transmission Protocols, Section 1: Transmission Frame Formats
EN13452-1	Mass Transit brake system part 1 performance requirements
EN 13452-2	Mass Transit brake system part 2 Methods of test



**TITULO:**  
**ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA**  
**CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO




**No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00**

HOJA: 14 DE 129

## 4 ALCANCE

El licitante ganador deberá:

- Realizar el proceso del diseño, fabricación, instalación, pruebas, capacitación, marcha en vacío, puesta en servicio comercial.
- La certificación de la Puesta en Servicio Comercial
- Clasificación y recomendación del ganador potencial (parte técnica)
- Identificación de las funciones principales del Sistema CBTC.
- Definir las sub-funciones a partir de la descomposición de las funciones principales.
- Desglose del sistema en varios subsistemas.
- Asignación de las funciones definidas a los diferentes subsistemas.
- El Procedimiento de operación en las funciones de cada subsistema.
- Control y Verificación del diseño de manera independiente
- En caso de inconsistencia en el diseño: propuesta de solución alternativa conjuntamente con STC
- Participación a las reuniones de revisión y de avance del diseño
- Protocolos de Interfaces interno y externo del CBTC.
- Presentar una simulación de operación y eléctrica antes del inicio de su Proyecto.
- Presentar una simulación de operación en fábrica antes de la marcha en vacío y puesta a punto del servicio comercial.
- Participación y formación del personal del STC en las etapas del desarrollo del proyecto.
- Los términos definidos en las especificaciones funcionales y técnicas no son negociables salvo en casos excepcionales que convengan a ambas partes.
- Se deberá entregar toda la documentación en español (salvo casos excepcionales se aceptará en el idioma original cuando no exista una traducción adecuada en español) que se desarrolle en las diferentes etapas del proyecto, Estudios, Especificaciones particulares, Fabricación, Pruebas, Capacitación, Manuales de Operación, Manuales de Mantenimiento y As Built.
- Se deberá incluir la Transferencia Tecnológica, capacitar al personal del STC, tanto operadores, técnicos e ingenieros para el diseño, operación y mantenimiento antes, durante y posterior a la instalación de los subsistemas

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 15 DE 129

- Se deberá incluir manuales de procedimientos, las herramientas especiales y necesarias para dar el mantenimiento preventivo y correctivo a cada elemento del sistema incluyendo respaldo de software y hardware las licencias respectivas y las actualizaciones.
- La redundancia del sistema CBTC debe estar concebida de tal modo que ninguna falla de un elemento o componente de éste, afecte o degrade las funcionalidades o las prestaciones del sistema CBTC.
- Participación al control en fabrica de los prototipos
- Participación del STC y/o de su representante a la recepción en fabrica de los equipos (Nota: los gastos de viajes y los viáticos para el control de fabricación y de recepción fábrica serán a cargo del licitante ganador)
- Participación del personal del STC y/o de su representante en:
  - Las pruebas de recepción fábrica (hardware y software)
  - La puesta en servicio del sistema de conmutación día/noche
  - La puesta en servicio de la vía de prueba (Zaragoza)
  - Las pruebas estáticas de integración
  - Las pruebas dinámicas de integración
  - Las pruebas dinámicas del sistema completo
  - Las pruebas CBTC con un tren en modo espía
- Participación en elaboración del programa de marcha en vacío
- Participación del STC en el proceso de análisis de seguridad (safety case) del sistema
- Participación en la marcha vacío
- Notificación de todas las inconformidades
- Notificación de todas las reservas
- Ayuda a la eliminación de las reservas
- Participación en las actas de recepción del sistema completo
- Seguimiento del proceso de la garantía durante los años acordados.
  - Seguimiento y análisis de las anomalías encontradas después de la puesta en servicio
  - Seguimiento de las correcciones de las anomalías
  - Participación a las reuniones periódicas de seguimiento de la garantía
- Es obligación del licitante ganador agregar lo necesario para garantizar la seguridad, la fiabilidad, la disponibilidad, la facilidad de mantenimiento y de operación requeridas, de



**TITULO:  
ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA  
CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

**No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00**

HOJA: 16 DE 129



acuerdo a estándares internacionales aplicables a los sistemas ferroviarios de transporte de pasajeros.

- Cambio cultural, la implementación de la adaptación y/o modificación de las reglas y procedimientos de operación y la aceptación de nuevas tecnologías
- Re-ingeniería del sistema existente (señalización y mando centralizado)
- Reemplazo de equipo y adición de equipo, sin perturbar la operación de la línea
- Reemplazo de 31 cofres de socorro eléctrico y 47 mecanismos de aguja Tipo T72 en terminales y zonas de maniobras
- Programa del reemplazo y de la adición de los equipos
- Coordinación e Interfaces con los otros proveedores del licitante ganador
- La documentación antes del reemplazo y de la adición de equipo
- Las pruebas de los equipos en fabrica
- El transporte de los equipos hasta el sitio
- Las pruebas de los equipos en sitio.
- La recepción del sistema en sitio antes y después la puesta en servicio
- El retiro del material que no va servir
- La documentación “tal como construido” después del reemplazo y de adición de equipo
- La documentación para la operación y para el mantenimiento (en tiempo real durante las diferentes fases de migración)
- La herramienta y equipo especial
- Las piezas de refacciones necesarias al mantenimiento de acuerdo a la vigencia del contrato.

Para los Alcances específicos ver 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-06-14-E-00 “Anexo Técnico Preliminar”



**TITULO:**  
**ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA  
CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

**No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00**

HOJA: 17 DE 129

## 5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO



### 5.1 Introducción

Las autoridades de la Ciudad de México con las del Sistema de Transporte Colectivo decidieron renovar la línea 1 con el objeto de mejorar el Nivel y Calidad de Servicio Comercial para beneficio, seguridad y confort del usuario. Para ello, se invertirá en:

- Modernizar uno de sus sistemas vitales para la Operación, el Sistema Integral Ferroviario con Pilotaje Automático 135 Khz por otro de vanguardia tecnológica denominado Señalización CBTC, (Control de Trenes a Base de Comunicaciones).
- Rehabilitar y Modernizar la Infraestructura de la Vía existente permitiendo una operación óptima para mantener y conservar las condiciones de la vía que aseguren la operación segura y eficiente de la misma.
- Incorporar 30 trenes nuevos y 10 de reciente adquisición (Modelo NM16), para conformar un lote de 40 trenes; equipados con sistemas y equipos de vanguardia tecnológica, que junto con el CBTC y la renovación de la vía aumente la frecuencia de paso y se aumente la capacidad de transporte de la línea.

### 5.2 La Línea uno de la Ciudad de México

El Metro de la Ciudad de México es un Sistema de Transporte Público que sirve a extensas áreas de las diferentes Alcaldías de la Ciudad y parte del Estado de México. Da servicio a una población de 20 millones de habitantes. Su operación y mantenimiento están a cargo del Organismo Público Descentralizado denominado Sistema de Transporte Colectivo (STC).

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00	HOJA: 18 DE 129

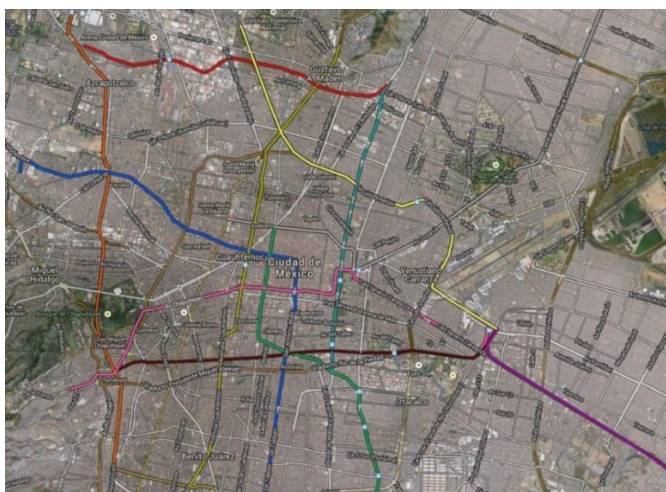


Figura 1- Mapa de la red de metro de la ciudad de México

La Línea uno del Metro de la Ciudad de México, la línea más antigua de la red, entró en operación el 4 de septiembre de 1969. Tiene un total de 20 estaciones y un tramo de 18,828 km de los cuales 16,654 km se usa para servicio y el restante para maniobras, todas de forma subterránea, salvo en Observatorio que es una estación en superficie.

La Línea uno es la segunda más utilizada de la red, con promedio de afluencia total de 727 millones usuarios en 2018. Esta línea conecta con la Líneas 5, 9 y A en la estación Pantitlán, la Línea B en San Lázaro, la Línea 4 en Candelaria, la Línea 2 en Pino Suárez, la Línea 8 en Salto del Agua, la Línea 3 en Balderas y la Líneas 7 y 9 en Tacubaya.

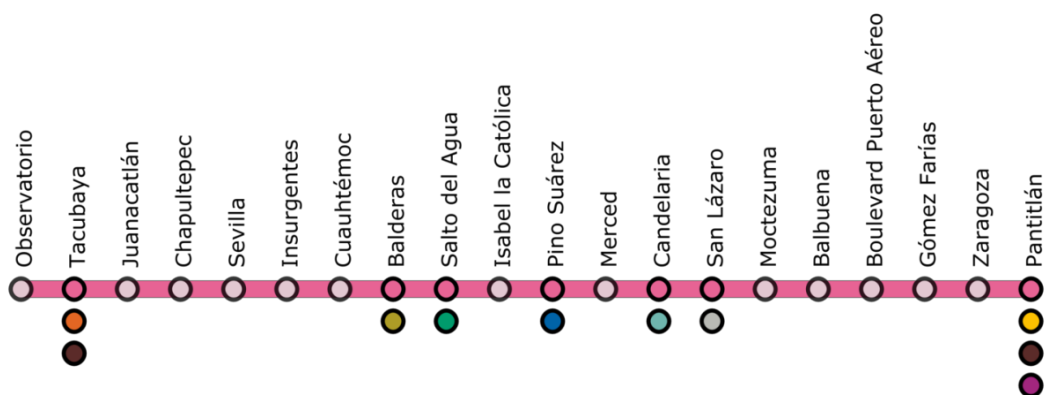


Figura 2- Trazado de la Línea 1 de la ciudad de México

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA</b> <b>CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 19 DE 129</b>

Desde el 2013, el STC decidió una modernización de todos los sistemas de la línea 1: Señalización, Material Rodante (compra de 30 trenes, más equipamiento de 10 trenes NM-16 existentes), Energía, PCC, vía, ventilación,

El objetivo final consiste en una automatización total GoA3 de la línea y en principio con la instalación de Puertas de andén en toda la línea.

Cuatro etapas principales deben considerarse:

1. Los 40 trenes operados con CBTC.
2. La línea operada con un CBTC de tipo GoA3 e incorporar otras funciones del GoA4
3. La línea operada con un CBTC GoA3 en Servicios Provisionales, las Terminales y Talleres Zaragoza.,
4. La línea operada con un CBTC GoA3 en toda la línea con puertas de andén en toda línea.

La presente especificación tiene como objeto proporcionar los criterios mínimos para la elaboración del proyecto ejecutivo, estudios, diseño, fabricación, suministro, instalación, pruebas, puesta en servicio, desinstalación, mantenimiento y capacitación de todo lo relacionado a la interface del nuevo sistema de Señalización CBTC, Mando y Control de la Energía del proyecto de Modernización de la SEAT Buen Tono y equipos asociados de la Línea uno del Sistema del Transporte Colectivo de la Ciudad de México.

### 5.3 Operación futura

Algunas características e indicadores de la operación futura están descriptos en el documento 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 “*Modelo Operativo*”.

### 5.4 Otros Proyectos

STC está realizando proyectos que modificarán la configuración actual de la Línea uno y que formarán parte de la situación base a la que se verá relacionado con el proyecto SEAT Buen Tono.

### 5.5 Plan de migración




El licitante ganador deberá presentar al STC su Plan de Migración donde describa de forma detallada su estrategia de trabajo.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 20 DE 129




El Licitante ganador deberá presentar al STC diferentes soluciones técnicas que sean factibles de realizarse cumpliendo los tiempos indicados en el cronograma, comparando ventajas vs desventajas.

El Plan de Migración deberá considerar las siguientes actividades del proyecto de Línea 1:

- Rehabilitación de la Vía de Cola Pantitlán a Cola Observatorio
- Habilitación de los Talleres Zaragoza en operación mixta en PA 135 KHz y CBTC
  - Vías de Depósito
  - Vías del taller mantenimiento menor
  - Vía de Pruebas
  - Peine de acceso
  - Vía “Y”
  - Vías de transferencia 63 y 83
  - Sistemas de Electrónicos de mando y control en tráfico y tracción
- La Integración y equipamiento con sistema CBTC de 10 trenes NM16 y la fabricación, e incorporación de 30 Trenes nuevos,
- La desinstalación del PA 135 KHz
- La Instalación del PA 135 KHz
- La Instalación del sistema de CBTC.
- Operación Mixta:
  - Durante el día en servicio comercial se deberá operar con 135 KHz
  - Durante la noche se deberá instalar el sistema CBTC, probarlo de forma integral con los Trenes NM16 y los nuevos trenes.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 21 DE 129</b>

- Programa de incorporación de trenes con sistema CBTC integrado en la vía rehabilitada e instalada con CBTC.
- Programa de incorporación de trenes al servicio comercial con sistema CBTC y vía instalada con CBTC.
- Presentar un programa alternativo de operación en caso de contingencia y no poder explotar totalmente la línea con CBTC, que incluya trenes y vías instaladas con CBTC parcialmente.
- Los otros sistemas (ya existentes) como la lógica de tracción y el mando centralizado seguirán la solución elegida para el CBTC.
- Las comunicaciones se instalarán en el mismo tiempo que el CBTC, pero sin conmutación (sin interferir CBTC con el PA 135 KHz).
- La Energía será renovada de manera independiente del CBTC y de los trenes.
- La vía de pruebas deberá estar habilitada con el sistema PA 135KHz y CBTC
- La circulación de trenes no equipados con CBTC a las vías principales y secundarias no deberá causar perturbación al sistema CBTC.
- El Taller Zaragoza deberá ser renovado antes de la llegada de los nuevos trenes.
- Programa de adaptación de CBTC a los requerimientos del STC
- Al comienzo del servicio comercial será necesario que circule un tren a una velocidad de 50 km/h en modo PA/CMC por ambas vías. Estos trenes circularán sin pasajeros y contarán con el personal del STC y del licitante ganador a bordo. El personal debe observar la vía para comprobar que no hay ningún vehículo ni objetos en la vía olvidado por los equipos de mantenimiento nocturno. Debe asegurarse que la vía es apta para la operación.
- Las puertas de andén se instalarán después del CBTC.
- La certificación de funcionamiento y seguridad del sistema CBTC de forma integral con los trenes y las vías será responsabilidad del Licitante ganador y para ello, deberá presentar al STC las actas que certifiquen la Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA</b> <b>CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <small>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</small>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 22 DE 129

## 5.6 Plan Referencial del Proyecto

El licitante ganador deberá presentar al STC su Cronograma de Proyecto donde describa con detalle el cumplimiento la elaboración y entrega del proyecto ejecutivo, proyecto operativo, estudios, diseño, fabricación, suministro, instalación, pruebas, puesta en servicio, desinstalación, mantenimiento y capacitación y transferencia tecnológica de todo lo relacionado a la interface del nuevo sistema de Señalización CBTC entre otros.

## 5.7 Condiciones y restricciones generales del proyecto




Todas las operaciones se deberán hacer dentro de un sistema público en operación que provee servicio a pasajeros por aproximadamente 20 horas al día, los 365 días del año.

La operación de la Línea uno debe permanecer en condiciones óptimas de funcionamiento de modo tal que minimice el impacto en el servicio de pasajeros y en los trabajos de mantenimiento.

Para esto se contará con horarios específicos para trabajos en vía y locales en ciertos días de la semana, con una disponibilidad restringida de trenes para la instalación del equipamiento y con una disponibilidad de uso de la vía de pruebas, datos a confirmar por STC durante la fase de diseño.

El Licitante ganador debe tomar las acciones necesarias para que, en todo momento, independiente del avance del proyecto, mantener la seguridad de operación.




El Licitante ganador debe respetar los procedimientos y reglas de operación de STC durante la ejecución de los trabajos.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 23 DE 129</b>

## 6 REQUISITOS PARA EL LICITANTE GANADOR

El Licitante ganador deberá realizar una evaluación junto con el personal del STC relativa a los espacios, ductos de cables y distribución de equipos que se tienen por estación y considerar un diseño, adecuación, habilitación y construcción de los locales técnicos, PCC, PCL, PMT, PML para los nuevos equipos de instalación del Sistema del CBTC para lo que deberá:

- Suministrar e Instalar nuevas charolas para los cables en general del sistema CBTC según el diseño del licitante ganador
- El Licitante Ganador deberá de considerar las interfaces e informaciones contenidas en el documento 2020-SDGM-MC-L1MO-000-II-02-08-E-00 "Puesto de Control Centralizado".
- El Licitante Ganador será responsable del suministro, instalación, cableado, conexiones, pruebas y puesta en servicio de los dispositivos de interfaz, de todo el material y de todos los equipos necesarios para las conexiones.
- El Licitante Ganador deberá prever todos los equipos para la supervisión, configuración y la ayuda para el mantenimiento además de los equipos dedicados al tratamiento y la transmisión de las informaciones.
- Su tecnología y su capacidad serán elegidas por el licitante ganador de tal manera que pueda cubrir la longitud de la Línea y talleres, así como el número de informaciones a transmitir. Sus características permitirán que la transmisión de las señales sea realizada con un mínimo de atenuación de tal manera que las necesidades de regeneración de las señales sean optimizadas. Los módulos de interface serán incluidos en su propuesta técnica para que sean compatibles con los equipos electrónicos e informáticos.
- El suministro, la instalación y el cableado del Sistema de Mando Centralizado para los sensores estarán incluidos en el alcance del presente contrato. Entre los sensores de los equipos supervisados y el cable de Mando centralizado, se instalará una caja de conexión llamada "Caja Frontera - CF" ubicada a proximidad del equipo y que marque el límite entre el alcance del Sistema de Mando Centralizado y los equipos supervisados.
- Realizar la interface con el Sistema SCADA de la SEAT Buen Tono

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 24 DE 129</b>



- El licitante ganador definirá el tipo de esta interfaz con el Sistema de Energía SEAT Buen Tono. Esta interfaz se hará a través de contactos secos y/o de enlaces con normas físicas y protocolo de comunicación a definir entre los proveedores de los sistemas y el STC. La caja de interfaz se ubicará en los nichos de los aparatos de tracción y en los bastidores de control de los Disyuntores de Vía (DV) y las SAF. La caja de interfaz será alcance del proveedor del sistema de energía.
- Realizar las interfaces con los subsistemas externos
- Las informaciones de interfaces que requiera el CBTC es competencia del licitante ganador prever lo necesario de trayectorias, ductos, cables etc. para adquirir las informaciones.
- Asegurar sistema de aire acondicionado de los locales técnicos.
- Asegurar trenes y conductores para las pruebas del sistema de señalización CBTC.
- STC dará las facilidades necesarias para que el licitante ganador cuente con 5 noches por semana sin circulación de trenes auxiliares sobre un sector específico.



**TITULO:  
ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA  
CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**

**No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

HOJA: 25 DE 129

## 7 ASPECTOS GENERALES

En este documento por defecto todas las informaciones (estados de los equipos, alarmas,...) son transmitidas a la interfaz hombre máquina del PCC (interfaz hombre máquina del PCC y servidores de archivo por grabación). Se indica únicamente las informaciones que no deben ser indicadas.

Durante la migración al sistema del CBTC, el licitante ganador verificará la documentación que será utilizada o adaptada para el sistema de CBTC.

El sistema CBTC de México L1 proporciona todas las funciones necesarias a la operación de trenes, de los cuales las principales son:

- Garantizar la seguridad de la circulación de los trenes (seguridad de las rutas, espaciamiento en seguridad de los trenes, control de la velocidad de los trenes con seguridad, evitar la colisión con obstáculos, entre otros).
- Conducir el tren (control de aceleración y frenado),
- Supervisión de la vía
- Supervisión de intercambio de pasajeros,
- Operación de trenes,
- Detección y gestión de situaciones de emergencia.




El nivel de seguridad del sistema debe ser determinado por el análisis de seguridad del Licitante ganador.

El Licitante ganador deberá realizar un análisis de seguridad del sistema de señalización CBTC.

El Licitante ganador deberá presentar un caso de seguridad justificando que el sistema es aceptablemente seguro.

El safety case deberá:

- Identificar las funciones de seguridad vitales y no vitales
- Demostrar la seguridad de hardware y software en cada etapa del proceso migratorio

	<b>TITULO: ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 26 DE 129

## 8 ARQUITECTURA FUNCIONAL DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN CBTC

El licitante ganador deberá presentar la arquitectura general del sistema CBTC requerido por STC.

Se requiere un sistema CBTC de última tecnología que permitirá cumplir con los requerimientos operacionales, RAMS y mantenimientos del proyecto.

El sistema debe ser de bloque móvil y con un grado de automatización de nivel GoA3




La arquitectura deberá describir todos los sistemas que pueden influir sobre los movimientos y supervisión de los trenes.

La arquitectura del sistema CBTC debe tener la flexibilidad de establecer una división de la línea uno por zonas, para permitir cumplir con los requerimientos RAMS y dar continuidad operacional en caso de falla de algún equipamiento de un sector. Las zonas que el STC ha definido para la Línea uno se encuentran enlistadas en los Alcances del Anexo Preliminar de Pilotaje Automático en el documento 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-06-14-E-00 y por ende el licitante ganador deberá presentarle al STC una nueva arquitectura de CBTC.

Para la línea uno se requiere los siguientes Controladores de sector con su respectiva redundancia:

- 1 controlador de Sector para los Talleres Zaragoza
- 1 controlador de sector de Terminal Pantitlán – Pino Suarez
- 1 controlador de sector de Isabel La Católica - Observatorio
- 1 controlador de sector en Salto del Agua como respaldo que garantice el funcionamiento del sistema de cualquier falla en los sectores de la línea. Garantizar la seguridad de la marcha de los trenes, a los usuarios e instalaciones.

Además, la frontera de las zonas CBTC deberá ser implementada de manera que cuando falla un controlador de zona, éste no impacte la realización de una maniobra de retorno en una zona de servicio parcial o el acceso de un tren a una estación cerca de la frontera.

	<b>TITULO: ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 27 DE 129

## 9 FUNCIONES DE SEÑALIZACIÓN PARA LA OPERACIÓN DE LOS TRENES

### 9.1 Garantía, Seguridad, Protección y Establecimiento del itinerario

Esta función tiene como objetivo establecer un itinerario mediante una orden dada por medio de la interfaz hombre máquina del PCC o mediante la función para establecer itinerarios de forma automática.

El sistema CBTC debe establecer un itinerario mediante una orden dada por medio de la interfaz hombre-máquina del PCC o por la función para establecer itinerarios de forma automática. (Función Regulación Automática).

Para establecer un itinerario, el sistema CBTC debe determinar los elementos del itinerario requeridos en función del origen y el destino del itinerario, incluyendo los elementos requeridos para la zona de protección lateral, y para una zona de solapamiento (overlap).

Para establecer el itinerario, se debe verificar la disponibilidad de todos los elementos del itinerario.

La disponibilidad debe darse si no se está usando un elemento del itinerario para otro itinerario ni está bloqueado contra el establecimiento de un itinerario.




El estado de reservado de un elemento del itinerario debe enviarse a la interfaz hombre-máquina del PCC para que se visualice en los monitores.

El sistema CBTC debe mandar el desplazamiento de un elemento móvil (aguja) reservado del itinerario hacia la posición deseada, salvo que:

- Se encuentre ya en dicha posición,
- Se encuentre ocupada por un tren,
- Se encuentre bloqueado.

Si un elemento móvil del itinerario no alcanza la posición deseada en un plazo de tiempo predeterminado debe enviarse una alarma al sistema.

El sistema CBTC debe enclavar todos los elementos de un itinerario pedido si se confirma que se encuentran en su posición requerida.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 28 DE 129

El sistema CBTC debe ordenar el cambio de una posición a otra de los elementos móviles del itinerario (por ejemplo, de una aguja) mediante una orden dada por medio de la interfaz hombre-máquina del PCC.

El sistema CBTC debe impedir los cambios en un elemento móvil del itinerario mediante un comando por medio de la interfaz hombre-máquina del PCC, que bloquee el elemento tal como: Señal de maniobra, aparato de vía si las condiciones de seguridad no se han cumplido.

## 9.2 Supervisión del itinerario

Esta función tiene como objetivo supervisar que todas las condiciones para el itinerario siguen siendo válidas.

El sistema CBTC debe supervisar que se confirma que determinados elementos del itinerario se encuentran en su posición requerida y enclavados.

El estado relativo a la supervisión debe enviarse a la interfaz hombre-máquina del PCC para que se visualice en los monitores.

Se puede supervisar un itinerario que no cumpla con todas las condiciones si cumple con un subconjunto de condiciones que se haya especificado.




Se debe prohibir la entrada a un itinerario mediante un comando de alta integridad dado por medio de la interfaz hombre-máquina del PCC.

## 9.3 Enclavamiento del itinerario

Esta función tiene como objetivo enclavar el itinerario para evitar que cualquier miembro del personal lo desenclave:

- Para un tren que se aproxime, y que cuente con una autorización de movimiento que le permita la entrada al itinerario;
- Si dicho tren se encuentra en el itinerario.

Se debe establecer una zona de aproximación del tren antes del origen del itinerario para el que se le haya concedido la autorización de movimiento.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 29 DE 129</b>

La zona de aproximación del tren debe cubrir una zona mayor que la de la distancia de frenado nominal con un frenado de servicio.

El estado de "itinerario enclavado por aproximación" debe evitar el desenclavamiento inmediato del itinerario mediante órdenes dadas por medio de la interfaz hombre-máquina del PCC, si:

- Un tren se encuentra en la zona de aproximación y si se ha concedido una autorización de movimiento a un tren; o
- Si un tren ha entrado en el itinerario (con o sin autorización de movimiento).

Debe evitarse el movimiento de los elementos móviles del itinerario ocupados por trenes (por ejemplo, los cambios) independientemente de si se ha establecido el itinerario o no.

Los elementos del itinerario que se encuentren delante del tren deben quedar enclavados tan pronto como el tren entre en el itinerario establecido.

#### 9.4 Desenclavamiento del itinerario

Esta función tiene como objetivo desenclavar un itinerario y sus elementos.




Cuando un tren pase por los elementos en el orden correspondiente a la dirección autorizada, el sistema CBTC debe:

- Destruir el itinerario elemento por elemento (reservado, no reservado),
- Desenclavar los elementos uno por uno (reservado, no reservado).

Los elementos del itinerario de la zona de protección lateral deben destruirse y desenclavarse a la vez que los elementos del itinerario correspondientes.

El sistema CBTC debe permitir el desenclavamiento del itinerario mediante una orden operativa dada por medio de la interfaz hombre-máquina del PCC si el itinerario no se encuentra enclavado.

El sistema CBTC debe permitir destruir el itinerario y desenclavar sus elementos mediante una orden operativa dada por medio de la interfaz hombre-máquina del PCC para un itinerario que se encuentre enclavado si se puede garantizar que un tren que se aproxime no entrará en el itinerario. Además, deberá de ser temporizada para realizarse después de 30s.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 30 DE 129</b>

El sistema CBTC debe anular una zona de solapamiento (overlap) cuando el tren se haya detenido en el destino del itinerario.

El mando y destrucción de los itinerarios será a través de la Interfaz del ATS ver documento 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-03-04-E-00 "Interfaces"

### **9.5 Garantía de separación de seguridad entre trenes**

Esta función tiene como objetivo determinar la ubicación de todos los trenes y los límites de la distancia de separación de seguridad entre los trenes.

### **9.6 Localización de trenes comunicantes equipados con el sistema CBTC**

Esta función tiene como objetivo localizar a los trenes comunicantes.

### **9.7 Inicio de la función para conocer la ubicación de los trenes comunicantes equipados con el sistema CBTC**




Tiene como objetivo iniciar la función que da a conocer la ubicación de trenes comunicantes que se encuentran:

- Detenidos en vías de estacionamiento;
- Entrando en una zona equipada con el sistema CBTC;
- Recuperándose de un fallo en la localización del tren.

El sistema CBTC debe iniciar la función que da a conocer la ubicación de trenes comunicantes que se encuentren parados en vías de estacionamiento después de poner el tren en modo activo.

El sistema CBTC debe iniciar la función para dar a conocer la ubicación de los trenes comunicantes que estén entrando en una zona equipada con el sistema CBTC.

En el caso de trenes comunicantes, el sistema CBTC debe iniciar la función para dar a conocer la ubicación de los trenes cuando se haya recuperado de un fallo en el equipo CBTC que haya ocasionado la pérdida de la ubicación del tren.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 31 DE 129</b>

La inicialización de la función del sistema CBTC para dar a conocer la ubicación de los trenes comunicantes no debe requerir que se introduzcan datos de forma manual sobre la ubicación del tren o sobre su longitud.

El sistema CBTC debe permitir iniciar la función para dar a conocer la ubicación de los trenes comunicantes en el modo de conducción manual.

### **9.8 Determinación de la orientación del tren**

Esta función tiene como objetivo determinar la orientación física del tren en relación a la orientación definida de la vía.

El sistema CBTC debe determinar la orientación física del tren comunicante en relación a la orientación definida de la vía.

### **9.9 Determinación del sentido de la marcha real del tren**

Esta función determina el sentido de la marcha real de los trenes comunicantes.

El sistema CBTC debe determinar el sentido de la marcha real del tren comunicante en la vía.




El sentido de la marcha real del tren comunicante debe enviarse a la interfaz hombre-máquina del PCC.

### **9.10 Determinación de la ubicación del tren**

Esta función tiene como objetivo determinar la ubicación de trenes comunicantes equipados con el sistema CBTC en función de la orientación y de la longitud del tren.

El sistema CBTC debe determinar la ubicación de la parte delantera y trasera de todos los trenes comunicantes.

El sistema CBTC debe tener en cuenta las imprecisiones a la hora de determinar la ubicación de los trenes comunicantes (por ejemplo, por el patinaje/deslizamiento, el desgaste de las ruedas del material rodante, el error de localización acumulado desde la última baliza). Debido a estas imprecisiones las afectaciones deben ser mínimas.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 32 DE 129</b>



El sistema CBTC debe detener un tren de forma inmediata aplicando el frenado de urgencia cuando detecte un fallo de localización en un tren comunicante.

El sistema CBTC debe proporcionar información relativa al fallo de ubicación de los trenes comunicantes a la interfaz hombre-máquina del PCC y a la interfaz hombre-máquina del tren.

Tras la pérdida de localización del tren, si la condición para aplicar el frenado de urgencia ha desaparecido (recuperación de la ubicación o modo de conducción que permita el reinicio), el sistema CBTC debe inhibir el frenado de urgencia mediante un comando de alta integridad dado por medio de la interfaz hombre-máquina del tren o por medio de la interfaz hombre-máquina del PCC.

El sistema CBTC debe proporcionar información sobre el estado relativo a la ubicación del tren a la interfaz hombre máquina del tren.

Tras la pérdida del estado relativo a la ubicación de un tren comunicante, el sistema CBTC debe determinar la zona en la que se encuentra dicho tren.

En caso de que se haya producido una rotura de enganche del tren comunicante, el sistema CBTC debe determinar la zona en la que se encuentran las partes de dicho tren.

### **9.11 Localización de trenes no comunicantes por secciones de vía**




Esta función tiene como objetivo determinar la ubicación de trenes no comunicantes usando dispositivos externos.

El sistema CBTC debe determinar si una sección de vía se encuentra ocupada por trenes no comunicantes en función de las entradas de información recibidas de los dispositivos externos.

Se debe determinar una sección de vía como lógicamente no ocupada únicamente si se ha detectado una sección de vía contigua ocupada antes de que se detecte que la sección de vía en consideración se encuentra no ocupada.

### **9.12 Determinación de la velocidad permitida**

Esta función tiene como objetivo determinar la velocidad segura teniendo en cuenta las limitaciones temporales y permanentes de velocidad (de vía y del material rodante).

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 33 DE 129</b>

### 9.13 Determinación del perfil estático de velocidad

Esta función determina los perfiles estáticos de velocidad, que se basan en datos de la infraestructura como:

- La geometría y calidad de la vía, y en las limitaciones de la infraestructura (túneles, puentes, andenes, etc.),
- Posición de las agujas,
- Velocidad en plataforma en caso de no parada en estación.

El sistema CBTC debe determinar la velocidad máxima permitida en todos los puntos de la vía.

El sistema CBTC debe permitir la determinación de diferentes perfiles de velocidad para diferentes modos de conducción.

### 9.14 Determinación de las limitaciones temporales de velocidad en la infraestructura

Esta función tiene como objetivo activar y suprimir limitaciones temporales de velocidad en zonas seleccionadas mediante órdenes operativas o como resultado de las reacciones del sistema.




El sistema CBTC debe definir y activar una zona de limitación temporal de velocidad con un valor configurable siguiendo una orden operativa dada por medio de la interfaz hombre-máquina del PCC.

En caso de que se puedan activar varias limitaciones de velocidad en una misma ubicación, el sistema CBTC debe aplicar la limitación de velocidad más baja.

El establecimiento o la anulación de una nueva limitación temporal de velocidad no deben suprimir las limitaciones de velocidad existentes que se hubieran establecido para una misma ubicación.

El sistema CBTC debe crear de forma automática limitaciones de velocidad tomando como referencia las órdenes dadas por los dispositivos externos (por ejemplo, un riel, pista o barra guía roto, condiciones meteorológicas adversas).

Una limitación temporal de velocidad activada de forma manual debe suprimirse mediante un comando de alta integridad dado por medio de la interfaz hombre-máquina del PCC.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 34 DE 129

Una limitación temporal de velocidad activada de forma automática debe suprimirse mediante un comando de alta integridad dado por medio de la interfaz hombre-máquina del PCC si la condición externa deja de estar presente.

Cuando se activa una limitación temporal de velocidad, se debe proporcionar su estado, incluyendo la velocidad seleccionada y la zona cubierta, a la interfaz hombre-máquina del PCC, para que se visualice en los monitores y quede registrada.

El mando y destrucción de los itinerarios será a través de la Interfaz del ATS ver documento 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-03-04-E-00 “Interfaces”

### **9.15 Determinación de las limitaciones permanentes de velocidad del material rodante**

Esta función tiene como objetivo determinar la velocidad máxima permitida para material rodante.

El sistema CBTC debe determinar la velocidad máxima permitida para el material rodante.

### **9.16 Determinación de las limitaciones temporales de velocidad del material rodante**

Esta función tiene como objetivo determinar las limitaciones temporales de velocidad del material rodante causadas por fallos en el tren y por el tipo de modo de conducción.




El sistema CBTC debe determinar las limitaciones de velocidad en función de las condiciones detectadas en los trenes y proporcionadas por el material rodante (por ejemplo, los fallos como una falla de puerta en un tren).

El sistema CBTC debe determinar las limitaciones de velocidad en función de los modos de conducción definidos por el cliente.

### **9.17 Autorización de movimiento para un tren**

Esta función trata de:

- La determinación del límite de la autorización de movimiento mediante la definición de los límites de los itinerarios seguros, de la distancia de separación de seguridad entre los trenes y otros límites (como la zona de protección);

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00	HOJA: 35 DE 129

- La determinación de la curva de control de la velocidad mediante la definición del límite de la autorización de movimiento y de la velocidad autorizada;
- La autorización de movimiento de un tren por parte de la señalización lateral de maniobra.

Si se establece una curva de control de la velocidad mayor que cero, se debe permitir el movimiento del tren hasta el siguiente límite de autorización de movimiento dentro de sus limitaciones.

### 9.18 Determinar el límite de la autorización de movimiento

Para garantizar el movimiento seguro del tren, esta función determina el límite de la autorización de movimiento para cada tren, que corresponde al primer punto peligroso que se encuentre por delante del tren.

El sistema CBTC debe determinar el límite de la autorización de movimiento para cada tren en función de los parámetros más restrictivos de:




- El límite del itinerario seguro;(ejemplo: Posición inadecuada del aparato de vía, Estado restrictivo de la señal de maniobra)
- El límite en función de la distancia de separación de seguridad entre los trenes;
- El límite en función de la vía (por ejemplo, el final de la vía);
- Las zonas de protección.

En caso de que se produzca una pérdida del itinerario una vez que se ha transmitido una autorización de movimiento, el sistema CBTC debe desplazar el límite de la autorización de movimiento hasta el nuevo límite que marque un itinerario seguro.

En caso de que una autorización de movimiento aceptada por un tren sobrepase su periodo de validez (por ejemplo, por un fallo en la comunicación de datos), el sistema CBTC debe detener el tren de forma inmediata con frenado de servicio.

### 9.19 Determinación de la curva de control de la velocidad

Esta función determina la curva de control de la velocidad para todos los trenes de forma que se garantice que nunca se sobrepasan los límites de sus autorizaciones de movimiento y las velocidades

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA          CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA          CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 36 DE 129</b>

autorizadas. La curva de control de la velocidad termina en el punto de destino. La curva de control de la velocidad debe quedar determinada por el modelo de frenado de seguridad aplicable.

Un modelo de frenado de seguridad es una representación analítica de las prestaciones de un tren en fase de desaceleración hasta que se queda completamente parado, que permite combinar la influencia de los factores y de los escenarios de fallos más desfavorables. Un tren equipado con el sistema CBTC se detendrá en una distancia igual o menor a la garantizada por el modelo de frenado de seguridad.

El sistema CBTC debe determinar la curva de control de la velocidad para cada tren equipado con el sistema CBTC, teniendo en cuenta los parámetros relativos a:

- Datos estáticos de la vía (polígono fijo de las velocidades autorizadas, pendientes de la vía, etc.)
- Datos dinámicos (límite de la autorización de movimiento, etc.)
- Características del material rodante (Gamma de desaceleración, masa del tren, etc.)
- Características del sistema de conducción (tiempo de repuesta, etc.)

El sistema CBTC debe permitir una curva de control de la velocidad con márgenes de seguridad reducidos o nulos en zonas específicas (para maniobras en depósitos, vías de estacionamiento, etc.) y una velocidad lo suficientemente baja como para reducir las consecuencias de un choque.




El sistema CBTC debe calcular la velocidad resultante de la limitación más restrictiva relacionada con la seguridad aplicada a los trenes equipados con el sistema CBTC.

El sistema CBTC debe aplicar los límites de velocidad en toda la longitud del tren.

El sistema CBTC debe autorizar el movimiento de un tren equipado con el sistema CBTC de acuerdo con la curva de control de la velocidad establecida.

## **9.20 Funcionamiento de la señalización lateral de maniobra ante la autorización de movimiento de un tren.**

Esta función tiene como objetivo establecer la operación de la señalización de maniobra autorizada por el sistema CBTC si se cumplen las condiciones de seguridad del itinerario y de distancia de separación de seguridad entre los trenes.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 37 DE 129</b>

El sistema CBTC debe controlar la señalización lateral conforme a las autorizaciones de movimiento y a los itinerarios supervisados.

El sistema CBTC debe mostrar la información relativa al estado mandado a cada señal específica (por ejemplo, "señal de parada", señal permisiva") en los TCO's, a la interfaz IHM del PCC y del conductor.

El sistema CBTC debe contar con un "control de mando" recibido por la señalización lateral de maniobra y en caso de contradicción con el estado mandado por el sistema CBTC, esto se indicará como una incongruencia en la interfaz IHM del PCC y conductor.

### 9.21 Determinación de una zona de protección

Esta función tiene como objetivo activar y suprimir zonas de protección en las zonas seleccionadas mediante una orden operativa o como resultado de las reacciones del sistema.




El licitante ganador del sistema CBTC definirá estas zonas de protección durante la fase de diseño detallado.

El sistema CBTC debe activar de forma automática una zona de protección en función de:

- Mandos proporcionados por el operador,
- Las órdenes que le envíen dispositivos externos (por ejemplo, botón de paro de trenes en el andén o en el PCC, etc.),
- Pérdida de integridad,
- Presunción de riel, barra guía o pista roto,
- Puertas de trenes abiertas en zona prohibida

El sistema CBTC debe activar una zona de protección creada mediante una orden operativa enviada por la interfaz hombre-máquina del PCC.

El sistema CBTC debe proporcionar información sobre el estado de la zona de protección, incluyendo la zona cubierta y la razón, a la interfaz hombre-máquina del PCC.

	<b>TÍTULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 38 DE 129</b>

El sistema CBTC debe detener todos los trenes que se encuentren en la zona de protección utilizando el frenado de urgencia a menos que la situación de peligro requiera que los trenes abandonen la zona de protección.

El licitante ganador del sistema CBTC definirá las situaciones de emergencia durante la fase de diseño de detalle.

El sistema CBTC debe evitar que entren trenes en la zona de protección.

Una zona de protección activada de forma manual debe suprimirse mediante un comando de alta integridad dado por medio de la interfaz hombre-máquina del PCC.

Una zona de protección activada de forma automática debe suprimirse mediante un comando de alta integridad dado por medio de la interfaz hombre-máquina del PCC si la condición externa deja de estar presente.

## 9.22 Detener un tren que se encuentra cumpliendo su itinerario

Esta función tiene como objetivo detener un tren de forma inmediata a solicitud del conductor del tren en caso de una emergencia.




El sistema CBTC debe ordenar la aplicación inmediata del frenado en un tren designado después de recibir la orden por medio de la interfaz hombre-máquina del PCC.

El sistema CBTC debe proporcionar información sobre la parada del tren a la interfaz hombre-máquina del tren y a la interfaz hombre-máquina del PCC.

Después de un mando de frenado de emergencia, el sistema CBTC debe proporcionar información de paro del tren a la interfaz hombre máquina del tren y del PCC (velocidad cuando el mando se recibe, punto kilométrico del punto de paro, tasa de desaceleración, etc.).

En caso de valor de tasa de desaceleración fuera del valor normal, el sistema CBTC enviará una alarma al PCC.

Nota: Todas las informaciones o alarmas que el sistema CBTC genere y se envíen a la IHM del conductor, se debe considerar como: IHM del Conductor igual Visucab del Tren

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 39 DE 129</b>

### **9.23 Autorización de entrada de trenes equipados con el sistema CBTC que no se encuentra operativo en una zona equipada con el sistema CBTC**

Esta función tiene como objetivo autorizar la entrada de trenes equipados con el sistema CBTC que no se encuentra operativo en una zona equipada con el sistema CBTC.

El sistema CBTC debe autorizar la entrada de un tren mudo en una zona equipada con el sistema CBTC utilizando un modo de conducción manual restringido cuya responsabilidad será competencia del conductor.

El sistema CBTC debe detectar los trenes equipados con el sistema CBTC que no se encuentra operativo que entren en una vía de transferencia 63 y 83 de la zona equipada con el sistema CBTC.

El sistema CBTC debe informar a la interfaz hombre-máquina del PCC de la entrada de un tren equipado con el sistema CBTC que no se encuentra operativo en una vía de transferencia y en una zona equipada con el sistema CBTC.

### **9.24 Supervisión del movimiento de un tren**

Esta función tiene como objetivo supervisar el movimiento de un tren de acuerdo con la curva de control de la velocidad y otras restricciones relacionadas con la seguridad.

### **9.25 Determinar la velocidad real del tren**




Esta función tiene como objetivo determinar la velocidad real del tren.

El sistema CBTC debe detectar y determinar la velocidad real del tren.

El sistema CBTC debe tener en cuenta los efectos de las imprecisiones en la medición de la velocidad.

El sistema CBTC debe determinar el estado relativo a la velocidad cero dentro de las tolerancias predefinidas del sistema de medición de la velocidad.

El sistema CBTC debe proporcionar información sobre el estado relativo a la velocidad cero a la interfaz del material rodante.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 40 DE 129</b>



## 9.26 Supervisión de la velocidad de seguridad del tren

Esta función tiene como objetivo supervisar la velocidad real en relación a la velocidad permitida de los trenes equipados con el sistema CBTC en relación a la curva de control de la velocidad.

El sistema CBTC debe supervisar la velocidad permitida de los trenes equipados con el sistema CBTC para garantizar que los trenes se encuentran dentro de la curva de control de la velocidad.

En el modo de conducción manual, el sistema CBTC debe proporcionar una alerta al conductor, activada por una curva de advertencia predefinida más restrictiva que la curva de control de velocidad, por medio de la interfaz hombre máquina del tren, de modo que le permita reaccionar y evitar que el sistema active el sistema de frenado.

El sistema CBTC debe activar el frenado de servicio siguiendo la curva de advertencia para respetar la curva de control de la velocidad y evitar la intervención del frenado de urgencia.

Si la velocidad real determinada del tren es mayor que la velocidad permitida por la curva de control de la velocidad, el sistema CBTC debe activar el frenado de urgencia.

El sistema CBTC debe proporcionar información sobre la activación del frenado de urgencia a la interfaz hombre máquina del PCC (por ejemplo, la causa).




El sistema CBTC debe liberar automáticamente el frenado de urgencia solo si se determina que la velocidad real del tren es igual a cero y han dejado de existir las causas para la activación del frenado de urgencia.

El Sistema CBTC debe proporcionar información sobre la aplicación del frenado de urgencia a la interfaz hombre máquina del PCC.

Esta función permite evitar numerosos frenados de urgencia.

El sistema CBTC debe ordenar de forma automática el frenado de urgencia solo si se detecta la sobre velocidad un cierto número de veces dentro de un periodo de tiempo predefinido.

El frenado de urgencia debe liberarse mediante una orden dada por medio de la interfaz hombre-máquina del tren si se determina que la velocidad real del tren es igual a cero y han dejado de existir las causas para la activación del frenado de urgencia.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 41 DE 129

El sistema CBTC debe regular de forma automática el frenado de servicio durante la desaceleración si la velocidad real determinada del tren se vuelve inferior a la de la curva de advertencia.

El sistema CBTC debe proporcionar información sobre la aplicación de la orden del frenado de urgencia a la interfaz hombre máquina del PCC.

### **9.27 Supervisión de la deriva de los trenes**

Esta función tiene como objetivo supervisar el tren en caso de deriva.

El sistema CBTC debe detectar todo movimiento no autorizado de un tren en caso de que el tren se desplace en dirección contraria a la autorizada para su recorrido más allá de una distancia predefinida.

El sistema CBTC debe detectar todo movimiento no autorizado del tren en caso de que el tren realice algún movimiento durante el ascenso y descenso de pasajeros más allá de una distancia predefinida.

El sistema CBTC debe aplicar el frenado de urgencia cuando lo detecte en deriva en cualquier punto de la vía donde exista CBTC.

El sistema CBTC debe proporcionar la información necesaria sobre la deriva a la interfaz hombre-máquina del PCC para que se visualice en los monitores y quede registrada.




El sistema CBTC debe proporcionar la información necesaria sobre la deriva a la interfaz hombre-máquina del tren para que se visualice en los monitores y quede registrada.

El sistema CBTC debe ordenar liberar gradualmente el frenado de urgencia mediante un comando dado por el conductor/ regulador PCC mediante la interfaz hombre-máquina del tren, después de reconocer la alarma correspondiente.

### **9.28 Reacción ante movimientos no autorizados de trenes equipados con el sistema CBTC que no se encuentra operativo.**

Esta función tiene como objetivo reaccionar a los movimientos no autorizados de trenes equipados con el sistema CBTC que no se encuentra operativo con el fin de evitar colisiones.

El sistema CBTC debe detectar los movimientos no autorizados de los trenes equipados con el sistema CBTC que no se encuentra operativo en función de las entradas de datos enviadas por un dispositivo externo (detección secundaria).

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 42 DE 129</b>

El sistema CBTC debe restringir la autorización de movimiento a los trenes equipados con el sistema CBTC que se encuentren en conflicto con un movimiento no autorizado de un tren equipado con el sistema CBTC que no se encuentre operativo cuando se detecte dicho movimiento no autorizado.

El sistema CBTC debe proporcionar una alarma en la interfaz hombre-máquina del PCC relativa a la restricción de la autorización de movimiento de un tren en conflicto con el movimiento no autorizado de un tren equipado con el sistema CBTC que no se encuentra operativo.




En caso de detección de un movimiento no autorizado de un tren equipado con el sistema CBTC que no se encuentra operativo, el sistema CBTC debe pedir el frenado de urgencia y el corte de alimentación de tracción de la zona correspondiente.

## 10 Conducción del tren

### 10.1 Determinación de la velocidad de consigna

Esta función tiene como objetivo determinar la velocidad de consigna, teniendo en cuenta la calidad del viaje, el confort de los pasajeros y el modo de conducción (incluyendo la aceleración/desaceleración) de acuerdo con la curva de control de la velocidad y teniendo en cuenta de forma especial los siguientes factores:

- Los puntos de parada (por ejemplo, en estaciones, en vías de depósito, en terminales, en SP's, vías de enlace, vía "Y" y vía "Z");
- Otras limitaciones de velocidad (como el frenado suave del tren para el confort de los pasajeros, la Reducción del ruido relativa a un programa de protección medioambiental, etc.);
- La velocidad máxima del tren;
- El modo de conducción (vinculado al GoA3);
- El programa de explotación, la distancia de explotación entre trenes sucesivos;
- El punto de aceleración relacionado con la sección de limitación de la velocidad y la longitud del tren;
- Las características de la aceleración del tren (aceleración y tiempos de respuesta);
- Las características del frenado del tren (desaceleración y tiempos de respuesta);




	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 43 DE 129</b>

- La circulación en caso de adherencia reducida;
- La circulación en caso de salto de estación;
- La limitación de las sacudidas (bamboleo, galopeo, vibraciones y sismos);
- La regulación del tren y el ahorro de energía;
- El tiempo de reacción previsto del conductor;
- El tiempo de respuesta del sistema incluyendo el tiempo de respuesta del material rodante;
- Los parámetros y el estado del sistema de suministro de energía (por ejemplo, zonas neutras, límites entre secciones de suministro de energía, pérdida del suministro de la corriente de tracción).

El sistema CBTC debe determinar la velocidad de consigna para permitir que el tren se detenga en el siguiente punto de parada (por ejemplo, en un punto de parada en una estación, al final de la misión del tren o en otros puntos de parada) según requiera la misión del tren.

El sistema CBTC debe determinar la velocidad de consigna basada en los siguientes parámetros:




- Datos de infraestructura (gradiente de la pista),
- Características del material rodante (valores de aceleración/frenado del tren, tiempo de respuesta y velocidad),
- Curva de control
- Parámetros funcionales que no son de seguridad como los puntos de parada en las estaciones o estacionamiento, autorización de entrar en las estaciones, condiciones de partida
- La comodidad de los pasajeros (limitación del Jerk),
- Tabla de horario y tiempo de intercambio pasajeros proveniente de la función regulación automática y transmitidos por el ATS
- El punto de aceleración relacionado con la sección de límite de velocidad y la longitud del tren,
- Valor de adherencia definida por el ATS,

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA          CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 44 DE 129

- Tiempo de respuesta del conductor,
- El tiempo de reacción del sistema, incluyendo el material rodante,
- Los parámetros y estado de la corriente tracción (por ejemplo, zonas neutrales, límites entre las secciones eléctricas...).
- Control de la circulación de un tren en función de la velocidad de consigna
- Esta función tiene como objetivo determinar y enviar órdenes de tracción y frenado al material rodante para garantizar que la velocidad del tren es conforme a la velocidad de consigna del tren y para garantizar una parada precisa.
- El sistema CBTC debe ordenar al material rodante que acelere/desacelere siguiendo la velocidad de consigna y el sentido de la marcha requerido.
- Nota: Las órdenes de tracción - frenado no son de seguridad y el sentido de marcha es de seguridad
- El sistema CBTC debe enviar órdenes relacionadas con la tracción o inhibición de frenado de forma que se evite la circulación innecesaria de corriente de tracción o regenerativo mientras el tren se encuentra atravesando un espacio entre dos secciones de alimentación del tercer riel.
- En modo Automático, el sistema CBTC debe enviar órdenes relacionadas con la desaceleración al material rodante contando solo con el frenado de servicio.
- El sistema CBTC debe aplicar una marcha económica a fin de limitar el consumo eléctrico cuando haya en algunas zonas eléctricas Subestación de Rectificación Fuera de Servicio.
- Parada del tren en una estación
- Esta función tiene como objetivo garantizar que el tren pare de forma suave y precisa en una estación.

## 10.2 Parada del tren en la siguiente estación

El sistema CBTC debe permitir que el tren pare en la estación si dicha parada es parte de la misión del tren y si el tren no ha recibido una orden contraria que le indique que debe saltarse la parada en esa estación.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA</b> <b>CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA</b> <b>CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 45 DE 129</b>

Además de la orden que modifique el estado de una estación de "estación sin parada" a "estación con parada", el sistema CBTC debe ordenar que el tren pare en la estación si dicha parada puede realizarse utilizando el frenado de servicio normal.

El sistema CBTC debe hacer que el tren pare en la estación en el punto de parada especificado del material rodante y la velocidad de consigna.

Cuando un tren que no va a efectuar parada en una estación y que no hay posibilidad de pasar la estación por la totalidad del tren, el sistema CBTC debe parar el tren antes de la estación.

En el caso que haya una aguja en posición desviada antes de la estación, el CBTC debe parar el tren antes de abordar dicha aguja.

En el caso que la aguja este en posición recta antes de la estación, el CBTC debe permitir que el tren continúe su marcha aun cuando aborde dicha aguja.

Si el tren para más allá de la tolerancia de parada (si se pasa la estación) menos de un coche, el CBTC permitirá una marcha atrás sin deslocalización ni utilizar el modo CLT2 y poder posicionar el tren en la estación en el Punto Normal de Parada (PNP).

En las terminales en caso de estación perdida, el CBTC debe permitir una marcha atrás sin deslocalización ni utilizar el modo CLT2 y poder posicionar el tren en la estación en el PNP.

Si el tren consigue parar antes en el punto de parada del andén, este tren debe avanzar de forma automática hasta que lo consiga.




## 11 Supervisión de la vía

Este apartado contiene funciones y requisitos necesarios, para el grado de automatización GoA3 con un conductor supervisando la vía desde la cabina de conducción en la parte frontal del tren para verificar que no exista ninguna persona u obstáculos que se encuentren en la vía.

### 11.1 Supervisión del dispositivo de detección de obstáculos instalado a bordo del tren.

Esta función tiene como objetivo supervisar las acciones de un dispositivo de detección de obstáculos externo instalado a bordo para parar el tren en caso de choque con un obstáculo.

Cuando se recibe un mensaje desde un dispositivo de detección de obstáculos externo instalado a bordo del tren, el sistema CBTC debe memorizar la detección y ordenar el frenado de urgencia.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 46 DE 129</b>

En caso de detección de obstáculo, el sistema CBTC debe proporcionar:

- Un mensaje de emergencia a la interfaz hombre-máquina del PCC,
- Información sobre el estado operativo del dispositivo de detección de obstáculos instalado a bordo del tren.
- Informaciones sobre la detección de obstáculo incluyendo la identificación del tren, la extremidad, la localización y la velocidad al momento de la detección

La reacción del sistema en caso de que se detecte un obstáculo debe mantenerse hasta que se anule mediante un mando de alta integridad transmitido por medio de la interfaz hombre-máquina del PCC y/o desde la IHM del conductor.

El sistema CBTC debe proporcionar información sobre el obstáculo detectado al conductor por medio de la interfaz hombre máquina del tren.

## **11.2 Reacción ante la solicitud de parada de emergencia realizada desde un andén.**




Esta función tiene como objetivo reaccionar ante la solicitud de parada de emergencia realizada desde un andén por parte de los pasajeros o miembros del personal.

En caso de que se realice una solicitud de parada de emergencia desde el andén de la estación, se debe establecer una zona de protección que cubra las vías de andén.

En caso de que se realice una solicitud de parada de urgencia desde el andén de la estación, el sistema CBTC debe informar al sistema de comunicación por voz que inicie la comunicación entre la persona que ha realizado la solicitud de parada y los miembros del personal del PCC o los miembros del personal de la estación.

En caso de que se realice una solicitud de parada de urgencia desde el andén de la estación, el sistema CBTC debe proporcionar la información necesaria (por ejemplo, el estado y la ubicación) a la interfaz hombre-máquina del PCC.

La solicitud de parada de urgencia y la reacción del sistema deben mantenerse hasta que se anulen por medio de un mando de alta integridad transmitido por medio de la interfaz hombre-máquina del PCC.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 47 DE 129

En caso de que se realice una solicitud de parada de urgencia desde el andén de la estación, el sistema CBTC debe ordenar el frenado del tren y el corte de la corriente de tracción en la sección de la zona afectada.

La parada de urgencia desde el andén debe ser por la acción de un botón de urgencia o por la acción cualquier de los ruptores de emergencia de corte de corriente ubicados a lo largo de los andenes. En el caso del botón de urgencia, este será ubicado conforme a lo que solicite el cliente. Cuatro botones de urgencia y tres ruptores por andén ya instalados.

El sistema CBTC deberá prever las interfaces necesarias para que cuando se accione un raptor de emergencia inhiba la energía eléctrica de tracción y se aplique el frenado de urgencia del tren en los andenes de la Estación solicitados.

En el caso de estar el Corte de Urgencia Fuera de Servicio (CUFS) activo en alguna sección y un raptor ó botón sea accionado en la estación el sistema CBTC deberá ordenar una función de alta integridad para desenergizar dicha sección (zona) y activar el frenado de urgencia del tren en el andén de la estación donde haya algún problema.

### 11.3 Supervisión de las puertas de andén en toda la línea




Esta función tiene como objetivo supervisar que las puertas de andén en la línea se encuentran en estado cerrado y bloqueado cuando no se requiere que se encuentren abiertas.

Si se detecta que las puertas de andén en terminal o alguna de las estaciones se encuentran abiertas cuando no hay ningún tren que haya efectuado parada en la estación, el sistema CBTC debe establecer la zona de protección correspondiente de forma inmediata evitando que el tren ingrese al andén de la Estación.

En caso de que las puertas de andén en terminal o en alguna estación se encuentren abiertas de forma no intencionada, el sistema CBTC debe proporcionar la información necesaria (por ejemplo, el estado y la ubicación) y generará una alarma acústica y visual en la interfaz hombre-máquina del PCC, inspector de terminal (PML) e IHM del tren.

En caso de falla del sistema CBTC y/o del sistema de puertas de andén, el mando y control de la apertura y cierre de las puertas de andén se podrán realizar:

- A través de la IHM del PCC

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 48 DE 129</b>



- A través de la IHM del Inspector de Terminal
- A través de forma local (Eléctrica y manual)

Durante el recorrido de su itinerario de cambio de vía en terminal (entrada o salida), si por alguna razón se abre una puerta de andén de forma intempestiva el sistema deberá detener la marcha del tren y generará una alarma acústica y visual en la interfaz hombre-máquina del PCC, inspector de terminal (PML)

#### 11.4 Supervisión de las puertas de final de andén en toda la línea

Esta función tiene como objetivo supervisar las acciones de un dispositivo externo que supervisa las puertas en ambos extremos de los andenes para detectar la apertura no autorizada de puertas y la intrusión de personas en las vías entre estaciones.

En caso de que un equipo externo envíe un mensaje informando de la apertura de una puerta y de un acceso no autorizado, se debe:




- Establecer una zona de protección y detener el tren
- Emitir una alarma óptica y acústica y enviar un mensaje de intrusión a la IHM del PCC
- Emitir una alarma óptica y acústica en la estación
- Cortar corriente de tracción en la zona de la vía de la estación involucrada

El estado de intruso detectado debe mantenerse hasta que se anule mediante un mando de alta integridad transmitido por medio de la interfaz hombre-máquina del PCC.

En caso de que se detecte una intrusión, el sistema CBTC debe proporcionar información sobre la apertura de la puerta de final de andén (por ejemplo, el estado y la ubicación) a la interfaz hombre-máquina del PCC

#### 11.5 Protección del personal que se encuentran en la vía

Esta función tiene como objetivo proteger a los miembros del personal del STC que estén autorizados a descender a vías en horas de servicio estableciendo una Reducción Temporal de Velocidad (RTV) en la zona a proteger. Siempre protegido por el ATO y ATP.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA</b> <b>CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA</b> <b>CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 49 DE 129</b>

Y al finalizar los trabajos restablecer las condiciones normales de trabajo

La zona de trabajo requerida debe establecerse mediante una orden específica dada por medio de la interfaz hombre máquina del PCC. Personal en vía (PV).

La zona de trabajo requerida debe eliminarse mediante un comando de alta integridad específico dado por medio de la interfaz hombre-máquina del PCC.

El sistema CBTC debe proporcionar información sobre la zona de trabajo a la interfaz hombre-máquina del tren y/o a la interfaz del equipo de vía (por ejemplo, al indicador) mientras la zona de trabajo se encuentre establecida.

El sistema CBTC debe proporcionar la información necesaria sobre las zonas de trabajo establecidas a la interfaz hombre-máquina del PCC y ser visualizada en el TCO.

La supresión de una zona de trabajo no debe suponer la eliminación de las limitaciones temporales de velocidad que se encuentren en vigor en el mismo lugar.

## **11.6 Supervisión del ascenso y descenso de pasajeros**




Este apartado contiene todas las funciones y requisitos que pueden garantizar el ascenso y descenso seguro de pasajeros, teniendo en cuenta:

1. La apertura de puertas al principio y el cierre de puertas al final del ascenso y descenso de pasajeros;
2. El propio ascenso y descenso de pasajeros;
3. Las condiciones para la salida del tren después de que finalice el ascenso y descenso de pasajeros, incluyendo también otras restricciones que no estén directamente relacionadas con el ascenso y descenso de pasajeros.

### **11.6.1 Control de las puertas del tren y de las puertas de seguridad de andén.**

#### **11.6.1.1 Autorización de apertura de puertas**

Esta función tiene como objetivo autorizar la apertura de las puertas del tren, y de las puertas de seguridad de andén, una vez que se garantice que se cumplen todas las condiciones para el ascenso y descenso seguro de pasajeros.

	<b>TITULO: ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 50 DE 129

El sistema CBTC debe garantizar que solo se pueden abrir las puertas del tren que se encuentren en el lado correcto según la orientación del tren.

Ante la presencia de andenes a ambos lados del tren, se debe poder seleccionar la opción de abrir las puertas en ambos lados.

El sistema CBTC debe autorizar la apertura de las puertas del tren y las puertas de andén correspondientes en el lado elegido del tren cuando se detecte el estado de velocidad cero y el tren se encuentren dentro de la tolerancia del punto de parada.

El sistema CBTC debe ordenar que no genere la tracción del tren en cuanto la autorización de apertura de las puertas es emitida.

Se debe evitar el movimiento de un tren cuando se autoriza la apertura de puertas en caso de que el material rodante no realice esta función.

En caso de que se detecte que una puerta se encuentra abierta cuando no se ha autorizado la apertura de puertas (por ejemplo, mediante una acción manual), el sistema CBTC debe proporcionar la información necesaria (por ejemplo, su estado y ubicación) a la interfaz hombre-máquina del tren y a la interfaz hombre-máquina del PCC y generará una alarma acústica y visual.

El sistema CBTC solo debe permitir la apertura de las puertas de andén que se encuentren frente a las puertas abiertas del tren.




El sistema CBTC debe autorizar la apertura y cierre de las puertas de andén de forma simultánea todas ves que, se haya autorizado la apertura de las puertas del tren.

El licitante ganador deberá acordar con el cliente la secuencia de apertura y cierre de las puertas de andén con el tren.

### 11.6.1.2 Orden de apertura de puertas

Esta función tiene como objetivo ordenar la apertura de las puertas del tren y de las puertas de seguridad de andén cuando se cumplan las condiciones de apertura.

El sistema CBTC debe mandar la apertura de puertas de forma automática, en caso de no lograrse abrir, el sistema debe enviar una orden por medio de la interfaz hombre máquina del PCC e IHM del conductor para que se abran manualmente.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00	HOJA: 51 DE 129

El sistema CBTC de apertura de puertas tanto del tren como de las puertas de andén deben abrir si y sólo si:

- Se autoriza la apertura de las puertas,
- La puerta del tren (respectivamente de la puerta de andén) no es condenada;
- La puerta de andén asociada (respectivamente la puerta del tren asociada) no es condenada.

Ante la presencia de andenes a ambos lados del tren como es el caso de Pantitlán, se debe poder ordenar la apertura de las puertas:

- En un solo lado;
- En ambos lados en Pantitlán.

En el caso de Pantitlán (andén central), si se ordena la apertura de puertas a ambos lados del tren, se debe poder controlar su apertura permitiendo una diferencia de tiempo entre ambos lados.

El sistema CBTC, debe sincronizar la apertura de las puertas de andén y las puertas del tren dentro de una tolerancia de tiempo determinada.

La sincronización de las puertas de andén es controlada por el CBTC puede incluir un retraso para la apertura de dichas puertas.




### **11.6.1.3 Solicitud de cierre de puertas**

Esta función tiene como objetivo solicitar el cierre de las puertas del tren y de las puertas de andén.

El sistema CBTC debe solicitar el cierre de puertas si ha llegado la hora de salida del tren y si se cumplen las condiciones para la salida del tren (a excepción del estado de puertas del tren cerradas).

El sistema CBTC debe mandar el cierre de puertas de forma automática en tres ocasiones, en caso de no lograrse cerrar, el sistema debe enviar una orden por medio de la interfaz hombre máquina del PCC e IHM del conductor para que se cierren manualmente.

El sistema CBTC debe activar alarmas visibles y sonoras para informar a los pasajeros del cierre inminente de las puertas

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 52 DE 129</b>

El CBTC, debe sincronizar el cierre de las puertas de andén y las puertas del tren dentro de una tolerancia de tiempo determinada.

El CBTC debe sincronizar un retraso entre el cierre de las puertas de andén y las puertas del tren (las puertas de tren se cierran antes de las puertas de andén)

EL CBTC deberá prever que cuando el cierre de puertas no sea posible por exceso de afluencia y se desee abrir puertas, solo se abran parcialmente la (s) puerta (s) donde se impida el cierre.

#### **11.6.1.4 Supervisión del cierre de puertas**

Esta función tiene como objetivo supervisar el cierre de las puertas del tren y de las puertas de andén.

Si no se detecta que las puertas están cerradas y bloqueadas en un plazo de tiempo predeterminado, el sistema CBTC debe repetir la orden de cierre de puertas un número predefinido de veces (orden de apertura seguida de una orden de cierre).

Si las puertas no indican estar en estado cerrado y bloqueado en un plazo de tiempo predeterminado, el sistema CBTC debe enviar una alarma a la interfaz hombre-máquina del PCC.

El sistema CBTC debe proporcionar información del estado cerrado y bloqueado de las puertas del tren y de las puertas de andén a la interfaz hombre-máquina del tren y/o a la interfaz del equipo de vía (por ejemplo, al indicador).

El sistema CBTC no debe permitir la partida del tren en caso de estar una puerta de andén o de tren abierta.




### **11.7 Explotación de un tren**

Este apartado contiene las funciones y requisitos necesarios para la explotación de un tren.

#### **11.7.1 Puesta del tren en explotación o fuera de servicio**

##### **11.7.1.1 Preparación del Tren**

Esta función tiene como objetivo poner a los trenes que se encuentran en vías de estacionamiento (en talleres, vías secundarias, depósito o en la línea) en modo activo antes de que entren en servicio por acción del conductor, o del sistema CBTC o mediante una orden dada por la función regulación por medio de la interfaz hombre-máquina del puesto de mando.

	<b>TÍTULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 53 DE 129</b>

El equipo CBTC instalado a bordo del tren debe activarse:

- Localmente por acción del conductor
- En local; mediante de una orden transmitida por medio de la interfaz hombre-máquina del tren,
- De forma remoto, automáticamente según los requisitos del programa de explotación o por medio de la interfaz hombre-máquina del PCC.

En el modo de conducción automático, el sistema CBTC debe permitir que los trenes se exploten en modo comercial únicamente cuando las funciones necesarias para un servicio satisfactorio, fiable y seguro estén activas, y se hayan sometido a las pruebas de autodiagnóstico y funcionen de acuerdo con las reglas del STC.

### 11.7.1.2 Puesta del tren en modo inactivo




Esta función tiene como objetivo poner a los trenes en modo inactivo (apagado de los trenes) en vías de estacionamiento (en talleres, vías garajes o en la línea) después de que sean puestos fuera de servicio por acción del conductor, o mediante una orden del ATS (fin de misión) o por medio de la interfaz hombre-máquina del conductor.

El apagado de los trenes debe ser posible en cualquier parte de la línea (incluyendo vías de enlace) e zonas de talleres y garajes.

Cuando un tren está apagado, el consumo de energía de los equipos CBTC embarcados debe reducirse a un nivel mínimo que permita despertarlo para posteriormente prepararlo y mantener el estado operacional del CBTC.

Siguiendo un orden para el apagado automático del tren proporcionado por el ATS, el sistema debe iniciar el procedimiento para el apagado siguiente:

- La aplicación del freno máximo del tren FU,
- Comprobar el estado freno de estacionamiento aplicado,
- Orden al MR-el apagado del tren,
- Comprobar la ausencia de la tensión "Baja tensión" tren dormido,
- Pedir el apagado de los equipos CBTC.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 54 DE 129

Si después de un tiempo predefinido, el frenado de urgencia o los frenos de estacionamiento no están "aplicados" o permanece en Baja tensión "tren despierto ", se cancela el apagado del tren, se declara una falla de apagado del tren y se manda la información a la interfaz hombre máquina del PCC generando una alarma óptica y visual.

Siguiendo una orden para el apagado manual del tren proporcionado por el conductor, el sistema debe iniciar el procedimiento para el apagado siguiente:

- La aplicación del freno máximo del tren FU,
- Comprobar el estado freno de estacionamiento aplicado
- Orden al MR el apagado del tren,
- Comprobar la ausencia de la tensión "Baja tensión" tren dormido",
- Pedir el apagado de los equipos CBTC.

### 11.7.2 Gestión de los modos de conducción

Esta función tiene como objetivo gestionar los modos de conducción del tren bajo las alternativas siguientes:




Etapas de transición.- En esta etapa convivirán trenes equipados con PA 135 Khz y trenes equipados con CBTC, por lo que durante esta etapa el CBTC emulara los modos de conducción de los trenes equipados con PA 135 KHz (PA, CMC y CLT2).

- Modo de Conducción (PA) 135 Khz, modo nominal en servicio comercial y velocidad establecida por el PA 135 KHz
- Modo Conducción Manual Controlada (CMC), velocidad establecida por el PA 135 KHz
- Modo Conducción Limitada a Tracción 2 (CLT2), velocidad máxima es controlada por el material rodante 35 km/h, en este modo el automatismo esta fuera de servicio.

Etapas de CBTC en todos los trenes

En servicio comercial nominal, el CBTC debe gestionar los modos de conducción automático PA y CMC.

- PA: Pilotaje Automático con el CBTC y Marcha Atrás en automática

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00	HOJA: 55 DE 129

En situación degradada (falla del ATO), el CBTC debe gestionar los modos de conducción manual CMC.

- Conducción Manual Controlada (CMC) por el CBTC
- Conducción Manual Controlada (CMC) por el ATP a velocidad restringida
- Conducción Manual Controlada (CMC) por el CBTC y Marcha atrás

Existen otros modos de conducción que se usarán para las situaciones degradadas (incidentes), en zonas de maniobra y talleres bajo el control del CBTC:

- Conducción Manual Controlada (CMC) por el ATP a velocidad restringida (15 y 35 Km/h)

El sistema CBTC debe poder realizar todos los modos de conducción que defina el STC en función del GoA3 y del estado operativo del equipo CBTC instalado a bordo y/o del equipo de vía.

En el modo de Conducción Manual Controlada (CMC), el sistema CBTC debe garantizar la protección del tren aplicando la curva de control de la velocidad.




En el modo de Conducción Manual Controlada (CMC) por el CBTC a velocidad restringida por el ATC, el sistema CBTC debe garantizar la protección del tren aplicando el respeto de la velocidad límite de entre 35 a 15 km/h.

En caso de necesidad (falla del CBTC), la conducción se hará en modo de conducción manual CLT2 fuera del control del sistema CBTC.

En este modo de conducción:

- La velocidad máxima es controlada por el material rodante máximo T2 y 35 km/h
- El control del Frenado de servicio y el FU estará a cargo del conductor del tren.
- La conducción del tren está bajo responsabilidad del conductor.

La modificación del modo de conducción debe realizarse por parte del conductor a bordo del tren mediante una orden transmitida por medio de la interfaz hombre-máquina del tren (Cabina o conmutadores).

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 56 DE 129</b>



Los modos de conducción disponibles y el modo de conducción vigente deben proporcionarse a la interfaz hombre-máquina del tren en la cabina, indicadora y a la interfaz hombre máquina del PCC.

### 11.7.3 Gestión del desplazamiento de los trenes entre dos estaciones

Esta función tiene como objetivo gestionar el desplazamiento de los trenes por la vía entre estaciones teniendo en cuenta las diferentes alteraciones en la explotación que llevan a un tren a detenerse entre las estaciones.

El sistema CBTC debe autorizar los movimientos de un tren en modo automático cuando se cumplan las siguientes condiciones:




- Las condiciones que causaron que el tren se detuviera hayan desaparecido;
- Las puertas del tren se encuentren cerradas y bloqueadas;
- El tren no se encuentre inmovilizado por la aplicación de algún grado frenado y/o frenado de urgencia.

El sistema CBTC debe reiniciar automáticamente el movimiento del tren tan pronto como la autorización de movimiento llega al tren.

El sistema CBTC debe permitir el movimiento del tren siguiendo una orden transmitida por medio de la interfaz hombre-máquina del tren.

Cuando se pierda la corriente de tracción en una sección que se encuentre por delante del tren, el sistema CBTC debe determinar si el tren puede detenerse antes de alcanzar dicha sección utilizando el frenado de servicio:

- Si la parada es posible antes de la zona fuera de tensión, el tren debe detenerse de forma automática utilizando el frenado de servicio;
- Si la parada antes de la zona fuera de tensión no es posible, el tren debe continuar en la sección en la que la energía de la tracción no está presente permitiendo el desplazamiento del tren libre hasta detenerlo vigilando las condiciones de seguridad.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 57 DE 129</b>

#### 11.7.4 Gestión de los depósitos.

Esta función tiene como objetivo gestionar los movimientos de los trenes en las zonas de talleres Zaragoza, vías de estacionamiento en terminales Pantitlán y Observatorio, mantenimiento menor en Zaragoza y vía "Z", Vía "Y" y vías de Enlace con Líneas 2 y 3

Durante la operación, el sistema CBTC debe ser capaz de cambiar el estado de las secciones de la vía en:

- Estado "vía principal".
- Estado de "vía secundaria" (Depósito en talleres Zaragoza, vías de estacionamiento en terminales Pantitlán y Observatorio, mantenimiento menor en Zaragoza y vía "Z", Vía "Y" y vías de Enlace con Líneas 2 y 3).

Nota: El operador utiliza este estado para definir zonas de apagado de los trenes.

#### 11.7.5 Vías de enlace

La línea uno cuenta con vías de enlace con las líneas 2 y 3 de la red de STC. La vía de enlace con la línea 2 está situada entre La Merced y Pino Suarez y. El enlace con la línea 3 se encuentra entre Salto del Agua y Balderas.

Cuando la línea uno funcione en modo **CBTC**, se contará con una posición de estacionamiento en estas vías de enlace. Así, cuando se necesite retirar de la circulación un tren averiado, podrá enviarse a esta posición para que interfiera lo menos posible en la operación.




En el caso de que, tanto en línea dos y línea tres tengan necesidad de ocupar las vías de enlace de Línea uno respectivamente, el sistema CBTC deberá permitir en los TCO's del PCC de ambas Líneas que se puedan visualizar esos trenes no equipados con el sistema CBTC.

#### 11.7.6 Ubicación de las estaciones

Cuando la línea uno funcione en modo CBTC, se contará como una posición de estacionamiento en todas las Estaciones de la Línea uno. El licitante ganador deberá establecer los PKs del punto normal de paro de cada estación por ambas vías.

#### 11.7.7 El Taller de Mantenimiento de Zaragoza

El Taller de Mantenimiento de Zaragoza se encuentra entre las estaciones de Pantitlán y Zaragoza.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00	

Cuenta con un edificio de garaje y un taller de mantenimiento. Los movimientos en esta zona están controlados por el Inspector del Puesto de Maniobras del Taller (PMT).

El edificio de garaje tiene 15 vías con dos posiciones de garaje cada una, o lo que es lo mismo, una capacidad de 30 trenes. A esto hay que añadir 8 posiciones de garaje en la estación Observatorio (situación actual) y 8 posiciones de garaje en la estación Pantitlán. El envío/salida de los trenes del garaje se realizará en modo automático sin que el conductor accione el manipulador, pero si deberá permanecer en la cabina de conducción activa para vigilar el recorrido del tren y en el caso de que algo interfiera la trayectoria del tren el podrá accionar el FU.

El edificio de garaje de Zaragoza tendrá que adaptarse para recibir los nuevos trenes, que tienen una longitud mayor y necesitan una distancia mayor entre ellos para poder estacionarse automáticamente. Para lo cual, el sistema CBTC debe garantizar el estacionado correcto y la distancia de seguridad entre trenes.

Una nueva máquina de lavado estará situada en zona de garaje y los trenes pasaran por ella para una limpieza profunda automáticamente según la configuración del programa de operación. La posición exacta no está aún determinada y necesita un estudio profundo del Taller de Zaragoza por parte del Licitante ganador.




El taller de mantenimiento permite realizar las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo de los trenes de las líneas 1 y 9 del metro. La circulación de trenes no equipados de CBTC, trenes de otras líneas estarán supervisadas por la detección secundaria del CBTC y el inspector de PMT. Se mantendrá la señalización de maniobra de la zona de garaje para la circulación con conductor de estos trenes no equipados.

La zona de circulación automática de los trenes automáticos en modo CBTC deberá confinarse para impedir la entrada de personas en las vías, por cuestiones de seguridad.

Todo el taller de Zaragoza (Vías de garaje, Vía de Pruebas, peines, mantenimiento menor y vía de lavado) deberá estar equipada con el sistema CBTC

### **11.7.8 Zona de transferencia**

En la línea uno, la zona de transferencia entre las vías principales de la línea, hacia las vías secundarias del Taller Zaragoza se identifican como los CDV's 63 y 83.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 59 DE 129

### 11.7.9 Posición de Transferencia a las fosas del taller de mantenimiento menor de Zaragoza

El sistema CBTC deberá permitir el movimiento de los trenes en modo PA y deberá detenerlo hasta la entrada. Para que pueda entrar al interior del taller (fosa) deberá tomar en modo CLT2. En caso de que el tren no logre llegar al PNP, personal de MR colocará las perchas para alimentar en alta tensión al tren y permitir su llegada al PNP.

La velocidad máxima de entrada a la fosa debe ser menor a 10 Km/h

La salida de los trenes será en el modo CLT2 a menos de 10 Km/h hasta que el primer elemento del tren haga contacto con la barra guía debiendo detenerse para ser retirada la percha por personal de MR.

Durante, la entrada, estancia y salida del tren en el taller de mantenimiento sistemático, no deberá deslocalizarse. Caso contrario deberá localizarse a la salida de las vías del taller.

Nota: Para las fosas de visita de MR en Terminales de Pantitlán y Observatorio la entrada y salida de los trenes deberá ser en el modo de conducción PA/CMC.

### 11.7.10 Señalización secundaria




Durante la migración y la instalación y pruebas del sistema CBTC, la línea contará con una señalización lateral secundaria para la circulación de trenes no equipados de CBTC y la operación comercial con PA 135 KHz.

Se mantienen las señales de Despacho Bajo Orden (DBO), CUFS (corte de urgencia fuera de servicio) y Hombres Trabajando en Vías en los andenes para su utilización con los trenes de servicio comercial y mantenimiento tanto los equipados y no equipados de CBTC.

### 11.7.11 Cambio del sentido de la marcha

Esta función tiene como objetivo definir las condiciones y el proceso para cambiar el sentido de la marcha de un tren.

El sistema CBTC debe permitir el cambio del sentido de la marcha de un tren únicamente cuando se detecte que el tren se encuentra parado.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 60 DE 129</b>

En CMC y PA, cuando se detecte que el conductor realiza un cambio de cabina activa, el sistema CBTC debe determinar el sentido de la marcha solicitado.

El sistema CBTC debe cambiar el sentido de la marcha de forma automática en los casos siguientes:

- Retorno en las terminales
- Retorno en caso de servicio provisional
- Volver atrás hacia la última estación de partida, cambiando el sentido de marcha en caso de que en la línea haya una interrupción siempre y cuando se cumplan las condiciones de seguridad y estando presente el conductor en la cabina activa (retorno pedido por la interfaz hombre máquina del PCC)
- Las Maniobras de cambio de vía en las terminales y Servicios Provisionales se realicen en modo automático sin la intervención del conductor dentro de su cabina. Sin embargo, será necesario la presencia del mismo en la cabina para asegurarse que nada ni nadie interfiera en el trayecto del tren.




### 11.7.12 Acoplamiento y desacoplamiento de trenes

Esta función tiene como objetivo acoplar y desacoplar trenes durante la explotación.

En el caso de acoplamiento de dos trenes durante un rescate de un tren en falla, el sistema CBTC debe pedir un frenado de urgencia del tren sin falla y en el momento que se acopla.

Una vez acoplados los trenes, el sistema CBTC debe ampliar su rango de protección para ambos trenes y permitir que éstos puedan detenerse uno a la vez en la próxima Estación para desalojar a los usuarios.

El Licitante ganador deberá demostrar al STC que el acoplamiento y el traslado sea en condiciones seguras y el modo de conducción CMC modo socorro, salvo la recomendación del Licitante de hacerlo en modo automático para lo cual deberá demostrar que es factible bajo las condiciones del perfil de la línea 1 incluyendo las vías secundarias. Las velocidades en el modo de socorro, se definirán en la fase de diseño

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 61 DE 129</b>

### 11.7.13 Supervisión del estado del tren

Este apartado contiene todas las funciones y requisitos que son necesarios para detectar fallos y condiciones que podrían influir en el buen desarrollo de la explotación por la indisponibilidad de los equipos instalados a bordo del tren.

### 11.7.14 Supervisión del estado del equipo CBTC instalado a bordo una vez que el tren este despierto.

Esta función tiene como objetivo realizar los diagnósticos de los equipos durante el proceso de haber despertado el tren antes de que entre en una zona de servicio comercial. Esta función incluye los autodiagnósticos que se encargan de la seguridad del sistema CBTC y de las interfaces con el material rodante necesarias para la explotación segura del tren. Se incluyen también los diagnósticos que garantizan la disponibilidad del CBTC y el estado operacional del tren.

A la puesta en marcha del CBTC, el sistema CBTC debe inicializar las pruebas de diagnóstico del sistema CBTC incluyendo los equipos redundantes.

La puesta en marcha del CBTC es realizada:

- Automáticamente en modo PA después haber despertado el tren por el ATS
- A petición del conductor en modo de conducción CMC o PA después haber despertado el tren




Al final de las pruebas, el sistema CBTC determina si el equipo MR es apto para el servicio.

El equipo CBTC instalado a bordo debe realizar autodiagnósticos para garantizar:

- La seguridad de las funciones del sistema CBTC (odómetros, antenas, lectura balizas, estado de los relés, etc.)
- La disponibilidad del sistema CBTC incluyendo los equipos redundantes.

El equipo CBTC instalado a bordo debe realizar autodiagnósticos para garantizar:

- La activación segura de los equipos externos necesarios para la seguridad (verificación de la interfaz con el frenado de urgencia, las puertas, etc...)
- La disponibilidad y el estado del material rodante (red MR, estado calculador, etc.)

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 62 DE 129

Todos los autodiagnósticos deben empezar y realizarse de forma automática, sin necesidad de que el personal realice ninguna acción y en caso necesario también podría realizarlo el operador del PCC, Inspector PMT o PML de terminal o el conductor.

El resultado de las pruebas de diagnóstico debe ser transmitido al SCADA ATS y mostrado en la interfaz hombre máquina del PCC y a la interfaz hombre-máquina del tren.

El tren es declarado listo para el servicio comercial cuando las pruebas de diagnóstico siguientes son realizadas (esta lista tiene que ser definida con personal del STC y el licitante ganador en la fase de detalle):

- Estado de los equipos CBTC embarcado
- Prueba de la interfaz material rodante CBTC de seguridad (puertas, frenado de emergencia, neumático bajo, etc...)
- Prueba de la interfaz material rodante CBTC que no es de seguridad
- Ausencia de fallas del material rodante (motriz inactiva, sistema de frenados, convertidores, compresores, iluminación, etc.)
- Estado operacional del tren (nivel de carga de las baterías, sistema CCTV, sistema PA, conmutador tren en mantenimiento, etc.)




En caso de éxito de las pruebas de diagnóstico al despertar un tren (tren listo), el sistema permite los movimientos en el depósito y en la línea.

En caso de fracaso de las pruebas de diagnóstico al despertar un tren, el sistema:

- No debe permitir los movimientos en el depósito o en operación comercial con pasajeros.
- Debe permitir los movimientos en el depósito y en la línea únicamente después de tener las condiciones de control y seguridad del ATS.

### **11.7.15 Supervisión del estado del equipo CBTC instalado a bordo del tren durante la explotación**

Esta función tiene como objetivo realizar la supervisión de los sistemas CBTC a bordo del tren durante la explotación.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 63 DE 129</b>

Normalmente esta función incluye solo aquellos diagnósticos que se encargan de la seguridad de la aplicación del sistema CBTC y de las entradas y salidas necesarias para la explotación vital.

El estado de seguridad y funcional del sistema deben ser controlado continuamente.

Los autodiagnósticos no deben poner en peligro:

- La circulación del tren,
- El grado de automatización,
- Las características de funcionamiento.

El resultado de los diagnósticos fallidos debe enviarse al sistema CBTC y aparecer en la interfaz hombre-máquina del tren y a la interfaz hombre máquina del PCC.

El resultado de los diagnósticos fallidos debe enviarse al sistema CBTC y aparecer en la interfaz hombre-máquina del PCC para que se visualice en los monitores y quede registrado.

#### **11.7.16 Pruebas de las características de funcionamiento del frenado de urgencia**




Esta función tiene como objetivo realizar una prueba dinámica y estática del frenado de Pruebas mediante la aplicación del frenado de Pruebas cuando el tren se encuentre en movimiento.

Durante la prueba de las características de funcionamiento del frenado de urgencia, el sistema CBTC debe detener el tren usando el frenado de urgencia y debe supervisar que el funcionamiento del frenado es satisfactorio. El sistema CBTC no debe permitir que el tren se mueva si el resultado de la prueba de las características de funcionamiento del frenado de urgencia es fallido.

La prueba de las características dinámicas de funcionamiento del frenado de urgencia debe realizarse en la vía de prueba.

En PA, el resultado de la prueba de las características dinámicas de funcionamiento del frenado de urgencia debe enviarse a la interfaz hombre-máquina del tren y del ATS.

El sistema CBTC debe realizar una prueba estática activando el frenado de urgencia mientras el tren se encuentre detenido. En caso de que la prueba no haya tenido éxito, el sistema CBTC no debe permitir que el tren sea utilizado en servicio comercial. El tren se puede mover previa autorización del

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 64 DE 129</b>



personal de material rodante quien debe certificar nivel de frenado de servicio con restricciones de velocidad de 5 km/h.

### **11.7.17 Reacción ante la detección de un fallo en el equipo instalado a bordo del tren.**

Esta función tiene como objetivo reaccionar ante fallos en el equipo instalado a bordo del tren de los que haya informado el material rodante y que tienen impacto en la explotación.

Un mal funcionamiento de un tren según la importancia del fallo debe:

- Prohibir el avance del tren inmediatamente
- Prohibir el avance del tren a la estación siguiente
- Prohibir el avance del tren al destino
- Restringir la velocidad del tren

Cuando se elimina el fallo, se debe reanudar la explotación normal de forma automática o por parte de los miembros del personal autorizado (dependiendo del impacto que haya tenido el fallo).

Cuando se inhibe la falla del material rodante, el sistema CBTC debe permitir el movimiento del tren en PA hacia a una vía secundaria o el depósito directamente (según el impacto de la falla).




Nota: Por ejemplo, después la pérdida del control de cierre de una puerta del tren, puerta abierta e inhibición del control de puerta y FU. Esta lista tiene que ser definida con personal del STC con el licitante ganador en la fase de diseño, el personal MR deberá definir algunos aspectos vitales que impida el movimiento del tren.

Después de la confirmación de una falla, el sistema CBTC deberá permitir la reanudación de la operación del tren afectado por una orden emitida desde la interfaz hombre máquina del PCC.

### **11.7.18 Gestión del sistema de suministro de corriente de tracción del tren.**

Esta función tiene como objetivo gestionar el sistema de suministro de corriente de tracción durante la explotación del tren.

El sistema CBTC debe conocer y monitorear todas las informaciones de infraestructura relativas al sistema de alimentación Tracción (por ejemplo, límite de secciones eléctricas, secciones no alimentadas, etc.).

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 65 DE 129</b>

El sistema CBTC debe reducir la orden de tracción al material rodante cuando el tren se encuentre circulando por una sección eléctrica no alimentada o durante la transición entre distintas secciones de alimentación y no estando en servicio una o más subestaciones de rectificación en la zona.

El sistema CBTC debe impedir la re generación de corriente y la tracción al material rodante cuando:

- El tren se encuentre circulando por una sección no alimentada,
- Durante la transición entre distintas secciones de alimentación, si una de ellas no está alimentada en caso de alarma del sistema de energía.

### **11.8 Garantía de detección y gestión de las situaciones de emergencia.**

Este apartado contiene todas las funciones y requisitos necesarios para detectar situaciones de emergencia y reaccionar de forma adecuada teniendo en cuenta el nivel de automatización.

#### **11.8.1 Reacción en caso de detección de fuego y humo en un tren.**




Esta función tiene como objetivo supervisar dispositivos de detección de fuego/humo instalados a bordo del tren para informar de la situación de emergencia correspondiente al sistema CBTC y aparecer en la interfaz hombre máquina del PCC generando una alarma acústica y visual para inmovilizar el tren en la siguiente estación, o detenerlo inmediatamente para su evacuación.

En PA, en caso de que se detecte fuego/humo dentro de un tren en movimiento, el sistema CBTC debe:

- Informar el conductor y el operador de tráfico.
- Inmovilizar al tren en cuestión, en la siguiente estación en su punto de paro normal,
- Detenerlo el tren inmediatamente para su evacuación si el tren no puede llegar a la próxima estación en un tiempo normal (estación ocupada por un tren con alarma o falla).

En el caso de que el tren trasero en la misma vía se encuentra entre la estación y el tren con alarma fuego / humo el CBTC debe:

- Parar el tren trasero en la misma vía con frenado de servicio o frenado de urgencia según su posición.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 66 DE 129</b>

- Dejar el tren en la inter-estación de la vía opuesta seguir su marcha normal a fin de salir de la zona de peligro.

En caso de detección de humo o incendio en estación o en un tren detenido, el ATS ofrece la posibilidad al operador del PCC de:

- Detener los trenes en las estaciones adyacentes a la estación donde estará detenido el tren con alarma fuego / humo.
- Realizar un movimiento de retroceso de los trenes hacia la anterior estación.
- Detener al tren (en caso de existir) de la vía opuesta antes de que entre a la estación, y en caso de estar detenido en la estación, autorizar que continúe su marcha

En caso de movimiento de retroceso de los trenes hacia la estación anterior, el sistema debe permitir que el tren avance hacia el PNP de la estación.

Una vez que el tren se ha detenido en la estación, el sistema CBTC debe:

- Autorizar y ordenar la apertura de las puertas en el lado correcto.
- Mantener las puertas abiertas.




El estado de detección de fuego / humo se queda memorizado por el sistema CBTC hasta que el conductor o el personal de operación del PCC lo anule mediante un comando de alta integridad.

En caso de que se detecte fuego/humo en un tren, el sistema CBTC debe indicar a la interfaz hombre-máquina del PCC y al conductor:

- La localización del fuego/humo en el tren
- La localización del tren en la vía
- Indicar las distancias entre la localización del fuego en el tren

En CMC o PA, en caso de que se detecte fuego/humo en un tren, el sistema CBTC debe indicar a la interfaz hombre-máquina del conductor:

- La localización del fuego/humo en el tren

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA</b> <b>CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA</b> <b>CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 67 DE 129</b>

- La localización del tren en la vía
- Indicar las distancias entre la localización del fuego en el tren En caso de que se detecte fuego/humo sin haber fuego o humo en el tren (detector con falla o humo externo al tren), el sistema CBTC debe ofrecer la posibilidad de inhibir la detección del fuego/humo por el medio de la interfaz hombre máquina del conductor o del PCC.

### 11.8.2 Reacción en caso de detección de fuego y humo en una estación.

En caso de detección de fuego-humo en una estación, el ATS asegura la reacción del sistema.

Ver documento: 2020-SDGM-MC-L1MO-000-II-02-08-E-00 “Puesto de Control Centralizado”

### 11.8.3 Reacción en caso de detección de movimiento no autorizado.

A fin de mitigar los riesgos en caso de movimiento no autorizado de un tren en conducción manual, el sistema generará una alarma acústica y visual y a través de un comando en la IHM del regulador del PCC que permita parar el tren con un FU y tener la opción de parar otros trenes en PA y CMC y si es necesario de cortar la corriente tracción en la zona con alarma.




En caso de movimiento no autorizado de un tren en conducción manual no comunicante (franqueamiento de una señal u ocupación de un circuito de vía), el sistema genera una alarma y corta automáticamente la energía tracción y tener la opción de parar los otros trenes en PA y CMC.

Por procedimiento, en caso de pérdida de la corriente tracción, el conductor del tren en conducción manual tiene que parar el tren.

### 11.8.4 Reacción ante la detección o sospecha de un riel, barra guía y pista de rodamiento roto.

Esta función describe la reacción del sistema CBTC ante la sospecha de rotura de un riel, barra guía y o pista de rodamiento.

Cuando se sospeche que puede haber un riel, barra guía y pista de rodamiento roto en una sección de vía, el sistema CBTC debe avisar el ATS y establecer una zona con una restricción de velocidad a 10 km/h asociada a dicha sección de vía.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA</b> <b>CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA</b> <b>CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 68 DE 129</b>

Cuando erróneamente se sospecha de un riel roto en una sección de la vía (circuito de vía con falla no se debió a un riel roto), el sistema de señalización será capaz de inhibir esta alarma con el fin de eliminar la zona con restricción de velocidad.

El sistema CBTC debe sospechar que un riel, y pista de una sección de vía pueden haberse roto si se da una inconsistencia entre la ubicación del tren determinada por los trenes comunicantes y la ubicación del tren determinada por los circuitos de vía.

El sistema CBTC debe sospechar que una barra guía de una sección de vía pueden haberse roto si se recibe la información del sistema SCADA energía.

El sistema CBTC debe proporcionar la información y generar una alarma sobre la sospecha de rotura del riel, barra guía o de la pista a la interfaz hombre máquina del PCC.

### **11.8.5 Gestión de las solicitudes de los pasajeros**

Este apartado contiene todas las funciones y requisitos necesarios para detectar las alarmas activadas por los pasajeros relativos a situaciones de emergencia y reaccionar de forma adecuada.

En caso de emergencia, un pasajero en un tren puede:




- Realizar el accionamiento del KFS
- Puede hacer una llamada de emergencia,
- Hacer una solicitud de apertura de puerta (s).

#### **11.8.5.1 Reacción ante la activación del dispositivo KFS.**

Esta función tiene como objetivo reaccionar ante la activación de un dispositivo de alarma para pasajeros KFS instalado a bordo del tren.

Las hipótesis son:

- Tren detenido en andén con palanca de emergencia activada KFS y puertas de andén.
- Tren está saliendo de la estación con coches dentro de la estación y en inter-estación y activación del KFS.
- Tren está en marcha en interestación con activación del KFS.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 69 DE 129</b>

### 11.8.5.1.1 Tren detenido en andén con palanca de emergencia activada KFS y puertas de andén

A la activación del KFS en un tren detenido en una estación, el sistema CBTC tiene que:

- Enviar una alarma a la IHM del regulador del PCC y también al IHM del Conductor del Tren.
- Mantener detenido el tren en la estación con puertas abiertas del carro hasta el rearme del KFS, y en caso de estar las puertas cerradas deberá abrirlas nuevamente.
- El regulador del PCC y el conductor podrán visualizar a través del CCTV el interior de los carros del tren y de la cabina para la activación automática video (CCTV) y audio (Interfono) de la puerta con KFS activado al tren. Ver documento 2020-SDGM-TC-L1MO-000-II-01-05-E-00 “Telecomunicaciones e Información a los usuarios”




La liberación del dispositivo KFS activado debe ser posible:

- Localmente, por el personal autorizado (conductor o personal en el andén)
- A distancia desde la IHM del Operador a través del ATS con rearme de la autorización de marcha (mando remoto de alta seguridad).

### 11.8.5.1.2 Tren en marcha en vías principales y secundarias con activación del KFS.

A la activación del KFS en un tren en marcha, el CBTC tiene que:

- Enviar una alarma a la IHM del regulador del PCC y también al IHM del Conductor del Tren
  - Memorizar activación del KFS,
  - Ordenar la parada del tren en la siguiente estación sin parar el movimiento del tren.
1. En caso de que se active un KFS en un tren que se encuentre en marcha y que el tren no se puede parar en la próxima estación (estación ocupada por otro tren parado anormalmente con falla o con un KFS activado), el sistema CBTC debe ordenar un frenado gradual y parar el tren en un lugar seguro manteniendo las puertas cerradas y enclavadas.
  2. La activación de un KFS a la salida de una estación hacia una zona de retorno (terminal o servicio parcial), el tren no se debe parar en la zona de retorno, el tren se para a la próxima estación.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 70 DE 129</b>

3. La activación de un KFS a la salida de una estación hacia una zona de estacionamiento el tren no se debe parar en la zona de retorno o zona de parada intermedia, el tren se para al punto de parada de la zona de estacionamiento.
4. Cuando se inmoviliza un tren en una zona segura determinada por el sistema CBTC tras la activación del dispositivo KFS, el sistema CBTC debe mantenerlo inmovilizado hasta que el personal de explotación anule dicho estado por medio de una orden de alta integridad o por la interfaz hombre máquina del conductor.
5. En caso de que se active un KFS, el sistema CBTC debe proporcionar la información necesaria (estado, identificación del tren y ubicación del dispositivo dentro del tren) a la interfaz hombre-máquina del PCC.

#### **11.8.5.1.3 Tren saliendo de la estación con carros dentro de la estación y otros carros en inter-estación y activación del KFS.**

Después de la activación de un KFS cuando el tren está saliendo de la estación, el sistema tiene que:

- Enviar una alarma a la IHM del regulador del PCC y también al IHM del Conductor del Tren
- Dejar el tren seguir su movimiento hasta la próxima estación si la velocidad es superior a 50 Km/h donde la detención está programada.
- El CBTC garantiza que las puertas de los coches en el túnel no se abren.




Nota: El licitante ganador deberá consultar la especificación de 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-04-07-E-00 "Sistemas Mecánicos (Puertas de Protección de Usuarios)" y acordar con el STC que la distancia entre la puerta del tren y del andén impida que no haya espacio donde se resguarde ninguna persona.

#### **11.8.6 Reacción en caso de acceso y bajada del tren por el personal autorizado.**

Algunas puertas del Material Rodante serán equipadas con un dispositivo para permitir al personal de STC abrir una puerta para acceder al tren o salir del tren. El accionamiento de este dispositivo generará una apertura de la puerta asociada y una prohibición de los movimientos del tren.

El dispositivo es accesible por el interior o el exterior del tren.

A la activación del dispositivo:

	<b>TITULO: ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 71 DE 129</b>

- Enviar una alarma a la IHM del regulador del PCC y también al IHM del Conductor del Tren
- El sistema CBTC mantendrá el tren detenido,
- Si el tren está en inter-estación o el tren está en la estación y la activación del dispositivo se hace en el lado de la entrevía, el sistema CBTC debe establecer una zona de protección por ambas vías a fin de proteger el personal deteniendo el tren por la vía contraria.
- Si el tren está en la estación y la activación del dispositivo se hace al lado del andén o si el tren está en la posición de transferencia, el sistema no debe establecer una zona de protección,
- El tren será mantenido detenido hasta recuperación de la autorización de marcha del tren.

### 11.8.7 Reacción ante desacoplamiento del tren. (Pérdida de integridad)

Esta función tiene como objetivo reaccionar ante el desacoplamiento (pérdida de integridad) del tren mediante la información proporcionada por el material rodante.

Nota: El material rodante se encarga de la seguridad del propio tren en caso de que se produzca un desacoplamiento deteniendo las dos partes del tren aplicando el frenado de urgencia.

Los siguientes requisitos describen todas las acciones que serán necesarias en caso de que se desacople del tren.

En caso de pérdida de integridad del tren, el Sistema CBTC deberá garantizar la ubicación de las dos partes del tren.




La detección de las partes del tren es asegurada por los circuitos de vía. Detección secundaria.

El sistema CBTC debe proporcionar la información necesaria sobre el desacoplamiento del tren a la interfaz hombre-máquina del PCC.

### 11.8.8 Supervisión del estado cerrado y bloqueado de las puertas del tren.

Esta función tiene como objetivo supervisar el estado cerrado y bloqueado de las puertas del tren proporcionado por el material rodante.

En caso de pérdida del estado cerrado y bloqueado de las puertas y de que el tren se detenga entre estaciones, el sistema CBTC debe ordenar la inmovilización del tren.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA          CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 72 DE 129



En caso de pérdida del estado cerrado de las puertas y de que el tren se encuentre en marcha, el sistema CBTC debe mandar un frenado de servicio a fin de no permitir al tren que continúe su marcha.

El sistema CBTC debe proporcionar la información necesaria sobre la pérdida de la supervisión de las puertas al ATS y generar una alarma acústica y visual en la interfaz hombre-máquina del PCC y de la IHM del conductor.

Cuando el sistema CBTC inmovilice un tren tras la pérdida del estado cerrado y bloqueado de las puertas, el sistema CBTC debe mantener la inmovilización del tren hasta que se anule el estado mediante una acción del conductor.

En caso de pérdida de la información puertas cerradas y puertas bloqueadas, el material rodante es capaz de inhibir este control utilizando un interruptor específico de inhibición.

La activación de este interruptor después de evacuación de los pasajeros permite realizar movimiento de un tren con falla de puerta en el modo PA.

En caso de inhibición de la información puertas cerradas y puertas bloqueadas (interruptor activado) el CBTC debe proporcionar la información a la interfaz hombre-máquina del PCC

### **11.8.9 Reacción ante la detección de desbordamiento de agua en los cárcamos**

Cuando el nivel de agua de un cárcamo llega a nivel alto, el CBTC debe proporcionar la información al ATS y generará una alarma acústica y visual en la interfaz hombre-máquina del PCC y del conductor del tren, que restrinja la velocidad del tren a 20 km/h.




En caso de detección de desbordamiento de un cárcamo, el CBTC proporcionará la información a la interfaz hombre-máquina del PCC y del conductor del tren, e impide la partida del tren a la próxima estación.

### **11.8.10 Reacción ante la detección de neumático bajo**

El sistema es informado del estado de los neumáticos de los trenes:

- En tiempo real con los detectores del material rodante




En caso de anomalía de neumático detectado por el material rodante, el CBTC proporcionará la información al ATS y generará una alarma acústica y visual en la interfaz hombre-máquina del PCC y del conductor del tren.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 73 DE 129</b>

Si la presión del neumático es mayor o igual a 6 bars, se podrá continuar con la marcha de manera nominal a la siguiente terminal, donde deberá ser retirado el tren.

Si la presión es mayor a 4 y menor de 6 bars, se continuará con la marcha del tren a una velocidad de que en el la etapa de diseño se definirá por parte del STC.

Independientemente de los sensores de presión instalados en los trenes, se deberán tener instalados detectores de neumático bajo instalados en la vía en Talleres, Terminales y próximos a las vías de enlace y vía Z.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 74 DE 129</b>

## 12 MODOS DEGRADADOS

Generalmente, los modos degradados son generados por un problema con usuarios o por una falla en un subsistema.




La lista siguiente es indicativa mas no limitativa da un conocimiento más común de fallas (fallas dobles con pérdida de funcionalidad) y la respuesta del sistema de señalización CBTC:

- Perdida de corriente tracción
- Material rodante (falla de tracción o frenado, puertas, entre otras)
- Material rodante (falla de puerta)
- Falla del ATC embarcado
- Falla del ATC fijo
- Falla del enclavamiento
- Perdida de posición de aguja
- Falla de comunicación radio ATC (fijo o embarcado)
- Falla del ATS
- Perdida del PCC (incendio, sismo)
- Riel, pista de rodamiento y barra guía rotos
- Perdida de comunicación con un tren
- Arrollados,
- Otros

### 12.1 Perdida de corriente tracción

En caso de pérdida corriente tracción debido a una falla o incidente en línea, el sistema CBTC no detiene los trenes en movimiento e impide la regeneración de energía.

El CBTC detiene los otros trenes en estación o antes de la zona sin corriente.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 75 DE 129</b>

Perdida de corriente tracción debido a un corte de urgencia:

- Los trenes en estación los detiene
- Los trenes en interestación de la zona no afectada, deberá permitir que lleguen a la Estación,
- Los trenes en interestación en la zona afectada deberá permitir que lleguen a la Estación a excepción de que el ruptor haya sido accionado en dicha Estación.

En caso de pérdida corriente tracción debido a la activación de un corte de urgencia, el sistema CBTC detiene a los trenes en movimiento con un frenado de urgencia en Estación.

### **12.2 Material rodante (falla de tracción o frenado)**

En caso de falla del material rodante, donde el tren no sea posible moverlo por sus propios medios, es necesario realizar un acoplamiento del tren con falla con otro tren o un vehículo auxiliar.

En caso de acoplamiento con otro tren el acoplamiento es detectado y el movimiento en modo PA es permitido y podrá avanzar a velocidad entre 5 o 10 Km/h.

### **12.3 Material rodante con falla de puerta**




En caso de material rodante con fallas del control de cierre de las puertas y una vez agotadas los tres intentos por medio del sistema CBTC el cierre lo intentará el conductor de forma manual y si la falla continua será necesario evacuar el carro o el tren.

El control de cierre de las puertas puede ser inhibido a través del CBTC que proporcione una orden de permitir sacar el tren de la línea en PA.

### **12.4 Falla del ATC embarcado**

En caso de falla del ATC embarcado (falla ATO, perdida de localización, pero con comunicación radio) es necesario remover el tren en conducción manual a CLT2 por un conductor entre:

- Velocidad de 15 Km/h en Talleres y vías secundarias.
- Velocidad de 35 km/h en Línea y vías principales.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 76 DE 129</b>

## 12.5 Falla de comunicación radio CBTC (fijo o embarcado)

En caso de pérdida de comunicación con un tren en inter estación (tren mudo), el sistema CBTC debe después una temporización a determinar por el licitante ganador:

- El sistema CBTC deberá actuar conforme al procedimiento de la detección secundaria.

## 12.6 Falla del ATC fijo

En caso de falla del ATC fijo y después del arreglo o reset por el mantenimiento hay que mover los trenes con el modo de conducción PA. Caso contrario tendrá que intervenir el Conductor para mover el tren por autorización del Regulador del PCC en modo manual controlada restringido (CMC), hasta que se localice el tren.

## 12.7 Falla del enclavamiento

En caso de falla del enclavamiento se necesita mover las agujas localmente (en eléctrico o manualmente). Para mover los trenes hay 2 posibilidades:

- Mover los trenes en modo de conducción manual restringida CLT2 15 o 35. bajo responsabilidad del conductor
- Mover los trenes en modo de conducción controlada (CMC) máximo a 20 km/h bajo control del ATC




Con este modo el recorrido es bajo responsabilidad del conductor, pero necesita también la autorización del Regulador del PCC.

En caso de falla del enclavamiento, el CBTC permite el movimiento del tren, con la autorización del operador del Regulador del PCC.

Una vez la zona de perturbación pasada, el conductor puede volver al modo PA.

## 12.8 Pérdida de posición de aguja

En caso de falla del control de posición de aguja, el cofre de socoro eléctrico permite después de la confirmación visual de la posición de la aguja de enclavar la aguja en una posición.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 77 DE 129</b>

El sistema CBTC utiliza esta información para autorizar los movimientos con velocidad reducida hasta intervención del mantenimiento.

### **12.9 Riel, barra guía y pista de rodamiento roto**

El CBTC verifica continuamente la consistencia entre la detección primaria y la secundaria

En caso de discrepancia, el CBTC sospechara un riel roto, barra guía y pista de rodamiento (sólo los casos descritos por norma EN 50167-1 con rotura eléctrica).

En este caso, el CBTC alarma al operador del PCC y aplica automáticamente una restricción de velocidad de 10 km/h a los trenes.

Después de la comprobación o reparación de la falla, el operador del PCC es capaz de inhibir la alarma (falsa alarma debido a una falla del circuito de vía) o mantener una restricción de la velocidad hasta el arreglo de la falla por el departamento mantenimiento de vía.




La detección de barra guía rota será responsabilidad del sistema Energía que se encargará de procesar la información y entregarla por medio de la interfaz con el SCADA ATS al sistema CBTC para que tome las acciones programadas para este caso.

### **12.10 Falla del ATS**

En caso de falla del ATS, los enclavamientos deben ser capaces de establecer rutas con ciclos automáticos a fin de no parar los movimientos de trenes.

### **12.11 Perdida del PCC (incendio, sismo)**

En caso de indisponibilidad del PCC (incendio o sismo), la operación de la línea 1 debe ser posible desde el PCC de respaldo.




	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 78 DE 129</b>

### **13 FUNCIONES PARA LA GESTIÓN Y SUPERVISIÓN DE LA EXPLOTACIÓN**

Los requisitos y criterios operativos para la gestión y supervisión de la explotación de la línea uno, están definidos en el documento 2020-SDGM-MC-L1MO-000-II-02-08-E-00 “Puesto de Control Centralizado” y debe ser tomado en cuenta.

### **14 SISTEMA DE AYUDA AL MANTENIMIENTO**

Los requisitos y criterios operativos para la ayuda al mantenimiento de la línea uno, están definidos en el documento 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-02-03-E-00 “Sistema de Asistencia al Mantenimiento” y debe ser tomado en cuenta.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 79 DE 129</b>

## 15 INTERFACES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN CBTC

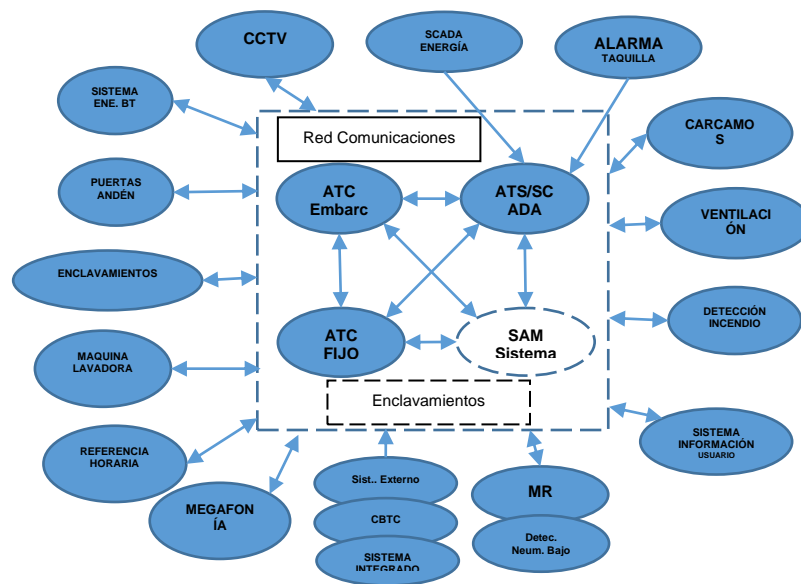


Figura 5- Interfaces del sistema de Señalización y CBTC

### 15.1 Infraestructura

EL CBTC necesita datos de las vías y del tren en tiempo real y de los equipos instalados en la línea a fin de establecer la base de datos.

La información será indicativa más no limitativa y será analizada entre el STC y el licitante ganador.

El licitante ganador tiene que:

- Verificar y realizar mediciones de los datos de las infraestructuras siguientes a fin de establecer la base de los datos del Sistema CBTC:
- Andenes, límites de circuitos de vía, señales, cofres Indicadores, pk de los aparatos de vía (punta y fouling point), pendientes, vía de escape, límite de secciones eléctricas, cárcamos, PKs de los topes de fin de vía, puntos de parada en las estaciones y en zona de maniobra, curvas, puntos a proteger etc.
- El licitante ganador deberá actualizar un perfil de la línea (plano o esquema) con todos los datos que se requiere en la nueva instalación en la vía.
- La instalación de los equipos nuevos y de los cables tienen requerimientos que serán revisados entre el licitante ganador y el STC.
- Todos los documentos generados por el licitante ganador serán revisados por el personal del STC para su aprobación.



**TITULO:**  
**ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA**  
**CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**

**No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

HOJA: 80 DE 129



- Es alcance del licitante ganador proveer e instalar y en su caso construir o adecuar lo necesario para la instalación de sus equipos y materiales.

### 15.1.1 Charolas y ductos

El licitante ganador deberá realizar el diseño y los planos de las charolas y ductos necesario por la instalación de los nuevos equipos y el remplazó de los cables

El licitante ganador tiene que:

Verificar y realizar mediciones de los datos de las infraestructuras siguientes a fin de establecer la base de los datos del Sistema CBTC:

Andenes, límites de circuitos de vía, señales, cofres Indicadores, Pk de los aparatos de vía (punta y fouling point), pendientes, vía de escape, límite de secciones eléctricas, cárcamos, PKs de los topes de fin de vía, puntos de parada en las estaciones y en zona de maniobra, curvas, puntos a proteger etc.

El licitante ganador deberá actualizar un perfil de la línea (plano o esquema) con todos los datos que se requiere en la nueva instalación en la vía.

La instalación de los equipos nuevos y de los cables tiene requerimientos que serán revisados entre el licitante ganador y el STC.

Todos los documentos generados por el licitante ganador serán revisados por el personal del STC para su aprobación.

Es alcance del licitante ganador proveer e instalar y en su caso construir o adecuar lo necesario para la instalación de sus equipos y materiales.

### 15.1.2 Implementación de los equipos de CBTC en túnel

La instalación del CBTC necesita espacio en la vía (bases radio, antenas, balizas, cajas de conexión de fibra óptica, etc.).




La instalación de los nuevos equipos debe ser compatible con el galibo dinámico de los trenes.

El Licitante ganador tiene que realizar el diseño de la instalación de los nuevos equipos sin afectar el funcionamiento de la instalación actual.

### 15.1.3 Instalación de las Balizas

La función de localización del CBTC necesita la instalación de balizas en la vía.

El Licitante ganador tiene que realizar el diseño de la cantidad de balizas a instalar de acuerdo a las necesidades de operación y mantenimiento del STC y garantizar que la instalación sea precisada por telemetría GPS y no se presente frenados de urgencia por una mala instalación.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA          CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA          CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 81 DE 129</b>

El Licitante ganador tiene que instalar las balizas 2 cm más bajo que la parte superior de un riel nuevo sin necesidad de mover equipos existentes en la vía.

El Licitante ganador tiene que identificar la posición de las balizas con una indicación en la vía (placa con el número de la identificación de la baliza en la pared y en la baliza con su PK).

Estas indicaciones permitirán instalar las balizas en la misma posición en caso de desmontaje de la baliza (por ejemplo, en caso de renovación de la vía).

El Licitante ganador deberá presentar anticipadamente al STC para su aceptación el diseño de la instalación de la baliza.

El Licitante ganador deberá proporcionar al STC el equipo programador de balizas, así como el software correspondiente para cada tipo de balizas.

El Licitante ganador deberá proporcionar un lote de 100 balizas de acuerdo a su tipo que deberá acordar con el STC.

La soportaría para la instalación de la baliza debe ser robusta y de uso rudo

#### **15.1.4 Puntos de parada**




El STC junto con el licitante ganador deberán definir las posiciones de los puntos de parada en las estaciones, zonas de retorno en terminales y servicios provisionales, zonas de estacionamiento.

#### **15.1.5 Espacios para los equipos de señalización CBTC**

A fin de instalar los nuevos equipamientos del CBTC, el Licitante ganador tiene que prever el espacio necesario en los locales técnicos y en la vía según el requerimiento del STC.

#### **15.1.6 Aire acondicionado de las salas técnicas**

A fin de asegurar un funcionamiento con buenas condiciones de los nuevos equipamientos del CBTC, el Licitante ganador tiene que prever aire acondicionado en los locales técnicos según los requerimientos del CBTC.

	<b>TITULO: ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 82 DE 129

### 15.1.7 Requisitos generales para las salas técnicas

A fin de asegurar una ventilación eficaz para los nuevos equipos del CBTC, el licitante ganador deberá prever una entrada y una salida del aire y garantizar una protección contra el polvo de las salas técnicas (todas las entradas de aire deben estar equipadas y selladas con filtros).

Con el fin de garantizar buenas condiciones de prueba y mantenimiento, el Licitante ganador tiene que prever:

- Una Iluminación de tecnología LED de los locales técnicos en buenas condiciones
- Una mesa y gabinete para la documentación
- Toma de corriente 110VCA y 220 VCA

### 15.2 Material Rodante

Los requisitos y criterios operativos para la interfaz del CBTC con el material rodante de la línea uno, están definidos en el documento 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-06-12-E-00 “Interface CBTC con Material Rodante” debe ser tomado en cuenta.

### 15.3 Enclavamiento

El sistema CBTC del licitante ganador debe realizar las funciones de seguridad por medio de un enclavamiento integrado. Las funciones de seguridad del enclavamiento integrado al sistema CBTC tiene que ser especificadas en la fase detalle por el licitante ganador y presentadas al STC para su revisión y aprobación.

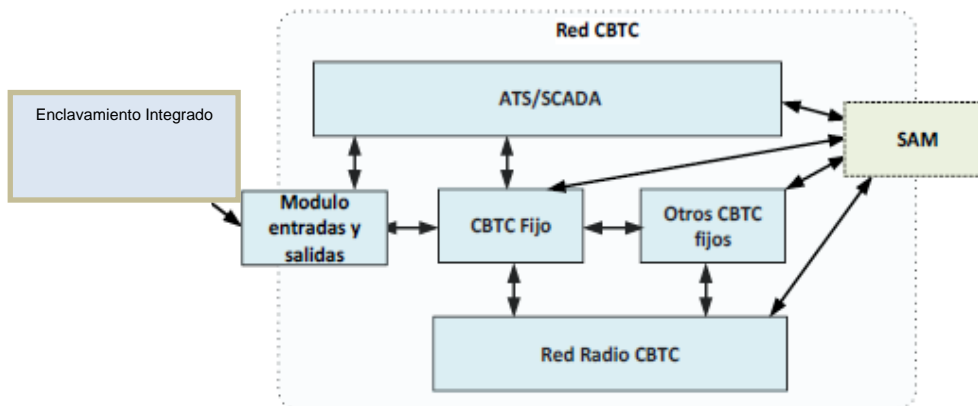


Figura 6- Sistema CBTC con enclavamiento integrado.



**TITULO:**  
**ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA  
CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00




HOJA: 83 DE 129

Ejemplo de datos y funciones de seguridad del enclavamiento:

- IXL -> ATC:
  - Estado de los circuitos de vía
  - Posiciones de las agujas
  - Estado de los itinerarios
  - Estados de las señales
  - Alarmas
  - Etc.
  
- ATC\_IXL:
  - Mando y destrucción de itinerario
  - Mando de las señales (DBO, posición de aguja, placa SP, Etc.)

El licitante ganador del sistema CBTC deberá especificar los datos y funciones de seguridad relacionados con:

- Los datos intercambiados
- Los requisitos funcionales
- Las características de las interfaces
- El respeto de la seguridad
- El respeto del desempeño

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 84 DE 129</b>

## 16 ENERGÍA (Baja Tensión)

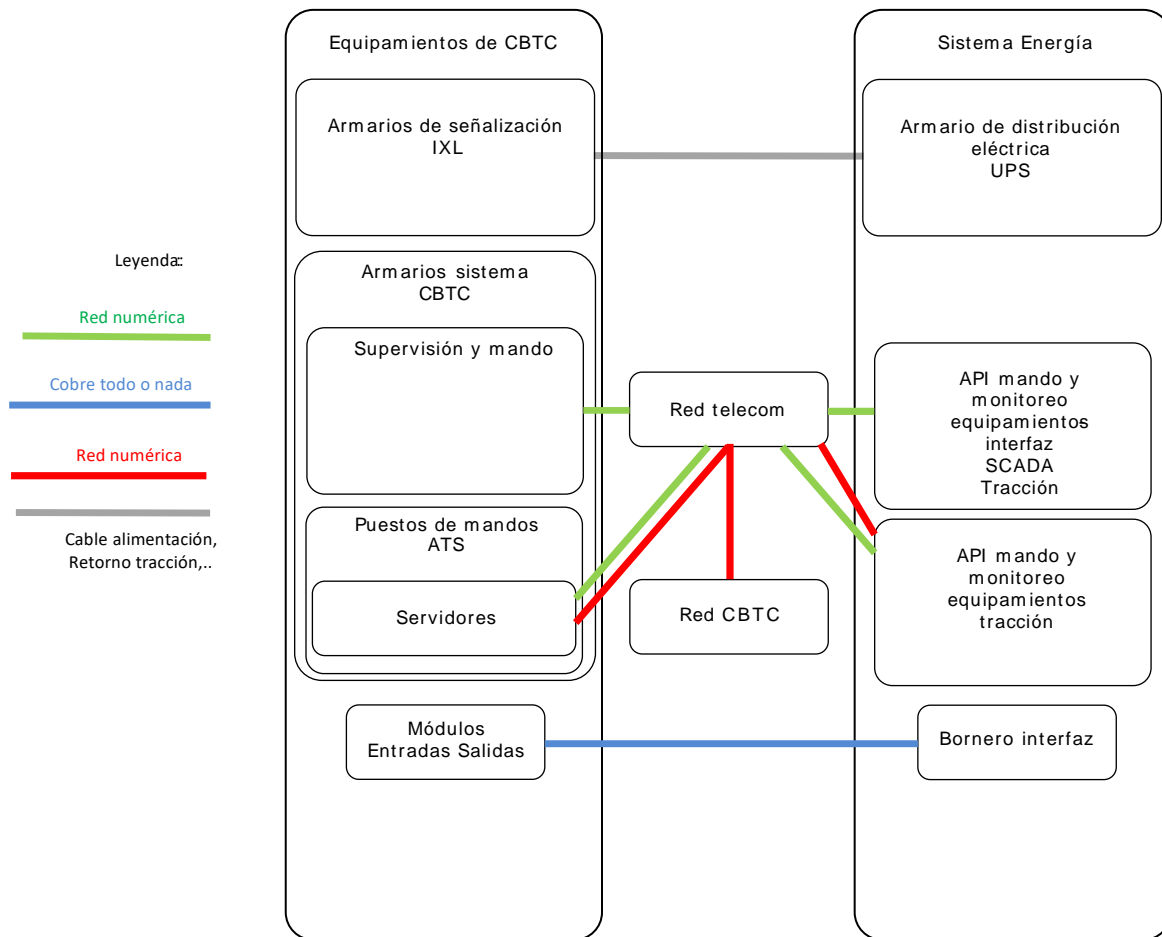




Figura 7- Interfaces entre el sistema CBTC y el sistema de energía

El sistema CBTC se comunica con la interfaz de energía de la SEAT Buen Tono y recibe las siguientes informaciones:

- Monitoreo del retorno de corriente tracción
- Monitoreo de los disyuntores y nivel de tensión
- Monitoreo del estado y de las alarmas de los equipamientos del sistema energía
- Mando del sistema del CBTC para la lógica de tracción (autorización de tracción para el cierre de las SR's por el operador de tráfico, mandos y controles de los equipamientos (cierre,

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA</b> <b>CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 85 DE 129</b>

apertura de los aparatos de tracción, etc.), presencia y ausencia de tensión de las secciones eléctricas de la línea, vías secundarias, vía 3 y vía de enlace a través de la interfaz del SCADA energía de la nueva SEAT Buen Tono

**Monitoreo:**




- Interruptor de Aislamiento Telemandado
- Interruptor de Alimentación Ultra-rápido o Disyuntor Ultra-Rápido
- Corto-Circuitador
- Corto circuito
- Disyuntor de vía
- Interruptor de Tramo de Protección
- Barra guía rota

**Mandos:**

- Autorización condiciones de zona (CZ)
- Prueba de CU
- Corte de Urgencia Fuera de Servicio (CUFS)
- Apertura y cierre de aparatos de tracción (IAT, ITP, DVS, DVE más todos aquellos que actualmente se encuentran en las terminales).
- Corte de Línea (CL).

Etc.

Los requisitos y criterios operativos para la gestión y supervisión de la explotación de la línea uno incluyendo el taller Zaragoza están definidos en el documento 2020-SDGM-MC-L1MO-000-II-01-06-E-00 “Lógica de Tracción” y debe ser tomado en cuenta.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 86 DE 129</b>

## 16.1 Telecomunicación

Los requisitos y criterios operativos para la gestión y supervisión de la explotación de la línea 1 están definidos en el documento 2020-SDGM-TC-L1MO-000-II-01-05-E-00 “Telecomunicaciones e Información al usuario” y debe ser tomado en cuenta.

## 16.2 SCADA sistema de aire acondicionado en salas técnicas

El Sistema CBTC en interface con el sistema de aire acondicionado en salas técnicas donde esté ubicado el equipo de CBTC. Esta interfaz se definirá y desarrollará en la fase de diseño de detalle.

## 16.3 SCADA sistema de detección de incendio/humos

El Sistema CBTC en interface con el sistema de detección de incendio/humos. Esta interfaz se definirá y desarrollará en la fase de diseño de detalle.




## 16.4 SCADA sistema de detección de desbordamiento de cárcamos

El sistema CBTC es informado de varios niveles de los cárcamos:

- Vacío
- Alto
- Desbordamiento

## 16.5 SCADA sistema de detección de neumático bajo

- El sistema CBTC es informado del estado de los neumáticos de los trenes
- El sistema CBTC es informado en tiempo real del estado de los neumáticos que pasan por el detector de neumático bajo de la instalación fija
- En tiempo real con los detectores del material rodante

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 87 DE 129</b>

## 17 RED DE COMUNICACIÓN DE DATOS CBTC

La red DCS del CBTC debe gestionar todos los flujos de datos entre los subsistemas CBTC y debe ser dedicada. Ésta se compone de:

- Una red inalámbrica (tipo LTE) para la transmisión de datos de voz y video entre los equipos fijos y embarcados,
- Una red física fija para la transmisión de datos entre los equipos fijos del sistema,
- Red embarcada para la transmisión de datos entre los equipos embarcados.

A continuación, se presenta un ejemplo de arquitectura referencial de la red DCS CBTC:

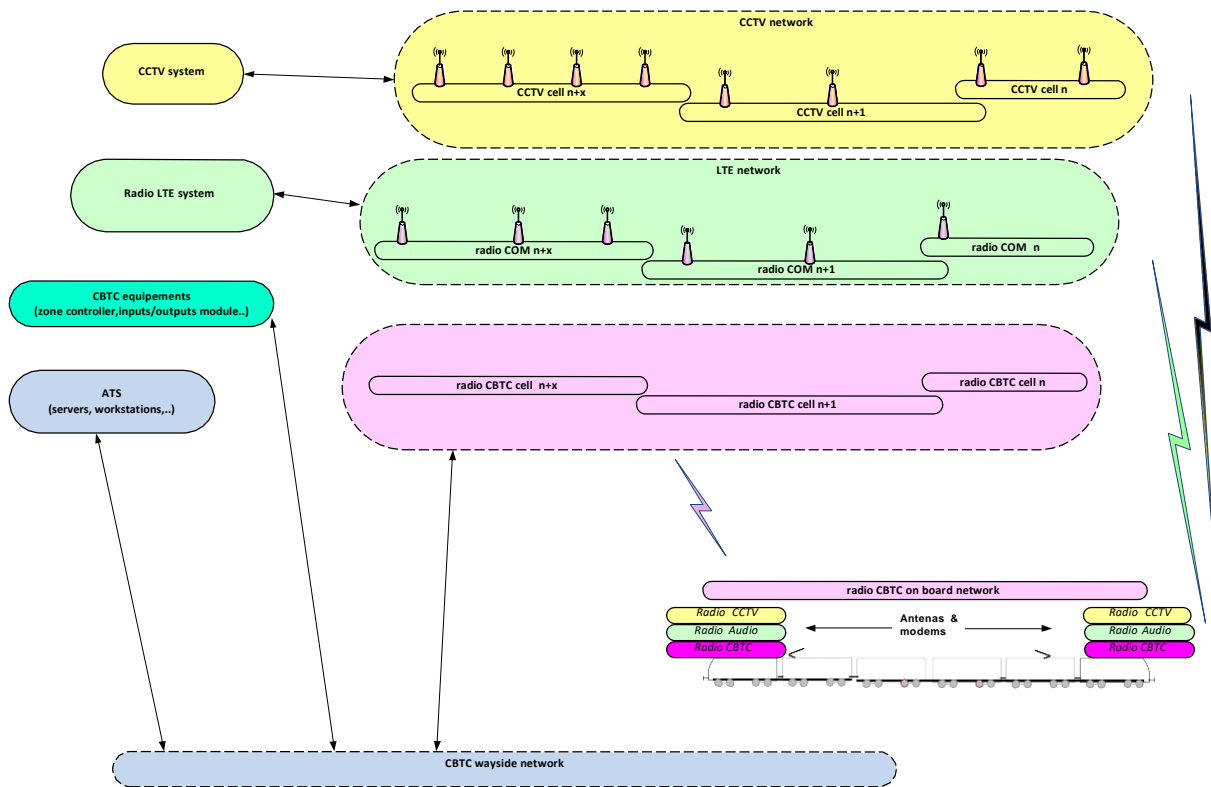




Figura 8- Arquitectura referencial de la red DCS

### 17.1 Requisitos Funcionales

El DCS incluso debe cubrir la línea, los Talleres y las vías de enlace.

El DCS embarcado CBTC debe tener las características siguientes:

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA</b> <b>CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 88 DE 129</b>



- Un tiempo de respuesta corto, capaz de cambiar datos de manera casi simultánea con varios trenes en movimiento en la misma área con una velocidad de 70 u 80 km/h,
- Una disponibilidad conforme con los requerimientos RAM,
- Un flujo importante capaz de soportar intercambio de datos entre los equipos fijos y embarcados considerando el máximo número de trenes que pueden estar presente en cualquier zona de la línea,
- Una robustez a las interferencias inducidas por las condiciones medio ambientales de una línea de metro (interferencias eléctricas, otros trenes ocultando la emisión de las antenas, curvas, pendientes),
- Una robustez a los otros potenciales emisores radio (LTE, transmisores de radio, entre otros) que pueden estar presentes en la línea.

## 17.2 Seguridad

La red DCS debe ser protegida contra cualquier ataque que pueda afectar a su confidencialidad e integridad y cumplir con la norma EN-50159.




## 17.3 Restricciones técnicas

El Licitante ganador el sistema debe tomar en cuenta, para el diseño del DCS:

- Las frecuencias de radio utilizadas por los otros sistemas del proyecto y fuera del proyecto con el fin de evitar interferencias.
- Con una frecuencia dedicada que será responsabilidad del licitante ganador gestionar ante la Secretaria de Comunicación y Transportes o el Instituto Federal de Telecomunicaciones.

Todo el equipamiento del DCS, y su operación, deberán estar en completa conformidad con las leyes y regulaciones vigentes Mexicanas aplicables.

Las frecuencias, el ancho de banda, la potencia de emisión de radio que se utilizarán, deben cumplir con las normas y reglamentos vigentes de la IFETEL (Instituto Federal de Telecomunicaciones)

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA</b> <b>CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA</b> <b>CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 89 DE 129</b>

El Licitante Ganador será el responsable de establecer que el equipamiento y operación del DCS estén en conformidad con las leyes y regulaciones aplicables en todos los aspectos técnicos, incluyendo, pero no limitándose a:

- Aceptación del tipo de equipamiento,
- Calidad de las emisiones.

Es la responsabilidad del Licitante Ganador de hacer los trámites necesarios para obtener todas las aprobaciones y las licencias de utilización necesarias para la instalación y operación del DCS.

El estado de avance y la aprobación debe ser informado a STC.

La frecuencia y la potencia usada deben cumplir con las normas vigentes de compatibilidad electromagnética (CEM).

El Licitante Ganador junto con el STC definirá la arquitectura y la topología de la red embarcada.




El licitante ganador deberá incluir la contratación de un perito en telecomunicaciones que se encargue de toda la gestión para la obtención de frecuencias, validación de documentación, homologación de los equipos que así requieran, elaboración de memorias y actualización de la red propuesta y ya en servicio.

#### **17.4 Requisitos específicos RAM para la red DCS**

La disponibilidad, la Mantenibilidad y Confiabilidad de la red DCS debe cumplir con los requerimientos RAM.

El DCS debe ser redundante de manera hardware y geográfica (camino de cables diferentes y alimentación eléctrica separada y entre otros).

El sistema debe proporcionar una redundancia geográfica entre las antenas embarcadas. La falla de una no debe afectar las otras. Fallas de tipo modo común no deben ocurrir.

	<b>TITULO: ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 90 DE 129

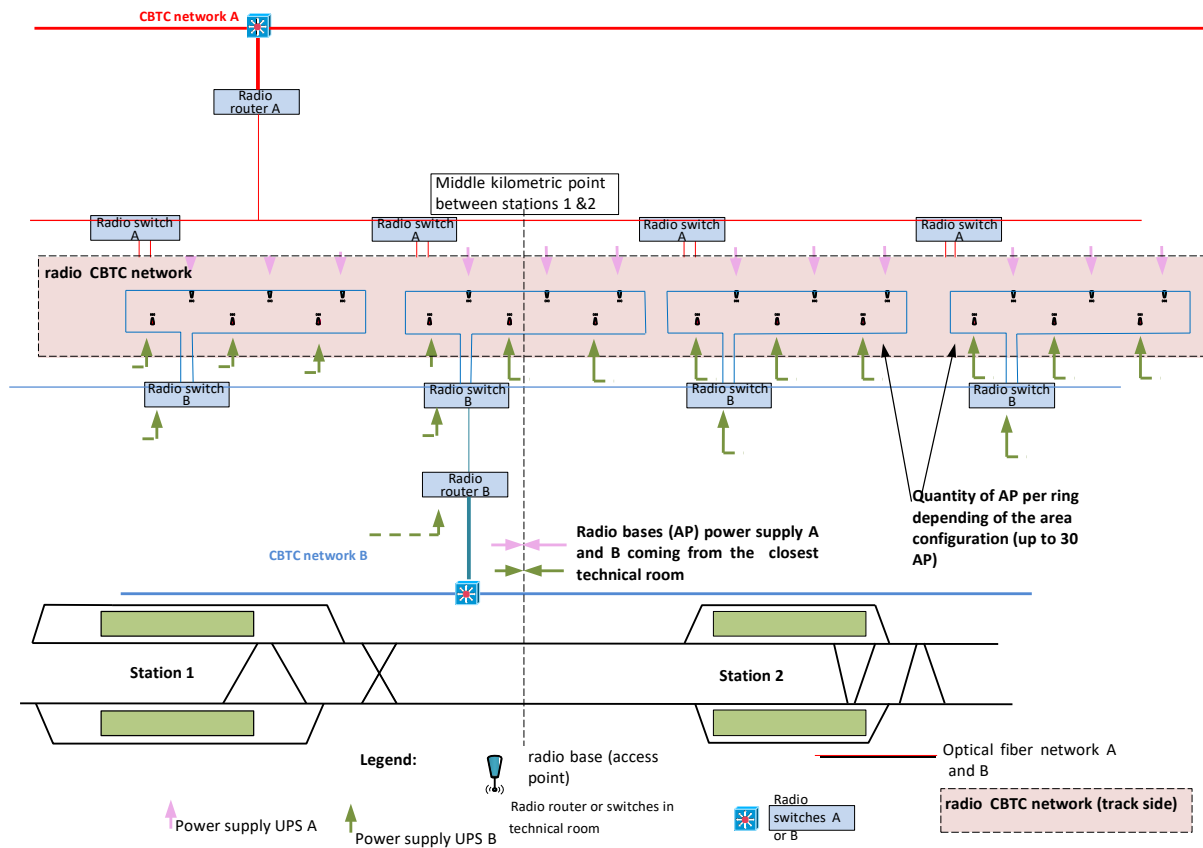





Figura 10- Ejemplo de Redundancia del DCS

El Licitante Ganador debe realizar una serie de pruebas diseñadas para demostrar que la transmisión específica entre los equipos suelo y los equipos embarcados queda completamente disponible cuando exista:

- Pérdida parcial (una extremidad) del DCS de un tren,
- Pérdida total de un equipo suelo,
- Concentración de trenes,
- Fuente de interferencia.

Sistema debe proporcionar una herramienta de monitoreo de la red parte del sistema de ayuda al Mantenimiento.

Esta herramienta debe ser capaz de detectar perdidas anormales de mensajes radio superior a  $10^{-3}$

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA</b> <b>CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA</b> <b>CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	

## 17.5 Evolución de la Red DCS

El DCS deberá ser diseñado para permitir una extensión futura de la línea uno o un cambio del sistema DCS (radio y tierra). La red tierra debe poder ser extendida o conectada a otros elementos incluso otra red CBTC que cubrirá las nuevas extensiones.

La red DCS debe proporcionar por lo menos 100% de conexiones adicional libres por estación para las necesidades futuras.

El sistema DCS tendrá que proveer una reserva de funcionamiento a fin de ofrecer la posibilidad y la capacidad de aumentar el flujo de datos por una futura ampliación de mensajes intercambiados del CBTC. Esta reserva debe por lo menos más del 30%.



**TITULO:**  
**ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA**  
**CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

**No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00**

HOJA: 92 DE 129

## 18 DESEMPEÑO DEL SISTEMA CBTC

Para una detención fuera de las estaciones, la precisión requerida, con condiciones de adherencia normal es:

- 100% de las detenciones con una tolerancia +/- 0.5 m

Para una detención en estación, la precisión requerida, con condiciones de adherencia normal es:

- 100% de las detenciones con una tolerancia +/- 0.15 m

En el modo PA y CMC, en caso de parada fuera de la estación (más de un coche), se envía una alarma al PCC y el tren deberá efectuar una marcha atrás automática en PA.

El tiempo de respuesta máximo del ATC a recepción de un mando de alta integridad del ATS tiene que ser inferior a 300 ms.

El tiempo Máximo para apertura de las puertas después la parada del tren tiene que ser inferior a:

- 0.5 s en 100% de los casos

El tiempo Máximo de salida del tren después el cierre de las puertas del tren tiene que ser inferior a 0.5 s.

El tiempo Máximo de corte de la corriente tracción (apertura de los Disyuntor Ultra Rápido DUR) después la activación de un botón de corte de urgencia tiene que ser inferior a 0.5 s.

El tiempo Máximo de inhibición de regeneración de corriente del MR en caso de corte de la corriente tracción o alarma del sistema de energía (disyunción ultra rápido) tiene que ser inferior a 1 segundo. Este dato se confirmará con el Licitante ganador del Material Rodante en la fase de diseño.

El tiempo Máximo de cálculo de la función regulación de tráfico tiene que ser inferior a 1 segundo.

El tiempo Máximo de establecimiento de un servicio provisional tiene que ser inferior a 7 segundos (itinerarios y cálculo de una nueva tabla según la cantidad de trenes presente en la zona de SP).

El tiempo Máximo de anulación de un servicio parcial tiene que ser inferior a 7 segundos (itinerarios y cálculo de una nueva tabla según la cantidad de trenes presente).



**TITULO:**  
**ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA  
CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**

**No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

HOJA: 93 DE 129

El tiempo Máximo de activación de un cambio de sentido de marcha y cambio de mandos del tren cabina contraria tiene que ser inferior de 15 segundos después la parada de todos los trenes de la zona.

El tiempo Máximo de disponibilidad después un reset es:

- Menos de 15 minutos por un servidor ATS
- Menos de 5 minutos por un puesto de trabajo ATS
- Menos de 2 minutos por un equipamiento ATC embarcado o fijo
- La granularidad de la restricción de velocidad es de 5 km/h

La capacidad de memoria de los eventos y alarmas es de:

- 1 año por los servidores de archivo externo del ATS
- 10 años sobre un soporte externo

El tiempo de referencia de la grabadora debe ser inferior a 50 ms.

El tiempo de visualización de una información emitida por el ATS al sistema de información pública a bordo será de menos de 3 segundos.

El retardo máximo entre la activación de una palanca de emergencia KFS o una palanca de desenclavamiento de puerta y la llegada de una alarma en el PCC deberá ser menos de 1 segundo.




El retraso entre la ocurrencia de un evento no-de seguridad o una alarma y la pantalla de la estación de trabajo IHM o el panel de control visual deberá ser menos de:

- 1 segundo en 100% de los casos

El retraso entre la ocurrencia de un evento de seguridad o una alarma y la pantalla de la estación de trabajo IHM o el panel de control visual deberá ser menos de:

- 0.5 segundo en 100 % de los casos

Se proporcionará una indicación visual en la IHM o el TCO en caso de no respetar los tiempos indicados (falta de frescura de la información).

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 94 DE 129

Se proporcionará una indicación visual en la IHM o el TCO en caso de falla de un mando después de 3 segundos (time out).

El tiempo máximo de visualización de una nueva imagen del ATS será de menos de:

- 0.5 segundo en 100 % de los casos

El tiempo máximo de emisión de un mando de alta integridad ATS y ATC será de menos de:

- 1 segundo en 100 % de los casos

El ATS mantiene la hora de referencia recibida por el reloj de referencia y lo distribuye a todos los equipos CBTC conectados a través de la red de transmisión de datos ATS.

El retardo máximo entre el tiempo de reloj y sistema sincronizado de referencia deberá ser menos de:

- 350 ms por los datos de no seguridad
- 100 ms por los datos de seguridad

En caso de pérdida de comunicación con el SCADA de un equipamiento, una alarma tiene que informar el operador después de 5 segundos.

La velocidad de transmisión de los datos de la función de regulación de tráfico tiene que ser menor 1 segundo.




El sistema ATS debe ser capaz de gestionar:

- 60 estaciones de trabajo
- 4 TCO's

El tiempo máximo de establecimiento de un itinerario tiene que ser menos de:

- 7 segundos en caso de presencia de una aguja en el itinerario
- 3 segundos sin presencia de una aguja en el itinerario

El tiempo máximo de movimiento de una aguja tiene que ser menos de 5 segundos.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00	HOJA: 95 DE 129

El tiempo máximo de detección de un tren por la detección secundaria tiene que ser inferior a 1 segundo.

El tiempo máximo de detección de ausencia de un tren después de la salida de un tren por la detección secundaria tiene que ser inferior a 2 segundos.

El tiempo máximo de destrucción automática de un itinerario después de la liberación del itinerario por un tren deberá ser menos de 3 segundos.

El tiempo máximo de destrucción de un itinerario después un mando de un operador deberá ser menos de 2 segundos, a excepción si un tren se encuentra en la zona de origen del itinerario o están activos los enclavamientos del mismo, en cuyo caso la destrucción será efectiva en 30 s

La incertidumbre de localización del sistema de localización del tren tiene que ser:

- De 0.5 m a leer una baliza
- Inferior a 1% de la distancia recorrida desde la última baliza leída

El tiempo de retraso máximo después de una petición de protección de movimiento y un frenado de urgencia será de:

- Menos de 2 segundos en el modo nominal
- Menos de 5 segundos en caso de fallo del ATC (falta de frescura datos)

El tiempo máximo de aplicación de un frenado de urgencia después de una petición de frenado de urgencia será de:




- Menos de 2 segundos en el modo nominal
- Menos de 3 segundos en modo degradado (Certificar a MR)

La distancia máxima en caso de retroceso del tren debe ser inferior a 1 metro.

La velocidad máxima de un tren dentro de la zona de garaje será definida entre el licitante ganador y el STC para evitar una colisión.

La desaceleración máxima de un tren debe ser inferior a 2 m/s<sup>2</sup> (FU)

La desaceleración en frenado de servicio máxima es de 1.8 m/s<sup>2</sup>

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 96 DE 129



La desaceleración máxima garantizada del tren, deberá ser acordada entre el STC y el fabricante del tren

La aceleración máxima de un tren debe ser inferior a 1,4 m/s<sup>2</sup>.

El valor máximo del Jerk debe ser inferior o igual a 1 m/s<sup>3</sup>. (Certificar con MR)



**TITULO:**  
**ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA**  
**CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00

HOJA: 97 DE 129

## 19 Simulador

### 19.1 Generalidades

El Licitante ganador, deberá considerar el suministro e instalación de un simulador en el que se representen en general los aspectos de las informaciones (entrada y salida) del sistema y en particular:

- Los itinerarios,
- El movimiento de los aparatos de cambio de vía,
- Los aspectos de las señales,
- Los aspectos de los diversos indicadores,
- El funcionamiento de los bloques de detección,
- El seguimiento de los trenes
- Entre otros.




Este simulador realizará las funciones de prueba global de los equipos del CBTC y capacitación al personal operativo, para realizar las funciones antes descritas, el Licitante ganador deberá considerar un puesto instructor configurado como simulador. Este puesto debe estar conectado a los puestos ATS del PCC de respaldo. Esta herramienta debe permitir al personal capacitarse usando la misma aplicación ATS utilizada para la operación (normal o degradada).

El puesto de simulador debe ser capaz de simular situaciones de operación degradadas con el propósito de capacitación.

El simulador debe considerar un modo "aprendizaje", en el cual, el instructor debe poder determinar la situación de partida y los eventos que deben acontecer a lo largo del tiempo gracias a un escenario que ha establecido.

En el modo "aprendizaje", los controles evolucionan según lo que sería el comportamiento real del sistema, de acuerdo con:

- la situación de salida,

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 98 DE 129

- los eventos a lo largo del tiempo,
- los comandos operador,
- los eventos activados por el instructor.

El comportamiento de los sistemas externos debe ser simulado:

- Ya sea en función del comportamiento del CBTC y de los trenes (ejemplo: puertas de andén),
- Ya sea por comandos instructor (ejemplo: energía eléctrica).

La función de repetición debe tener la posibilidad de ser usada en el simulador con el propósito de capacitar al personal de STC sobre situaciones reales ocurridas en la línea.

En modo "aprendizaje", la sesión se graba y podrá repetirse en modo "repetición". En el modo "Repetición" o "Playback", el instructor puede repetir una secuencia grabada durante el modo aprendizaje o una secuencia que viene de una situación real en la línea. La secuencia se repite sin interactividad posible. El modo "repetición" puede ser suspendido en todo momento para pasar a modo "aprendizaje".




En el modo "Play Back" el instructor debe poder:

- Avanzar en forma acelerada,
- Retroceder en forma acelerada.

La aplicación "ATS" utilizada por el simulador debe ser idéntica a la aplicación del ATS utilizada en línea.

Así mismo, el Licitante ganador debe considerar que a través del puesto operador del PMT permitirá poner la vía de pruebas en "modo de pruebas". Este modo operará, sólo si un tren está presente en la vía de pruebas. La activación del "modo prueba" de la vía de pruebas tiene como efecto:

- Enclavar la aguja a la recta,
- Prohibir itinerarios desde y hacia la vía de prueba,
- Autorizar el funcionamiento en UTO en la vía de pruebas,

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA          CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 99 DE 129

- Inhibir las alarmas del tren en prueba (las alarmas emitidas y estados de los equipos emitidos por el tren no deben ser tomadas en cuenta a nivel del servidor ATS).

Si un tren ha sido puesto en modo UTO y la vía de pruebas está en modo de pruebas, el operador del PMT puede elegir, escenarios de prueba como misiones unitarias (recorrido de la vía de pruebas en un sentido con prueba dinámica de frenado de urgencia) o misiones de resistencia (recorrido múltiple de la vía de pruebas en ida y vuelta).

El puesto operador del PMT permitirá poner la vía de pruebas en "modo enlace". La activación de este modo tiene como efecto:

- Prohibir el funcionamiento en UTO en la vía de pruebas,
- Permitir itinerarios desde y hacia la vía de prueba,
- Dejar de inhibir las alarmas del tren en prueba.




El sistema debe permitir, en la vía de pruebas, probar todas las funcionalidades de los subsistemas CBTC y las interfaces entre el CBTC y MR, PDA, COM, incluyendo las pruebas dinámicas automáticas del sistema de Frenado del tren (verificación del desempeño del frenado de Urgencia y verificación de la precisión de paro). Estas pruebas se realizarán a petición del operador desde el puesto operador del PMT.

La vía de prueba debe ser equipada con los mismos equipos CBTC instalados en la línea, y se debe estar implementada con estaciones virtuales en cada extremo.

El sistema debe permitir, en la vía de pruebas, realizar escenarios de pruebas configurables. Estos escenarios serán activados desde el PMT.

El sistema debe proveer automáticamente un informe detallado de los resultados de pruebas presentado al puesto PMT. Este informe será archivado y accesible desde cualquier puesto ATS. A petición del operador, este informe puede ser impreso.

El Licitante ganador deberá someter a aprobación del STC, el dispositivo simulador, durante la fase de diseño.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA          CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 100 DE 129

## 20 INSTALACIÓN

### 20.1 Generalidades

La instalación de los equipos del sistema CBTC estará a cargo del Licitante Ganador quien deberá tomar en cuenta y complementar la información siguiente:

- Los planos tipo, trazo, perfil y gálibos.
- Los planos de ubicación de equipos actuales en locales técnicos y de operación
- Asegurar sistema de aire acondicionado de los locales técnicos
- Los programas y directrices señalados por STC
- Los reglamentos de construcción para la Ciudad de México
- Entre otros.




Durante el montaje, el STC o su representante participaran en la verificación en todo momento de la instalación de los equipos para que se ejecute respetando:

- Las prescripciones y compromisos estipulados en la presente especificación,
- Los métodos aprobados (para evitar el error humano y tener una instalación homogénea).

El Licitante Ganador deberá considerar el equipo, herramientas y maquinaria necesarios y suficientes para llevar a cabo los montajes e instalaciones, contando con el personal necesario y calificado para su ejecución, el STC se reserva el derecho de pedir el retiro del personal que, a su juicio no esté calificado para realizar los trabajos objeto de la presente especificación.

Para el buen desarrollo de esta fase, el Licitante Ganador solicitará con anticipación al STC de sus necesidades especiales (tren, operador, apoyo, entornos especiales, vías energizadas y en operación) en sitio, bajo reserva de lo que se pueda ofrecer. Y gestionara las libranzas oportunamente.

Esta etapa de montajes e instalaciones es la más crítica para la coordinación general del proyecto, las zonas de intervención de los Licitantes Ganadores están normalmente compartidas entre ellos, pero para permitir las fluctuaciones normales de realización de cada uno, se podrá compartir zonas entre

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 101 DE 129</b>

varios Licitantes Ganadores. El Licitante Ganador deberá tomar en cuenta esta situación en el alineamiento de su programa y la carga de sus cuadrillas.

Durante esta fase del proyecto, el Licitante Ganador realizará los complementos de pruebas y ajustes necesarios para el buen funcionamiento de su sistema instalado con los demás sistemas, de acuerdo con la puesta a disposición de las infraestructuras en línea y del material rodante conforme al programa general de realización del proyecto.

## 20.2 Identificación de los Equipos y Cables




Todos los equipos tendrán una placa de identificación aprobado por el STC, que incluya, en idioma español, las características esenciales del equipo de acuerdo a los requisitos de la norma bajo la cual éste fue fabricado. Origen - destino

Todos los equipos, aparatos, gabinetes y sus componentes, conductores, cables, relés, cajas de bornes, estarán identificados por un código que les asignará una identificación individual y específica de su función. Estas identificaciones deberán ser idénticas a las dadas en los esquemas de principio y de cableado establecidos por el Licitante Ganador. Una muestra del material ya grabado y una nota indicando la forma de fijación en cada caso será presentada para la aprobación del STC.

Todo conductor será identificado en sus dos extremos por marcas de lectura fácil, situados sobre un soporte práctico y de conservación garantizada en el tiempo.

La identificación de los cables seguirá la siguiente regla:

- La identificación de los cables será de tipo direccional para todos los enlaces entre gabinetes y cajas,
- Una identificación cada 50 metros para los cables en túnel,
- Una identificación cada 20 metros para los cables en estación,
- A cada cambio de soporte de cable o de dirección,
- A la salida de cada andén,
- De cada lado de una pared en un cruce.




	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 102 DE 129</b>

Las etiquetas de los cables serán de material de aluminio y grabado en relieve con el origen y destino y se ubicarán en cada cable que ingrese a una sala de equipos, agujero, boca de inspección o dispositivo al costado de la vía. La etiqueta será de tipo envoltura sujetado alrededor del cuello del cable.

Las etiquetas para identificar conductores individuales serán tipo manga o tipo broche. Las etiquetas para identificar componentes de sistema individuales serán un tipo de plástico plano.

Nota 1: Todos los cables que se instalen deben ser con forro no propagador de fuego ni emisores de humos tóxicos, con protección a la intemperie, no se aceptan los empalmes.

Nota 2: La instalación de los nuevos cables del CBTC no debe de interferir con la instalación actual.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 103 DE 129</b>

## 21 PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DEL SISTEMA CBTC

Este capítulo contempla los requerimientos relativos a las pruebas del sistema CBTC.

El Licitante ganador deberá presentar al inicio del proyecto un programa general de pruebas que incluya fechas, lugar y horarios para la aprobación del STC.

Los cuadernos de prueba son de la responsabilidad del titular del contrato CBTC. Serán redactados en idioma Español y entregado al STC para su aprobación al menos tres meses antes de la fecha prevista para las pruebas.

### 21.1 Recepción en fábrica

La recepción en fábrica se realizará una vez que el Licitante Ganador informe al STC tener dispuestos los equipos para tal efecto. En este momento el Licitante Ganador garantiza que todas las etapas de la fabricación del equipo presentado se concluyeron satisfactoriamente.




#### 21.1.1 Pruebas de recepción de Fábrica

El Licitante Ganador realizará las pruebas en fábrica necesarias que acrediten el funcionamiento correcto de los equipos. Estas pruebas se efectúan conjuntamente entre el fabricante y el STC. o su representante, siendo el fabricante o el Licitante Ganador totalmente responsable de la conformidad de los materiales y equipos con esta especificación, así como de su funcionamiento hasta el fin del periodo de garantía y de mantenimiento.

Las pruebas se subdividen en:

- Pruebas de los materiales (incluyendo componentes, software), consistentes en verificar su calidad y conformidad con las especificaciones técnicas correspondientes,
- Pruebas técnicas y funcionales del equipo integrado (cajón, armario, conjunto de armarios, etc.), consistentes en la verificación de los equipos conforme a las condiciones técnicas y funcionales, indicadas por el STC, empleando para tal efecto un simulador, banco de pruebas, plataforma de pruebas, proporcionado por el Licitante Ganador y aprobado por el STC.

El Licitante Ganador realizará pruebas de todos los equipos de seguridad, éstos se probarán por unidad.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 104 DE 129</b>



Las pruebas de materiales y pruebas técnicas y funcionales realizadas por el Licitante Ganador, se realizarán siguiendo fichas técnicas y/o cuadernos con los resultados de los ensayos del Licitante Ganador.

No se autorizará la salida de ningún material de la(s) fábrica (s) sin haber sido recepcionado por el representante del STC, salvo casos especiales, los cuales deben ser solicitados por escrito por el Licitante Ganador y autorizados por STC o su representante.

### **21.1.2 Acta de recepción en fábrica**

A partir del momento que las pruebas de recepción de los equipos resulten satisfactorias, el representante del STC dejará registro en un acta de recepción.

### **21.1.3 Pruebas funcionales y de integración en Fábrica**

Estas pruebas se realizarán una vez que el Licitante Ganador:

- Informe al STC tener dispuestos los equipos para tal efecto,
- Haya entregado los procedimientos de pruebas para la revisión y aprobación del STC.

El Licitante Ganador deberá verificar, al realizar las pruebas funcionales en fábrica, la estabilidad del hardware y software del sistema CBTC después que las pruebas de aceptación en fábrica se han completado con éxito. Estas pruebas pueden requerir el uso de hardware y software de equipos de simulación. El procedimiento de pruebas debe incluir escenarios operativos considerando una carga máxima de la línea.




Las pruebas de integración en fábrica realizadas por el Licitante Ganador, deberán demostrar que el sistema CBTC está libre de interacciones inadecuadas e inseguras entre el software y el hardware mientras el sistema está operando como conjunto integrado.

## **21.2 Pruebas de recepción en sitio.**

### **21.2.1 Generalidades**

Estas pruebas se realizarán una vez que el Licitante Ganador:

- Informe al STC. tener dispuestos los equipos para tal efecto,

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 105 DE 129</b>

- Haya entregado los documentos y resultados de los ensayos necesarios para la recepción del STC.

El Licitante Ganador deberá realizar pruebas en sitio que garanticen el correcto funcionamiento del sistema. Además, debe entregar al STC para su revisión y aprobación, con una anticipación de tres meses mínimo antes de la fecha prevista para estas pruebas, el cuaderno de pruebas en sitio que permite la verificación de la buena integración de todas las instalaciones.

En este momento el Licitante Ganador garantiza que todas las etapas de la instalación, integración y verificación por parte del Licitante Ganador en el sitio del equipo presentado se concluyeron satisfactoriamente.

Las pruebas de recepción se efectúan conjuntamente entre el Licitante Ganador y el STC, siendo el Licitante Ganador totalmente responsable de la conformidad de los materiales y equipos con esta especificación, así como del funcionamiento del sistema CBTC.

Para la realización de estas pruebas, el Licitante Ganador deberá coordinar con el STC.:




- El personal necesario,
- El conjunto de los medios y materiales de ejecución, tales como herramientas, equipos de medición, equipos de comunicación, entre otros,
- Los documentos y planos aprobados por el STC., necesarios para las pruebas,
- Los cuadernos de pruebas correspondientes con los resultados de las pruebas del Licitante Ganador. El STC. se reserva el derecho de solicitar las pruebas adicionales que considere convenientes (Para tal efecto, el Licitante Ganador deberá poner a disposición del STC. los medios humanos y materiales indicados en los cuatro puntos mencionados con anterioridad.

### 21.2.2 Definición de las pruebas.

Las pruebas de recepción en sitio se subdividen en:

#### 21.2.2.1 Pruebas de conformidad de la instalación de los equipos en relación:

- A la calidad de la realización,
- Al proyecto aprobado,

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA</b> <b>CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA</b> <b>CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 106 DE 129</b>

- A las especificaciones técnicas correspondientes.
- Pruebas técnicas y funcionales (estáticas y dinámicas) del equipo integrado.

Las pruebas de todos los equipos y materiales instalados deben resultar satisfactorias, antes de poder autorizar una puesta en servicio del sistema propuesto, garantizando:

- El cumplimiento de las especificaciones técnicas y funcionales, así como de las normas internacionales vigentes para el transporte público de pasajeros.
- El funcionamiento en seguridad del sistema,
- Las interfaces realizadas con la obra civil, la vía y los otros sistemas existentes.

### 21.2.3 Pruebas de conformidad de instalaciones




El Licitante Ganador debe realizar pruebas de conformidad que tienen por objeto verificar la calidad de las instalaciones en los locales técnicos, puestos de maniobra, en terreno y en los trenes, así como la conformidad de sus características con las especificaciones técnicas y normas vigentes.

Durante estas pruebas se examinan entre otros puntos, los siguientes:

- El aspecto físico de los equipos,
- El respeto de las reglas del oficio,
- Las cantidades y tipos de material instalados,
- La naturaleza de las instalaciones,
- El respeto del proyecto,
- Entre otros.

### 21.2.4 Pruebas estáticas

El Licitante Ganador debe realizar pruebas estáticas que tienen por objeto verificar el aspecto eléctrico y funcional de las instalaciones del sistema en los locales técnicos, en terreno y en los trenes, así como las interfaces con los otros sistemas, en conformidad con las especificaciones técnicas y normas vigentes.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA</b> <b>CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA</b> <b>CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 107 DE 129</b>




Estas pruebas incluyen:

- La continuidad en el cableado,
- Pruebas eléctricas,
- La recepción de las interfaces con los sistemas externos (emisión y recepción),
- Simulación de las informaciones de entrada y de salida del sistema,
- Verificar el aspecto funcional del sistema en simulación.
- Pruebas de interferencia
- Pruebas de atenuación
- Pruebas de aislamiento
- Pruebas de compatibilidad electromagnética
- Entre otras.

Para cumplir con el aspecto funcional de las pruebas estáticas y si es necesario, es responsabilidad del Licitante Ganador instalar un simulador aprobado por el STC., en el que se simulan en general los aspectos de las informaciones (entrada y salida) del sistema y en particular:

- Los itinerarios,
- El movimiento de los aparatos de cambio de vía,
- Los aspectos de las señales,
- Los aspectos de los varios indicadores,
- El funcionamiento de los bloques de detección,
- Entre otros.

En estas pruebas participan conjuntamente el Licitante Ganador y el STC. (y/o su representante) quien dirige las pruebas; estas pruebas se efectúan en forma previa a las pruebas dinámicas.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 108 DE 129</b>

### 21.2.5 Pruebas dinámicas.

El Licitante Ganador debe realizar pruebas dinámicas que tienen por objeto verificar el funcionamiento del sistema en situaciones reales, es decir, con circulación de trenes.

Estas pruebas pueden ser:

- Técnicas para verificar el buen funcionamiento de los equipos del sistema CBTC en interfaz con un tren o varios trenes.
- Funcionales para verificar el buen cumplimiento a las especificaciones funcionales.

En estas pruebas participan conjuntamente el Licitante Ganador y STC quien dirige las pruebas.




### 21.2.6 Pruebas de Integración

El Licitante Ganador debe realizar pruebas de integración en sitio que tienen por objeto verificar el funcionamiento del sistema completo en su entorno de operación. Estas pruebas pueden realizarse una vez que las pruebas estáticas y dinámicas estén terminadas. Estas pruebas deben tomar en cuenta el funcionamiento del sistema en los modos normal y degradado.

### 21.3 Pruebas de demostración

El Licitante Ganador debe realizar pruebas de demostración que tienen como objeto demostrar el cumplimiento por parte del sistema de los siguientes requerimientos:

- Desempeño (intervalo, tiempos de recorridos, precisión de parada en estación, entre otros),
- Compatibilidad Electromagnética,
- RAMS,
- Ambientales.
- Marcha en vacío (nocturnas)
- El licitante ganador deberá realizar y presentar al STC un “Check List” de las funcionalidades del sistema CBTC solicitadas en estas especificaciones.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 109 DE 129

Nota: Para cada una de los tipos de pruebas el Licitante ganador deberá presentar con tres meses de anticipación los protocolos y cuadernos de pruebas detallados para su revisión y en su caso aprobación del STC.



**TITULO:**  
**ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA  
CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

**No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00**

HOJA: 110 DE 129

## 22 REQUISITOS FDMS

Los requisitos y criterios operativos para la FDMS de la línea 1 están definidos en el documento 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-05-11-E-00 “FDMS Sistemas de Comunicación y Control” y debe ser tomado en cuenta.



**TITULO:**  
**ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA  
CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

**No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00**

HOJA: 111 DE 129

## 23 REQUISITOS TÉCNICOS PARA LOS MATERIALES A SUMINISTRAR

### 23.1 Detección secundaria

El dispositivo de detección secundaria será a base de tecnología de circuito de vía que no utilizará juntas aislantes y debe ser capaz de detectar un riel, pista de rodamiento y barra guía rotos.

El licitante ganador podrá presentar al menos dos alternativas probadas en operación comercial para la detección secundaria, así como para la detección de riel, pista de rodamiento y barra guías rotos, las cuales deberán ser revisadas y en su caso aprobadas por el STC

### 23.2 Señales de maniobra

Las señales de maniobra deben ser del tipo a dos aspectos de tecnología LED y visibles desde el tren. Cada señal debe tener su identificador correspondiente.

### 23.3 Indicadores luminosos

Los indicadores (de límite de velocidad, de destino, de servicio provisional, de límite de maniobra, cambio de cabina, Neumático Bajo (NB), DBO, CUFS y PV) deben ser de tecnología LED y visible desde el tren.




El sistema CBTC debe contar con un control de mando recibido por cada uno de estos indicadores, caso contrario se indicará como una incongruencia en las interfaces del PCC y del conductor.

### 23.4 Placas

El Licitante Ganador debe proporcionar en las zonas de maniobra, Talleres (posiciones de transferencia y antes de la entrada de talleres de servicio) y posiciones de estacionamiento, placas límite de maniobra y cambios de cabina para facilitar las maniobras en conducción manual. Estas placas deben ser fabricadas con materiales compatibles con las condiciones ambientales y su diseño definido durante la etapa de diseño.

### 23.5 Motores de agujas

Las vías principales de la línea uno, incluyendo las vías de enlace y la vía de prueba serán equipadas con Motores y controladores de aguja con cerrojo.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 112 DE 129



Las vías de los talleres Zaragoza serán equipadas con motores de tipo talonable

El suministro de energía para la alimentación de los motores en la vía y el cableado de los controladores serán de la responsabilidad del Licitante Ganador del CBTC, y en caso de utilizar un sistema de alimentación ininterrumpida UPS, deberá ser el mismo que se utilice para los equipos Interlocking, ATO, ATP y ATS; con una autonomía de respaldo de una hora.

### 23.6 Bastidores, armarios y chasis

En el local técnico, los equipos estarán agrupados en chasis o en armarios modulares cuyas dimensiones serán uniformes.

Se recomienda, la elección de los bastidores en el estándar de 19 pulgadas,

Para permitir asociar varios armarios entre sí en una misma fila, es necesario normalizar dos dimensiones: la altura a 2 m y la profundidad a 0.60 m como máximo.

Deberán de respetarse los espacios entre armarios para la realización de mantenimiento

El color será recomendado por el Licitante Ganador y aprobado por el STC. Los subconjuntos incluidos en los bastidores se seleccionarán, cuando esto es posible, dentro de la gama de elementos "estándares" (cajones con corredores, paneles, porta tarjetas, paneles de fachada delantero pivotantes, etc.).




Los armarios y chasis se suministran en la medida de lo posible precableados.

Son posibles dos métodos de fijación:

- Ya sea por bloqueo de los pernos regulables en las bases de los armarios,
- bien por apernado con perno de expansión del chasis o del armario al suelo, o sobre un soporte.

Los armarios están previstos para recibir las llegadas de cables por la parte inferior, ya que la parte superior está reservada a la ventilación de los equipos internos del bastidor.

El Licitante Ganador deberá prever un espacio suficiente para el tendido, la fijación y la identificación de los cables exteriores que llegan a cada armario. Para garantizar esta función se recomienda la utilización de bandejas de acero galvanizado con cadmio.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00	HOJA: 113 DE 129

Los armarios no adosados a las paredes estarán equipados con puertas delantera y trasera, aseguradas con cerraduras con llave. La cantidad y tipo de llaves se comunicará oportunamente al Licitante Ganador por STC.

Se deberán instalar en cada armario la toma eléctrica destinada al mantenimiento para permitir la conexión de equipos de soldadura, lámparas portátiles, aparatos de medición, etc. Estas tomas serán protegidas con un disyuntor diferencial de capacidad de 15 amperes.

### 23.7 Tablero de distribución

El Licitante Ganador debe utilizar el tablero de distribución de energía nuevo para la alimentación en energía de los equipos ubicados en los locales técnicos y en la vía. El tablero debe ser adaptado de acuerdo con el estado del arte y las normas vigentes aplicables. Cada fuente de alimentación debe ser equipada con un interruptor de circuito con identificación que puede aislar, si es necesario, la alimentación en energía de los equipos.

Se debe proporcionar una fuente de alimentación ininterrumpible con supresión de picos por equipo principal en cada local técnico, la cual será común para los sistemas que conforman el CBTC (ATO, ATP, ATS e Interlocking).

El licitante ganador deberá presentar su estudio y cálculo de cargas de dicho tablero de distribución para ser aprobado por el STC

### 23.8 Seccionadores y fusibles




Los seccionadores y los fusibles serán previstos en los circuitos para:

- Las facilidades de mantenimiento (aislamiento del circuito para localización de fallas),
- La apertura en caso de sobrecarga o sobre calentamiento (desconexión de las alimentaciones).

Los calibres se determinarán de forma que las sobretensiones ocasionales que pueda soportar el material no ocasionen la fusión de los fusibles.

### 23.9 Relés

Para las funciones e interfaces de seguridad, se requiere el uso de relés de seguridad y con prueba de fallo.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 114 DE 129</b>

## 23.10 Conectores

El número y tipos de conectores para las tarjetas electrónicas deberán ser suficientes. El número y tipos de conectores para cables deberán ser limitados. La elección del tipo de los conectores se someterá a la aprobación del STC.

Se tomarán todas las disposiciones para evitar los cortocircuitos en los conectores.

Los conectores radio tienen que ser de tipo M12 de acero inoxidable y equipado con dispositivo contra el aflojamiento.

## 23.11 Conexiones

Los sistemas de conexión de cables serán por presión (engaste, "wrapping" y "taper pin") para los enlaces entre chasis en los puestos. La mayor cantidad posible de puntos de conexión se ejecutará en planta para facilitar el montaje en el sitio y limitar los errores.




## 23.12 Cables

Se requiere una vida útil de 30 años para todos los alambres y cables.

La cantidad de hilos en los cables está determinada por el número de circuitos necesarios y los valores normalizados por los Licitantes Ganadores de cables. Los cables en línea deberán comprender una cantidad de hilos de reserva que satisfaga las condiciones siguientes:

- En cada cable, la relación del número de hilos disponible respecto al número de hilos utilizados es superior al 20%,
- En cada cable, el número de hilos de reserva es como mínimo de cuatro, salvo derogación expresa.

Los cables principales de señalización CBTC deberán responder a los requerimientos descritos a continuación.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 115 DE 129</b>

### 23.13 En túnel

Los cables principales instalados en túnel deberán responder a los criterios base correspondiente a las normas: NF F55-622 y NF F55-623 (o equivalentes) para los cables de cuadretes o conductores, o normas internacionales similares:




- No propagador del incendio,
- Sin componentes halógenos, azufrados ni nitrogenados,
- Cantidad reducida de humo emitido,
- Opacidad de los humos limitada,
- Nocividad de los productos de combustión muy atenuada.

También deben poseer las características siguientes:

- Alma de cobre recocida desnuda,
- Una capa protectora, de preferencia en material no higroscópico,
- Una armadura constituida por dos flejes de 0.2 mm, no revestidos y no galvanizados; debiéndose asegurar la continuidad de los flejes,
- Una armadura constituida por dos flejes de 0.2 mm, revestidos y galvanizados; debiéndose asegurar la continuidad de los flejes,
- Para los haces de conductores, una protección de aluminio seguida de un aislamiento adecuado, que constituye una cubierta intermedia,
- Una cubierta de protección no propagadora de llama, y sin desprendimiento de gases tóxicos.

### 23.14 En zonas superficiales

Los cables principales instalados en zonas superficiales, deberán responder a los criterios expuestos para cables tendidos en túnel, estarán fabricados de materiales resistentes a la corrosión, ignífugos y resistentes a la luz ultravioleta.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 116 DE 129</b>

El Licitante Ganador podrá instalar cables con características menos exigentes, en cuanto a:

- Componentes con halógenos, azufrados y nitrogenados,
- Sin restricción en cuanto al humo emitido,
- Opacidad de los humos,
- Nocividad de los productos de combustión.

El Licitante Ganador deberá indicar las normas a las que se refiere para obtener la aprobación de STC

Si el Licitante Ganador propone utilizar cables de fibras ópticas, estos deberán cumplir con la Normas asociadas europeas o internacionales vigentes

Nota: El Licitante Ganador podrá proponer otros tipos de cables que sean de características equivalentes o superiores a las indicadas en dichas especificaciones en término a protección contra roedores, blindaje electrostático, no propagación del fuego, baja emisión de humos y de gases tóxicos.

### 23.15 Misceláneos




Las bridas de cable estarán fabricadas de materiales resistentes a la corrosión, ignífugos y resistentes a la luz ultravioleta. En ubicaciones donde los cables se instalen sobre vías o en áreas sujetas a vibración significativa y constante, las bridas del cable serán de tipo de construcción metálico o plástico y recubierto con materiales resistentes a la corrosión e ignífugos.

### 23.16 Galvanizado - Anclaje – Cajas

Se deben proteger los equipos gabinete, caja, estante, panel contra el ingreso de polvo, agua, fauna nociva y la acumulación de humedad debido a la condensación según los requerimientos y normas definidas en el capítulo de Condiciones y Requerimientos Ambientales.

El material de la carcasa y la caja de protección para el equipo exterior y del costado de la vía deberá ser de acero inoxidable o conforme con las normas del Licitante Ganador, pero con resistencia a la corrosión, y la entrada del cable deberá ser de amarre de prensa estopa.

El Licitante Ganador deberá suministrar todos los equipos en cajas de protección brindando fácil mantenimiento y con puertas/tapas con cierre, o tapas rosca, para cajas pequeñas, en equipos relativos a la seguridad u otros detallados en las especificaciones Generales pertinentes.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 117 DE 129</b>

### 23.17 Apartarayos

Los cables, antenas radio y equipos ubicados en las partes exterior deben ser protegido con dispositivos de Apartarayos.




### 23.18 Detector de Neumático Bajo (DNB)

El licitante ganador deberá prever la instalación de un equipo detector de neumático bajo en la vía que mediante un circuito de control indique en la salida de talleres, terminales y en estaciones próximas a vía de enlace vía "Y" o vía "Z" cuando un tren en circulación presente uno o más neumáticos con baja presión de inflado, con objeto de poder retirarlo para revisión.

Deberá indicar de manera local mediante un indicador NB en la señal de maniobra de la zona que se encuentra instalado el DNB, así como en las IHM's de los PML's, PMT y PCC.

El sistema Detector de Neumático Bajo instalado en la vía deberá sensar neumáticos presión menor a 6 Bars, por lo que el Licitante ganador deberá proponer al STC para su aprobación un sensor que garantice una fiabilidad en esta medición del orden del 100%.

La información enviada al circuito de control y en consecuencia las IHM's de los PML's, PMT y PCC deberá indicar al menos el lado derecho o izquierdo en sentido de circulación del tren y el número de neumático (numerado en sentido de circulación) y el valor de la presión detectada.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 118 DE 129</b>

## 24 CONDICIONES Y REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

### 24.1 Temperaturas para los equipamientos fijos

Las condiciones ambientales que deben respetar los equipamientos fijos se encuentran definidas en la norma EN 50125-3 (clase T1 de la tabla n°2):

	Aire ambiente exterior	En Local Técnico	En un cobertizo	En un edificio	En un edificio con aire acondicionado
Temperatura	$(-10 +40) ^\circ\text{C}$	$(-10 +70) ^\circ\text{C}$	$(-5 +55) ^\circ\text{C}$	$(0 +45) ^\circ\text{C}$	$(+ 18 \text{ a } +27) ^\circ\text{C}$

Se debe controlar la temperatura del ambiente en el que se encuentra el equipo y en caso de que la misma sobrepase un umbral (por determinar), deberá enviarse una señal de alarma al sistema SCADA.

### 24.2 Temperaturas para los Equipamientos Embarcados

Las condiciones ambientales que deben respetar los equipamientos electrónicos a bordo, salvo que se definan requisitos especiales en las especificaciones técnicas y funcionales del material rodante, se encuentran definidas en la norma EN 50125-1 (clase T1 de la tabla n°2).

En ésta se establece:

Temperatura del aire al exterior del vehículo	Temperatura al interior de los compartimentos del vehículo	Temperatura al interior de los cofres
$(-10 +40) ^\circ\text{C}$	$(-10 +55) ^\circ\text{C}$	$(-10 +82) ^\circ\text{C}$

Las interfaces del CBTC embarcado tienen que ser compatibles con las vibraciones según los criterios conforme a la norma EN 61373.



**TITULO:**  
**ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA**  
**CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00

HOJA: 119 DE 129

### 24.3 Índice de protección

El índice de protección, definido según la aplicación de la norma EN 60529 depende de las condiciones de uso de los equipos y del ambiente en el que opera:

- Aéreo, túnel, espacio cubierto, material perteneciente a instalaciones fijas o a embarcadas, ...
- Intemperie (lluvia, proyección de agua, cenizas volcánicas),
- Agentes químicos (vapor de agua, aguas de infiltración, gas carbónico, residuos de ozono, hidrógeno sulfurado, grasas y aceites minerales en los materiales que se encuentran cerca de las vías),
- Polvo conductor (cargas metálicas o carbono).




El índice de protección (norma NF EN 60529) depende de la posición de los equipos CBTC, en lo siguiente se describen los índices que se usan en otros proyectos similares.

Los equipos instalados en la vía, andén y en los locales técnicos deben cumplir con los índices de protección (IP) indicados en la tabla siguiente.

Ubicación	Caja de derivación	Caja de distribución	Bastidores	Armarios	Balizas	Antenas radio	Otros equipamientos
En la vía	65	65		54	67	65	54
En la pared del túnel	65	65		54		65	54
Local Técnico		41	41	51			41

### 24.4 Requerimientos antisísmicos

Las instalaciones deberán cumplir con los criterios antisísmicos definidos para la ciudad de México.

	<b>TÍTULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA</b> <b>CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 120 DE 129</b>



Todos los equipos deberán ser diseñados para soportar los esfuerzos originados por las aceleraciones sísmicas especificadas. Todos los equipos son diseñados para permitir el funcionamiento normal de dichos equipos tanto durante como después del sismo.

Pruebas tipo o especiales sobre mesa vibratoria podrían requerirse para la comprobación de este requerimiento.

Las instalaciones deberán cumplir con las estándar CEI-IEC-60068-3-3 pruebas sísmicas.

Todos los equipos mecánicos, las tuberías, las redes de ductos y sus fijaciones o soportes, suministrados de acuerdo a la presente especificación serán diseñados para soportar los siguientes requerimientos

a) Movimiento Horizontal




- Bajo 0,2076 Hz : 30 cm como desplazamiento máximo con respecto al punto de reposo.
- Entre 0,2076 y 1,3 Hz : Velocidad máxima 60 cm/s.
- Superior 1,3 Hz : Aceleración máxima 0,5 g.

b) Movimiento Vertical:

- Bajo 0,78 Hz : 30 cm como desplazamiento máximo con respecto al punto de reposo.
- Superior 0,78 Hz : Aceleración máxima 0,3 g.

### 24.5 Agentes contaminantes

Cuando se encuentre en condiciones normales de explotación y de mantenimiento, el sistema de transporte no deberá emitir humo, gases, partículas o fluidos tóxicos, nocivos o nauseabundos.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00	HOJA: 121 DE 129

Además, los equipamientos no deberán producir partículas, humo o gases que degraden la calidad del aire dentro de los túneles al punto de no respetar las normas y reglamentación en vigor.

Cualquier descarga de grasa, aceite, ácido o fluido tóxico en la zona de mantenimiento deberá ser controlada con eficacia e interrumpida en conformidad con la reglamentación vigente del país y por medio de las herramientas y disposiciones de mantenimiento previstas por el Licitante Ganador.

## 24.6 Protección anticorrosiva

Todos los equipamientos suministrados por el Licitante Ganador deberán ser anticorrosivos. Para las instalaciones metálicas, se deberá prever obligatoriamente un sistema de protección para así brindarle a los equipamientos la mayor vida útil posible.

El Licitante Ganador deberá prestarle especial atención a los trenes y a las puertas de andén. Por esta razón, los documentos de revisión de diseño, así como las actas de aceptación deberán incluir las verificaciones y ensayos necesarios definidos en las normas asociadas.




El Licitante Ganador deberá prever una protección anticorrosiva general para los elementos metálicos con una duración media según la norma ISO 12944-5.

## 24.7 Respeto del medioambiente en la fase de obras en sitio

El Licitante Ganador deberá intervenir en un entorno urbano densificado, bajo zonas de circulación o en sus alrededores. Por esto, deberá informar al STC del conjunto de medios y disposiciones previstos para limitar el impacto de sus obras en el medioambiente, en especial en las fases siguientes:

- Suministro y almacenamiento de materiales fuera del área de servicios,
- Obras y ensayos,
- Aseo y abandono del área.

El Licitante Ganador deberá entregar un plan de impacto medioambiental donde indique todos los análisis necesarios para determinar si las labores a desarrollar en dependencias del STC. (Cualquier fase del proyecto) tienen algún impacto ambiental, así como los estudios alternativos que pudieran ser necesarios.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00	HOJA: 122 DE 129

El Licitante Ganador será responsable de obtener todas las autorizaciones necesarias por parte de cualquier administración para que la operación del sistema pueda ser viable medioambientalmente. Todas las medidas correctivas para cumplir con los permisos, así como la declaración de impacto Ambiental (si correspondiere ser efectuado) irán a cargo del Licitante Ganador. El plan de supervisión de las medidas correctivas también irá a su cargo hasta la aceptación final.

## 24.8 Compatibilidad electromagnética

El término compatibilidad electromagnética (CEM) se define de la siguiente manera: "Capacidad de un dispositivo, aparato o sistema de funcionar correctamente en un entorno electromagnético sin producir perturbaciones electromagnéticas que pudieran alterar el funcionamiento de los aparatos o sistemas situados en su entorno".




Independientemente de los aspectos normativos o de las especificaciones solicitadas, el Licitante Ganador tiene la responsabilidad de conocer cabalmente los diversos entornos de uso posibles del producto para garantizar, gracias a sus conocimientos prácticos y asumiendo toda medida necesaria con este fin, la compatibilidad electromagnética de su producto con el entorno de uso en el Metro de México.

El producto deberá ser oficialmente declarado conforme a todas las exigencias de la norma europea EN 50121 aplicables a su categoría en el marco de los procedimientos europeos de certificación vigente.

El Licitante Ganador deberá entregar los documentos que comprueben la conformidad del producto a las exigencias de esta norma: actas de ensayos que detallen las condiciones en las que se hicieron las pruebas exigidas por la norma, así como los resultados obtenidos. No hay requisitos sobre el formato de estos documentos, sin embargo, la presentación de los documentos y de las diferentes rúbricas completadas deben cumplir con las prescripciones de la norma EN 17025 relativa a los laboratorios de ensayo.

Los cables de los sistemas que se encontrasen cerca de los cables de alimentación tracción o de distribución de alta tensión deberán cumplir con la norma EN 61000-6-2 y ser probados tal como lo exige la norma EN 61000-4-16.

El sistema debe cumplir con las exigencias complementarias a la normativa referidas a la inmunidad a los campos electromagnéticos por sobre 1 GHz y a las emisiones conducidas de 9 a 150 kHz:

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 123 DE 129

- Inmunidad a los campos electromagnéticos por sobre 1GHz

La norma europea ferroviaria EN 50121, partes 3-2, 4 y 5 evoca, para los ensayos de inmunidad a los campos electromagnéticos radiados, la norma de ensayos EN 61000-4-3. El límite alto en frecuencia especificado es de 1 GHz. En el presente caso se solicita considerar la modificación EN 61000-4-3/A1 que extiende la banda a 2GHz para así incluir la inmunidad a las emisiones de telefonía pública celular y digital por sobre 1GHz. El nivel de severidad exigido por sobre 1GHz es de **10V/m**.

- Emisiones conducidas de 9 a 150 kHz

La norma europea ferroviaria EN 50121, partes 3-2, 4 y 5 se refiere (directamente o a través de la norma genérica EN 61000-6-4) a la norma EN 55011 en la cual los límites de emisiones conducidas se están "estudiando" para la banda 9-150kHz. Mientras no se definan los límites para esta banda de frecuencias, los constructores deberán limitar los niveles emitidos en esta banda, en especial si los equipamientos contemplan fuentes claramente identificadas (como sistemas de fraccionamiento, por ejemplo).




## 24.9 Resistencia al fuego

En términos generales, todos los materiales (cables, tarjetas, terminales, chasis,...) deben ser escogidos en función de la conformidad de su inflamabilidad, opacidad y velocidad de la producción de humo y toxicidad de los gases de combustión con la reglamentación y las especificaciones vigentes al momento del diseño del material.

Para los productos industriales que no sean específicos del sector ferroviario, el Licitante Ganador deberá emplear aislantes (materiales y cableados) libres de halógeno.

Para los materiales que presentan una masa demasiado importante con respecto a las normas asociadas o que su frecuencia de uso (cantidad de unidades empleadas, largo...) cuestione en forma evidente la intención de estas normas, el Licitante Ganador deberá:

- Proceder a los ensayos de clasificación de reacción al fuego y al humo (índices I e F respectivamente),
- Presentar los resultados de estos ensayos, así como las condiciones de uso previstas, al STC., quien solicitará la evaluación de las autoridades pertinentes.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA</b> <b>CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  <b>GOBIERNO DE LA</b> <b>CIUDAD DE MÉXICO</b>
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	<b>HOJA: 124 DE 129</b>

## 25 REFACCIONES Y HERRAMIENTAS

Todos los materiales que conformen el lote de refacciones deberán ser nuevos. En el lote no se aceptarán materiales sobrantes de obra ni rehabilitados.

El Licitante ganador deberá incluir en sus propuestas técnica y económica el lote de refacciones que será del 7% del total de los suministros de quipos y/o sistemas.




El licitante ganador dentro de su propuesta económica deberá incluir una lista de materiales desglosada y completa con sus precios unitarios, que servirá como referencia para que el STC seleccione o complemente posteriormente el lote de refacciones a suministrar hasta alcanzar el 7% previsto, pudiéndose sustituir por materiales no incluidos en la lista preliminar siempre y cuando no se rebase el porcentaje previsto.

Por otra parte, el licitante ganador deberá contar con otro lote de refacciones necesarias para dar cumplimiento con el tiempo que dure el mantenimiento y será su responsabilidad el mantenerlo durante el periodo que exija el contrato ya que no se le permitirá descontar refacciones del lote que suministrara al STC.

Finalmente el licitante ganador deberá entregar junto con su propuesta técnica, un documento membretado por su empresa y firmado por representante legal donde garantice, la existencia del mercado de las partes de repuesto específicas de todo el sistema (las que fabrique el licitante ganador y sus fabricantes respectivos) por lo menos de un período de 10 años después de la recepción definitiva, suministrando además los catálogos de partes y la documentación suficiente para su fácil ubicación y adquisición.

El licitante ganador deberá suministrar y entregar al área de mantenimiento del STC:

- Todas las herramientas específicas, equipos, accesorios y utilerías necesarias (nuevas) para el mantenimiento del sistema. Estas herramientas son independientes de las que el licitante ganador utilice como parte de sus instalación y pruebas.
- Todos los dispositivos de ayuda al mantenimiento
- Los bancos de pruebas que permitan monitorear y diagnosticar cada equipo o modulo su funcionamiento simulando en su caso condiciones de operación.

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 125 DE 129

- Los paquetes de software con licencia de utilización y soporte para utilizarlo, hardware necesario para que el licitante ganador debe proporcionar para aprobación del STC.
- Equipo informático y de cómputo provisto de las interfaces necesarias y adecuadas.



**TITULO:**  
**ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA**  
**CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

**No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00**

HOJA: 126 DE 129

## 26 ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

El Licitante ganador deberá, para la concepción de su sistema, tomar en cuenta los principios de la organización del mantenimiento del STC.

Durante la garantía todas las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo requieren que el licitante ganador sea acompañado por personal técnico del STC.

El licitante ganador durante su periodo de mantenimiento que estipule el contrato, deberá considerar al personal del STC para incluirlo en las actividades de mantenimiento para la transferencia de conocimientos.

Si él considera que esta organización no permite asegurar el mantenimiento adecuado del sistema, el Licitante ganador deberá proponer en detalle la organización que estime correcta y beneficie al STC.

Es responsabilidad del Licitante ganador indicar en su proposición la estimación de los medios humanos y técnicos requeridos para el mantenimiento, tanto correctivo como preventivo, de su sistema según la organización existente o aquella que él proponga;

El Licitante ganador suministrará un expediente de mantenimiento que describa los principios y los métodos aplicados desde el origen de la concepción del sistema para lograr el cumplimiento de los objetivos de facilidad de mantenimiento y el respeto de los requisitos indicados en los párrafos siguientes




Este expediente incluirá también la definición de las actividades de verificación asociadas y de los procedimientos establecidos para realizarlas según el desarrollo del sistema

### 26.1 Niveles de intervención

El mantenimiento correctivo está organizado según tres niveles de intervención:

**Nivel 1:** Consiste en el reemplazo de un módulo defectuoso (cajón o cofre, por ejemplo). Esta intervención es realizada en el sitio (instalaciones fijas) o en los talleres de mantenimiento o fosas de visita (material rodante). Deberá ser posible, observando los indicadores luminosos de prueba o mediante la utilización de aparatos de verificación portátiles en sitio o por vía remota, detectar el elemento intercambiable que presenta una falla.

**Nivel 2:** Consiste en el reemplazo de un elemento defectuoso (como una tarjeta electrónica, por ejemplo) en el interior del módulo defectuoso intercambiado durante la intervención de nivel 1. Esta

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	HOJA: 127 DE 129

intervención se realiza en talleres especializados. Los bancos de pruebas, permitirán la verificación detallada de cada subconjunto (fijo o embarcado) para determinar los elementos defectuosos y reanudar los ajustes eventualmente necesarios.

**Nivel 3:** Consiste en identificar el componente defectuoso en el elemento defectuoso intercambiado durante la intervención de nivel 2. Esta intervención se realiza en laboratorio del proveedor, en el cual el cliente no puede realizar la reparación del componente defectuoso.

## 26.2 Medios de detección

A cada nivel de mantenimiento corresponderán diferentes medios de detección que podrán consistir, según el sistema y según lo requerido en los capítulos correspondientes, en:

- dispositivos de señalización de buen funcionamiento o de falla (alarmas)
- dispositivos de ayuda al mantenimiento (DAM)
- herramientas específicas tales como bancos de prueba o simuladores de funcionamiento.

El Licitante ganador indicará claramente y sin ambigüedad los diferentes momentos en los cuales se podrán utilizar los dispositivos y las herramientas que propone:




- durante la operación de la línea y el funcionamiento del sistema
- en el sitio, fuera de los periodos de operación
- en talleres o laboratorio.

## 26.3 Tiempos de intervención

El primer nivel de intervención debe ocasionar la menor cantidad posible de perturbaciones en la operación, por lo tanto, los tiempos de intervención requeridos para el mantenimiento correctivo del sistema respetarán las condiciones siguientes:

1. Disponibilidad = 100%

$$D = \frac{\text{Tiempo de Disponibilidad Real}}{\text{Tiempo de Disponibilidad Programada}}$$

	<b>TITULO:</b> <b>ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1</b>	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	<b>No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00</b>	



2. Fiabilidad (Horas sin fallas con afectación al servicio)  $\geq$  600 h/mes

$$F = \frac{\text{No. de Horas Servicio}}{\text{No. de Fallas}}$$

3. Mantenibilidad  $\leq$  45 minutos

M = 45 min T. Atención / Diagnostico

MTTR = Conforme a Catalogo de  
- "

4. No Afectación al Servicio  $\leq$  2 minutos.

Fallas con Afectación

$\leq$  2 min.

NAF

$\leq$  10 min. / Semana

El tiempo técnico de reparación se entiende como el tiempo necesario para que el técnico localice la falla y cambie el o los módulos averiados, sin tomar en cuenta su tiempo de traslado al sitio indicado por el reporte de falla, esto no debe afectar la operación del sistema.



**TITULO:**  
**ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA**  
**CBTC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave: 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-01-01-E-00

HOJA: 129 DE 129