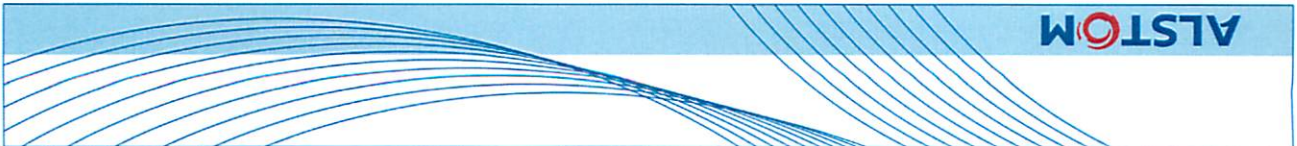


00000464



ANEXO 10 - JB005.RA.002 PLAN DE SEGURIDAD

Handwritten blue scribble or signature.

Handwritten red letter 'A'.

Noviembre/2009

Pág. 1 de 1

505

Propuesta Técnica
Material Rodante

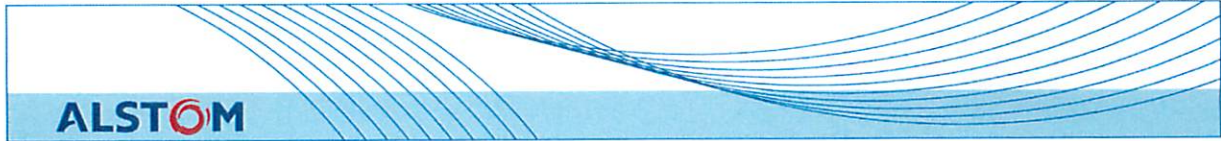
Revisión 0
Fabricación de 30 Trenes Férreos
STC - Línea 12 del Metro de la Ciudad de México

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

ANEXO 10 -

PLAN DE SEGURIDAD

1. INTRODUCCION	3
1.1. LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS.....	3
1.2. DEFINICIONES APLICABLES	3
1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA	3
2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	4
3. POLÍTICA DE SEGURIDAD	4
3.1. PRINCIPIO	4
3.2. POLÍTICA	4
4. ALCANCE.....	4
4.1. ALCANCE DE LOS ANÁLISIS DE SEGURIDAD.....	4
4.2. EXCEPCIONES	5
5. REGULACIÓN APLICABLE DE MÉXICO	5
6. REQUISITOS DE SEGURIDAD IDENTIFICADOS EN LA PROPUESTA TÉCNICA	5
7. ORGANIZACIÓN DE FDMS.....	6
8. EVALUACIÓN DE RIESGOS	7
8.1.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS.....	7
8.1.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS RIESGOS ASOCIADOS.....	7
8.1.3. RESOLUCIÓN DE RIESGOS	9
9. MÉTODOS.....	9
9.1. COMPROBACIÓN INTERNA	9
9.2. SEGUIMIENTO DE LA APLICACIÓN DEL PLANO DE LA SEGURIDAD	10
9.2.1. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS (PHA).....	10
9.2.2. REGISTRO DE PELIGROS (HL).....	10
9.2.3. ESTUDIO DETALLADO DE LOS PELIGROS.....	11
9.2.4. LISTA DE ÍTEMS RELACIONADOS CON LA SEGURIDAD (SRIL).....	11
9.2.5. RELACIONES ENTRE PHA, HL Y SRIL.....	12
10. CRONOGRAMA DE SEGURIDAD	13
11. DOCUMENTOS DE SEGURIDAD DURANTE EL PROYECTO	13
12. ANEXO.....	16
12.1. ANEXO I.....	16



00000466

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organización para la Seguridad para el proyecto 7
Figura 2: Relación entre PHA, HL e SRIL 12
Figura 3: Modelo de PHA 14
Figura 4: Modelo de HL 15

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Severidad 8
Tabla 2: Matriz de Riesgo 8
Tabla 3: Medidas que deben adoptarse para cada categoría de riesgo 9
Tabla 4: Nivel de Barreras 12
Tabla 5: Estructura de Avería o Peligro 16

1. INTRODUCCION

El objetivo del Plano de Seguridad de los Sistemas (PSS) es describir el enfoque interno de ALSTOM para garantizar que los niveles aceptables de seguridad inherentes en el proceso sean alcanzados. El PSS establece la política, el alcance, la organización y los procesos establecidos para aplicar el programa. Este plan también define las responsabilidades, las relaciones con otras actividades del proyecto, el cronograma y los métodos para garantizar el cumplimiento de los requisitos de la propuesta técnica o normas apropiadas.

1.1. LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

ATC	Automatic Train Control – Control Automático del Tren
ATO	Automatic Train Operation – Control Automático de la Operación
CM	Comando Manual
FDM	Fiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad.
FDMS	Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad.
FMECA	Failure Modes Effects and Criticality Analysis - Análisis de Modos de Fallas y sus Efectos Críticos
FPMK	Failures Per Million Kilometer
FTA	Fault Tree Analysis - Análisis de Árbol de fallas
HBS	Hazard Breakdown Structure
HL	Hazard Log – Registro de los Peligros
MKBF	Mean Kilometers Between Failures
MTBE	Mean Time Between Event
PHA	Preliminary Hazard Analysis – Análisis Preliminar de los Peligros
PMP	Project Management Plan
PFDM	Plano de Fiabilidad, Disponibilidad e Mantenibilidad
PSS	Plano de Seguridad de los Sistemas
QMP	Quality Management Plan
RAM	Reliability, Availability and Maintainability – Idem a FDM
RAMS	Reliability, Availability, Maintainability and Safety – Idem a FDMS
RSO	Region Safety Officer
SAD	Safety Assurance Director
SRIL	Safety Related Item List – Lista de Ítems Relacionados con la Seguridad
SSHA	Sub-System Hazard Analysis – Análisis de Peligros de lo Sub-Sistema
S.T.C / STC	Sistema de Transporte Colectivo
TUE	Tren Unidad Electrica
VP	Validation Plan

1.2. DEFINICIONES APLICABLES

La lista de definiciones aplicables es presentada en un documento separado, titulado "FDMS - Definiciones aplicables", número Alstom JBO05.RA.005.

1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

Una descripción general del sistema es detallada en otros documentos que conforman la propuesta.

Propuesta
Técnica
Material
Rodante

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

Noviembre/2009

Pág. 3 de 20

2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- [1] JB005.RA.005 - FDMS – Definiciones Aplicables
- [2] ANEXO TÉCNICO – Especificaciones Técnico Funcionales para la Fabricación de un lote de 30 Trenes Férreos que Circularán en la línea 12 del Metro de la Ciudad de México.
- [3] IEC 62278 - Railway Applications – Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety, 2002.
- [4] DE-06-INS-001 – ALSTOM - Railway Safety Management System Manual – Section 1: Safety Policy and Targets - CCN Railway Safety. Jan, 06.
- [5] IPL-SA-GDL-001 – ALSTOM - Safety Related Items List – CCN Railway Safety. Jul, 06.
- [6] RSA-TG-STD.002 – Hazard Breakdown Structure for Metro Systems – Version 1.
- [7] DOT-FTA-MA-26-5005-00-01 – Hazard Analysis Guidelines for Transit Projects – Federal Transit Administration - Jan,00.
- [8] NF EN 50126 – Spécification et demonstration de la fiabilité, de la disponibilité, de la maintenabilité et de la escurrite (FDMS) – Jan.00

3. POLÍTICA DE SEGURIDAD

3.1. PRINCIPIO

“ALSTOM Transport se compromete a desarrollar y fabricar productos con alto nivel de seguridad para los clientes directos y los usuarios finales” [4].

“Deben ser suministradas pruebas de que ese compromiso fue alcanzado” [4].

3.2. POLÍTICA

“Todos los sistemas, subsistemas y componentes ferroviarios serán concebidos, entregados y puestos en servicio de forma que los productos serán utilizados y mantenidos con un nivel de seguridad de los sistemas, subsistemas y componentes ferroviarios y ofrecerán servicios comparables dentro de un medio ambiente comparable” [4].

4. ALCANCE

4.1. ALCANCE DE LOS ANÁLISIS DE SEGURIDAD

El ámbito de las análisis de seguridad se limita al material rodante, los modos de fallo simples de los componentes reemplazables del tren (LRU), y los peligros que sean identificados relacionados con (ver HBS no ítem 12.1):

Tabla 1: Estructura de Avería o Peligro

N°	PELIGRO
1	COLISION
2	DESCARRILAMIENTO/VOLCADURA
3	CAIDA DE LA PERSONA
4	ACCIDENTE DE LA PERSONA POR CONTACTO CON ALGUN OBJETO, O CAIDA, O EXPULSION, O CHOQUE
5	EXPLOSION O FUGA
6	AGARRAR O RETENER A LA PERSONA
7	ATRASO DE LA EVCUACIÓN DE LAS LAS PERSONAS
8	FUEGO
9	QUEMADURAS, O ELECTROCUTAR, O HERIDA, O HERIDA INSUSTANCIAL (EXCEPTO FUEGO)
10	ASFIXIA, SOFOCACION O AHOGAMIENTO.
11	AGRESIONES VARIAS.

Causadas por los sistemas:

- Puertas
- Freno de emergencia
- Permiso de movimiento de tren
- Interfaces críticas con el sistema ATC

4.2. EXCEPCIONES

No serán consideradas en los estudios de seguridad los incidentes que tienen como causa:

- Vandalismo;
- Desechos u objetos en la vía o líneas eléctricas;
- Fallas atribuidas a condiciones climáticas extraordinarias, como inundaciones, tormentas, etc
- La operación incorrecta (de cualquier operación que no sigue los procedimientos de operación definidos en el Manual de Operaciones);
- El mantenimiento deficiente o incorrecto (cualquier acción de mantenimiento que no sigue los procedimientos definidos en los manuales de mantenimiento);
- Fallas cuya causa se atribuye a los equipos que no forman parte del ámbito de aplicación de la oferta.



5. REGULACIÓN APLICABLE DE MÉXICO

No se identificó ninguna legislación de seguridad específica para esta propuesta al nivel México o S.T.C.

Los estudios de seguridad serán aplicados con base en este plano que considera aspectos de la Norma EN 50126.

6. REQUISITOS DE SEGURIDAD IDENTIFICADOS EN LA PROPUESTA TÉCNICA

Alstom garantizará la seguridad conforme la política presentada en 3 y considerará los requisitos de la propuesta técnica.



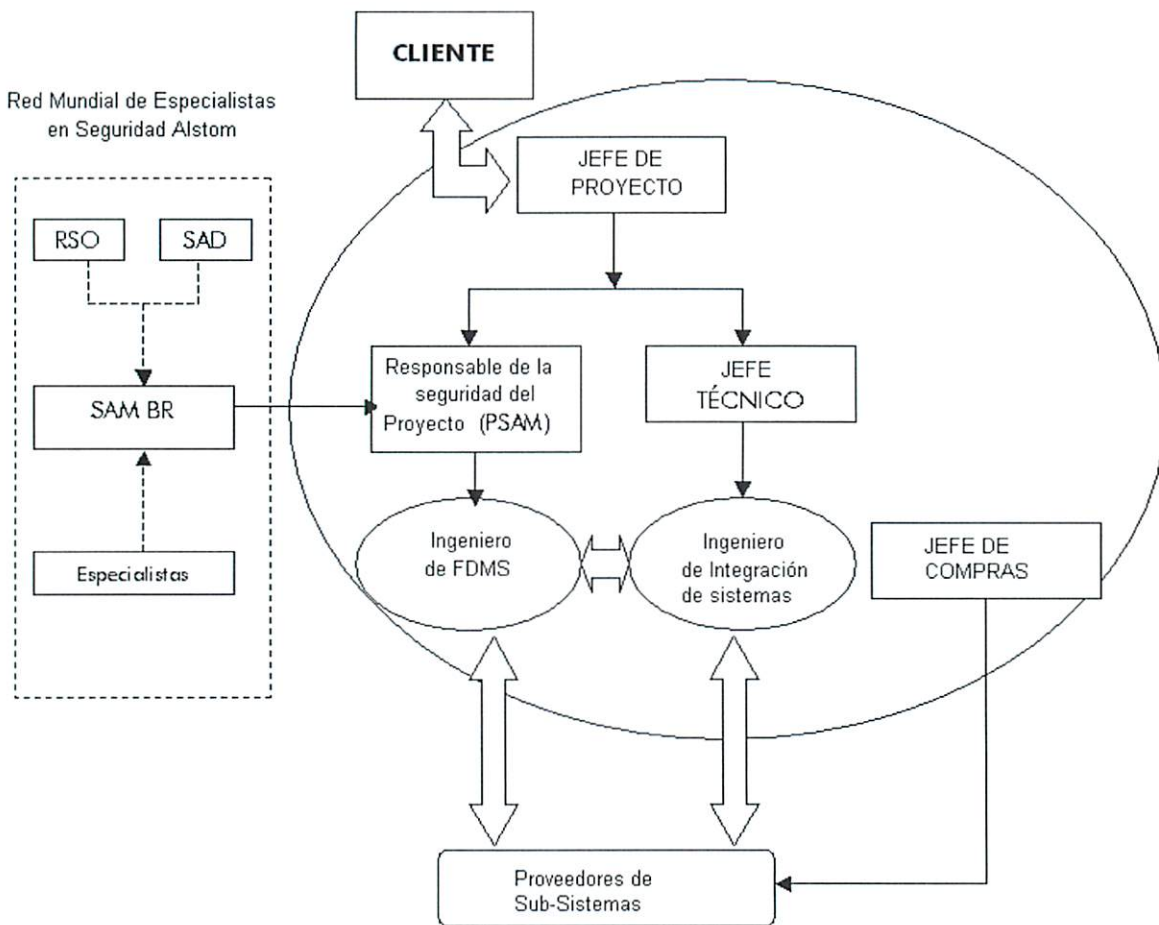
7. ORGANIZACIÓN DE FDMS

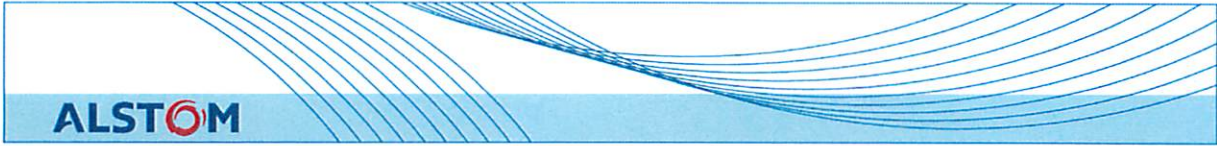
00000470

El Plano del Programa de Seguridad es establecido y dirigido por el jefe de FDMS, que forma parte del equipo del proyecto. Las responsabilidades de los ingenieros de FDMS incluyen:

- Evaluación de la seguridad de proyecto relacionados con el ámbito definido;
- Asignación de requisitos de seguridad para los proveedores internos y externos;
- Coordinación de los estudios de seguridad de los proveedores internos y externos y la gestión de sus interfaces;
- Consolidación de toda la documentación de seguridad;
- Definición y verificación de los tests para la validación de los sistemas de seguridad;
- Informe de la evolución de las actividades de seguridad;

La **Figura 1** muestra la organización de FDMS para el proyecto.





00000471

Regional Safety Officer	Hervé Guilbert
Safety Assurance Director	Jacques Durand
Safety Assurance Manager Brazil	William Hong

Figura 1: Organización para la Seguridad para el proyecto

8. EVALUACIÓN DE RIESGOS

Este proceso se divide en 3 pasos:

- Identificación de los peligros potenciales;
- Caracterización del riesgo;
- Resolución de los peligros identificados;

8.1.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

La identificación de los peligros incluye todos los peligros posibles de ser encontrado durante la operación y mantenimiento del sistema ferroviario, en el ámbito fornecido y también del ámbito de las análisis (ver 4). Esta identificación considera:

- Operación nominal del sistema;
- Impacto de las fallas de equipos y humanas;
- Impacto de las influencias externas como el medio ambiente, las interfaces con otros sistemas, los pasajeros, etc;
- Combinación de eventos (modo operacional, fallas, las influencias externas, factores humanos) en un nivel satisfactorio;

El proceso de identificación es documentado y demuestra pruebas suficientes de que los peligros han sido identificados.

Peligros de acciones intencionadas como el vandalismo y el terrorismo están excluidos.

8.1.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS RIESGOS ASOCIADOS

La Matriz de Riesgo se hace mediante la combinación de la frecuencia de ocurrencia y el nivel de severidad de las consecuencias de los peligros, de acuerdo con las tablas a continuación:

Tabla 1: Severidad

Descripción	Severidad	Consecuencias
Acontecimientos con consecuencias catastróficas.	I	Se produce una o varias pérdidas de vidas humanas, heridas o afectaciones graves a la salud de varias personas que por consecuencia, ocasionan una lesión grave o incapacidad permanente y/o se producen daños graves al tren o a su entorno. En este tipo de acontecimientos las personas están expuestas colectivamente.
Acontecimientos con consecuencias críticas.	II	Se produce una herida o una afectación a la salud de una persona que le ocasiona una lesión grave o incapacidad permanente. No implica la pérdida de vidas humanas. En este tipo de acontecimientos las personas están expuestas individualmente. Entran igualmente los acontecimientos cuyas consecuencias ocasionan un daño notable del tren o de su entorno.
Acontecimientos con consecuencias significativas.	III	Hay heridas en las personas que no ocasionan lesiones graves ni incapacidad permanente.
Acontecimientos con consecuencias menores.	IV	No hay personas heridas ni degradación sensible del nivel de seguridad ni daño notable del tren ni de su entorno.

Tabla 2: Matriz de Riesgo

Frecuencia (f) por hora de funcionamiento y por tren.	Riesgo			
	IV	III	II	I
$10^{-4} \leq f < 10^{-3}$	Tolerable	Intolerable	Intolerable	Intolerable
$10^{-5} \leq f < 10^{-4}$	Tolerable	Intolerable	Intolerable	Intolerable
$10^{-6} \leq f < 10^{-5}$	Tolerable	Tolerable	Intolerable	Intolerable
$10^{-7} \leq f < 10^{-6}$	Tolerable	Tolerable	Intolerable	Intolerable
$10^{-8} \leq f < 10^{-7}$	Tolerable	Tolerable	Tolerable	Intolerable
$10^{-9} \leq f < 10^{-8}$	Tolerable	Tolerable	Tolerable	Intolerable
$f \leq 10^{-9}$	Tolerable	Tolerable	Tolerable	Tolerable
	IV	III	II	I
	Severidad			




9710000

Table 1: Results of the experiment

Run	Time (s)	Distance (m)	Velocity (m/s)
1	1.2	0.5	0.42
2	1.5	0.7	0.47
3	1.8	0.9	0.50
4	2.1	1.1	0.52
5	2.4	1.3	0.54
6	2.7	1.5	0.56
7	3.0	1.7	0.57
8	3.3	1.9	0.58
9	3.6	2.1	0.58
10	3.9	2.3	0.59

Table 2: Results of the experiment

Run	Time (s)	Distance (m)	Velocity (m/s)
1	1.2	0.5	0.42
2	1.5	0.7	0.47
3	1.8	0.9	0.50
4	2.1	1.1	0.52
5	2.4	1.3	0.54
6	2.7	1.5	0.56
7	3.0	1.7	0.57
8	3.3	1.9	0.58
9	3.6	2.1	0.58
10	3.9	2.3	0.59

Handwritten red mark or signature.

8.1.3. RESOLUCIÓN DE RIESGOS

00000473

Los criterios para la aceptación de riesgos se describen en los cuadros siguientes:

Tabla 3: Medidas que deben adoptarse para cada categoría de riesgo

Riesgo	Las acciones que se aplicarán a cada categoría
Intolerable	Debe ser eliminado
Tolerable	Aceptable

Las medidas para reducir los riesgos respetarán el siguiente orden de prioridad:

- La eliminación de los riesgos (mediante la modificación del proyecto);
- Reducción del riesgo (por la selección de componentes y / o modificación del proyecto), reducción de la severidad y / o frecuencia de ocurrencia;
- Adición de barreras de seguridad y señalización de fallas;
- Adición de las advertencias de peligro;
- Aplicación de procedimientos de operación y mantenimiento;
- La comunicación y la aceptación formal del riesgo residual por la Autoridad Ferroviaria;

9. MÉTODOS

Los objetivos de seguridad se logran mediante la aplicación de un proceso de evaluación, verificación y validación.

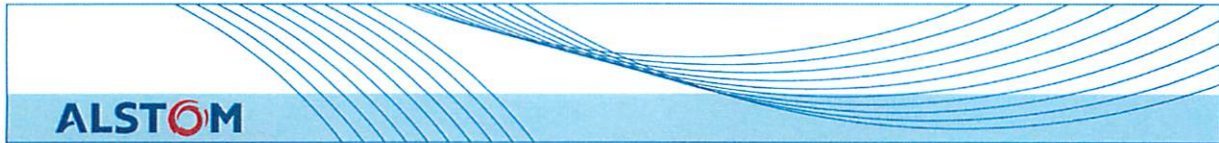
Este proceso se define por un conjunto de actividades y metodologías, que es auditable.

La metodología de análisis implementada en el proyecto y definidos en el plan incluirá un Análisis Preliminar de Peligros (PHA), un registro de peligros (HL), los estudios detallados de los peligros y una lista de ítems relacionados con la seguridad (SRIL).

9.1. COMPROBACIÓN INTERNA

Se realizarán comprobaciones y validaciones de seguridad para demostrar que los requisitos de cada fase del proyecto sean cumplidos. Los controles se harán a través de:

- Estudios y Análisis;
- Pruebas funcionales;



- Pruebas específicos de verificación de situaciones determinadas (como el comportamiento en caso de falla, por ejemplo);
- Certificados;
- Revisiones de proyecto y la documentación relacionada;

9.2. SEGUIMIENTO DE LA APLICACIÓN DEL PLANO DE LA SEGURIDAD

La aplicación de este plano de seguridad se llevará a cabo por el Jefe de Proyecto de Seguridad (" Project Safety Assurance Manager"). Además, los informes de control interno de seguridad serán generados antes de cada paso ("Gate Review") del proyecto, a saber:

- SGR - Validación de los datos de entrada de la Especificación
- PGR - Validación de los datos de entrada Preliminares
- CGR - Validación de datos de entrada para empezar la producción pre-serie
- FEI - Validación del primer equipo fabricado
- IQA - Validación para el inicio de la producción en serie
- FQA - Validación final de la producción

9.2.1. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS (PHA)

Este es un análisis preliminar, que busca identificar, caracterizar los riesgos y definir las acciones para su reducción a un nivel aceptable de seguridad.

Resultados: Las medidas preventivas establecidas o propuestas para eliminar o reducir la ocurrencia de situaciones peligrosas y sus consecuencias.

Un modelo típico del PHA se muestra en la [Figura 3](#).

9.2.2. REGISTRO DE PELIGROS (HL)

El Registro de los peligros es una herramienta para la gestión de riesgos en el curso del proyecto durante todo su ciclo de vida. Comienza con los resultados del PHA y es actualizado en su ciclo de vida utilizando como tema principal el análisis de la evaluación de la seguridad, así como otros artículos relacionados con los peligros específicos.

El registro incluye consideraciones para los siguientes puntos:

- Descripción del evento potencial peligroso;
- Caracterización del riesgo;
- Las acciones para la reducción de riesgos y el seguimiento de las pruebas;
- Asignación de responsabilidades;
- Seguimiento de las disposiciones de aplicación;
- Aceptabilidad de los riesgos residuales.



Un modelo típico HL se muestra en la Figura 4.

9.2.3. ESTUDIO DETALLADO DE LOS PELIGROS

Algunos sistemas requieren estudios detallados de los peligros. La necesidad de tales estudios se fue identificada en el registro de los riesgos (ver 9.2.2). Estos estudios pueden incluir uno o más de las siguientes pruebas:

9.2.3.1. Sub-Sistema de Análisis de Peligros [Sub-System Hazard Analysis (SSHA)]

Se trata de un análisis de peligros del sub-sistema (Sub-System Hazard Analysis). Es similar al PHA visto en 9.2.1, pero se centra específicamente en los peligros que presenta el sistema analizado.

9.2.3.2. Modo de Fallas, Efectos y Análisis Crítico [Failure Modes Effects and Criticality Analysis (FMECA)]

Documento que incluye el análisis de los modos de falla y sus efectos críticos (Failure Modes Effects and Criticality Analysis). La característica es el análisis de los modos de fallo de cada uno de los componentes que conforman el sistema, averiguando sus efectos para el funcionamiento del tren, y especialmente para su seguridad. Se trata de un análisis de los modos de falla simple. Cada modo de falla simple será aceptable de acuerdo con la matriz de riesgo definida en este documento en la Tabla 2.

9.2.3.3. Análisis del Árbol de Fallas [Fault Tree Analysis (FTA)]

Este es un análisis de árbol de fallas (Fault Tree Analysis). Es un análisis que tiene como características el análisis de combinación de las fallas (de los distintos sistemas) que puede conducir a la ocurrencia de un evento no deseado. Los cortes mínimos serán aceptables de acuerdo con la matriz de riesgo definida en este documento en la Tabla 2.

9.2.3.4. Pruebas Diversos

Estas pruebas pretenden llevar el equipo analizado a situaciones extremas de funcionamiento en que se encontrará, asegurándose de que su respuesta está dentro del rango considerado en las normas específicas. Estas pruebas pueden ser de temperatura, vibración, choque, compatibilidad electromagnética, fuego y humo u otro si es necesario.

Podrán aceptarse los resultados de testes de estudios previos que demostraron nivel suficiente de similitud entre los elementos.

9.2.4. LISTA DE ÍTEMS RELACIONADOS CON LA SEGURIDAD (SRIL)

El SRIL es una lista de elementos que contribuyen a la seguridad de los sistemas. La falla de estos elementos durante la operación puede dar lugar a accidentes, lo que puede producir lesiones e incluso muertes.

El ítem puede ser un producto (equipos, componentes), un proceso de industrialización, un procedimiento de operación o de una tarea de mantenimiento.

El SRIL se basa en los resultados de los análisis de seguridad y cada uno de los ítems debe clasificarse en función de su índice de criticidad.

Se utilizará la siguiente clasificación:

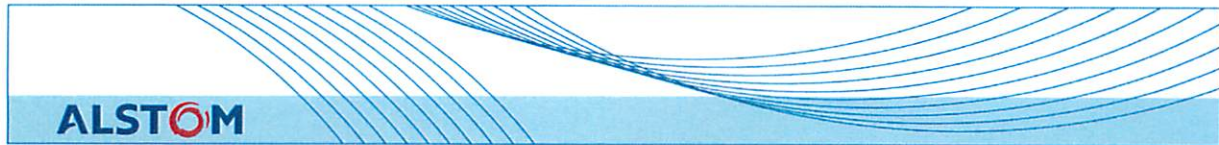
(Nivel de Severidad x Nivel de Barreras de Seguridad)

Propuesta
Técnica
Material
Rodante

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

Noviembre/2009
Pág. 11 de 20

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



Donde:

Nivel de severidad: Conforme Tabla 1

Nivel de Barreras de Seguridad: Conforme Tabla 4, a seguir:

Tabla 4: Nivel de Barreras

Class	Description
A	Piezas con fallas que llevan directo al accidente potencial
B	Piezas con fallas que no llevan directo al accidente potencial, desde que el accidente potencial es aminorado por lo menos por una barrera de seguridad
C	Piezas con fallas que no llevan directo al accidente potencial, desde que el accidente potencial es aminorado por dos barreras de seguridad
D	Piezas con fallas que no llevan directo al accidente potencial, desde que el accidente potencial es aminorado por más de 3 barreras de seguridad

9.2.5. RELACIONES ENTRE PHA, HL Y SRIL

La figura siguiente se identifica la relación entre EL PHA, el registro de peligro y el SRIL en términos de flujo de transferencia de datos.

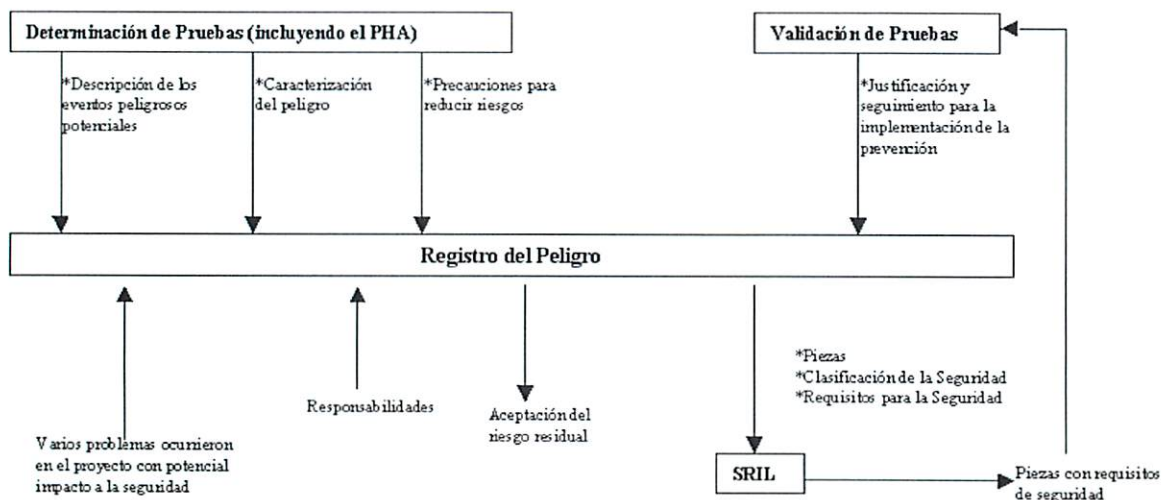


Figura 2: Relación entre PHA, HL e SRIL

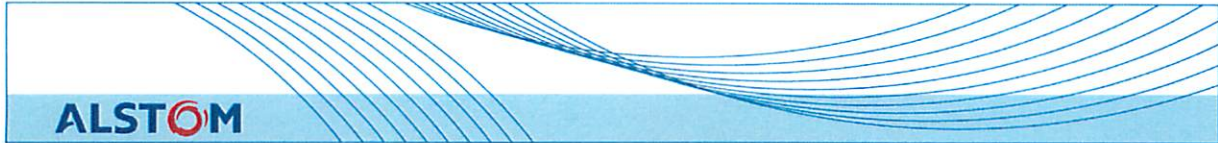
Propuesta
Técnica
Material
Rodante

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

Noviembre/2009

Pág. 12 de 20

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



10. CRONOGRAMA DE SEGURIDAD

El cronograma de Seguridad será definido en la fase de proyecto.

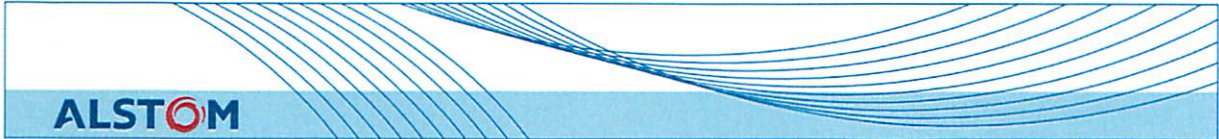
11. DOCUMENTOS DE SEGURIDAD DURANTE EL PROYECTO

Los documentos principales de seguridad que serán elaborados durante el proyecto son:

- Plano del Programa de Seguridad
- Análisis Preliminar de Peligros (PHA)
- El registro de Peligros (HL)
- Listado de ítems relacionados con la seguridad (SRIL)
- Documentos de análisis:
 - FMECA
 - FTA
 - SSHA
 - Etc.
- Informes de demostración
- Informes de monitoreo del Programa

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized letters and a large 'X' mark.

A handwritten signature in red ink, consisting of stylized letters and a large 'X' mark.

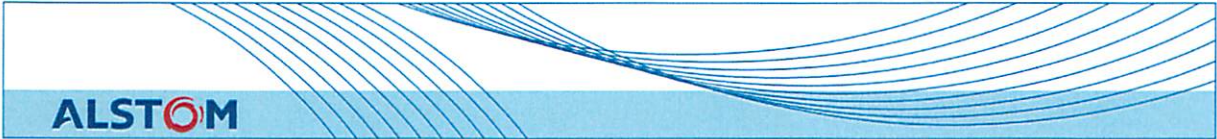


Item	Hazard Identification						Hazard Rating (Pre-Resolution)				Mitigation Measures			Hazard Rating (Post-Resolution)				Remarks / Comments
	Potential accident (Standard ALSTOM HBS)	Element	Hazard	Phase	Trigger	Consequences	Severity	Hazard Frequency	Risk Index	Risk acceptability	Action	Responsibility	Code	Severity	Hazard Frequency	Risk Index	Risk acceptability	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13						
Donde:																		
1	Identificación del ítem. Formato HH.TT.AA (Hazard, Trigger, Action).						7	Consecuencias del accidente (peligro + evento inicializador)										
2	Código del Accidente Potencial conforme [6].						8	Pré-clasificación del peligro (ver Tabla 2)										
3	Elemento envuelto no peligroso (Sistema, Equipo, etc).						9	Acción para reducción del riesgo										
4	Descripción del Peligro.						10	Responsable – Empresa e/o departamento										
5	Fase del programa (Especificación, Proyecto, Manufactura, Teste, Comisionamiento, Operación, Manutención) más probable del peligro ser introducido.						11	Código de la acción. Formato RQ_PHA_XXX										
6	Gatillo - Evento inicializador del peligro.						12	Clasificación mínima esperada después de las acciones (Tabla 2)										
							13	Notas y Comentarios Generales										

Figura 3: Modelo de PHA

519

00000478



Item	Potential accident	Hazard	S	Element involved	Mitigation Measure				Status	Date	Reference closure document	Person in Charge - ALSTOM	Comments
					Action N°	Action	Resp	Reference doc					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Donde:													
1	Identificación del ítem. Formato HH.TT.AA (Hazard, Trigger, Action).					10	Status del ítem:						
2	Código del Accidente Potencial conforme [6].						<ul style="list-style-type: none"> • Creado – Ítem en discusión • Abierto – Esperando informaciones o evidencias adicionales • Resuelto – Existen Evidencias, esperando aceptación formal • Cerrado – Evidencias formalmente aprobadas 						
3	Descripción del Peligro.						11 Fecha de la última modificación de status						
4	Severidad del Peligro.						12 Documento(s) que evidencia(n) la aceptación formal						
5	Elemento envuelto en el peligro (Sistema, Equipo, etc).						13 Persona responsable por el ítem dentro de ALSTOM						
6	Código de la acción. Formato RQ_PHA_xxx						14 Comentarios generales						
7	Acción para reducción del riesgo												
8	Responsable – Empresa e/o departamento												
9	Documento(s) que evidencia(n) la acción tomada (Análisis, Procedimientos, etc)												

Figura 4: Modelo de HL

Propuesta
Técnica
Material
Rodante

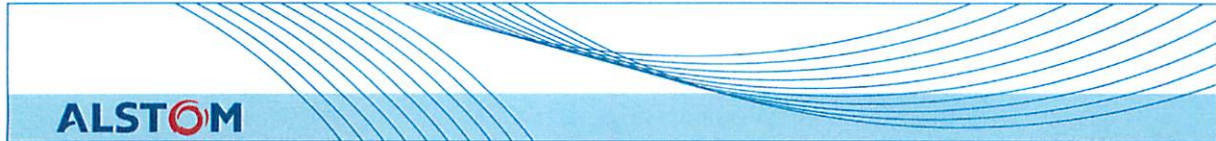
Revisión 0
Fabricación de 30 Trenes Férreos
STC - Línea 12 del Metro de la Ciudad de México

Noviembre/2009
Pág. 15 de 20

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

527

00000479



12. ANEXO

12.1. Anexo I

Tabla 5: Estructura de Avería o Peligro

N°	PELIGRO	TIPO
1	COLISION	COLECTIVA
1.1	COLISION DE UN TREN EN MOVIMIENTO CON PARADA O VEHICULO MOVIL	COLECTIVA
1.1.1	Colisión de la parte trasera con un vehículo (Tren u otro) en movimiento o colisión con un vehículo inmóvil	COLECTIVA
1.1.2	Colisión de costado con tren en movimiento	COLECTIVA
1.1.3	Colisión Frontal con otro tren	COLECTIVA
1.1.4	Colisión con un vehículo fuera de operación (en un área específica o no)	COLECTIVA
1.2	COLISION DE UN TREN EN MOVIMIENTO CON UN OBSTACULO INMOVIL EN EL CAMINO	COLECTIVA
1.2.1	Colisión de un objeto caído en el camino, perdido por el tren	COLECTIVA
1.2.2	Colisión de alguna parte perteneciente a las vías	COLECTIVA
1.2.3	Colisión con equipo o piezas abandonadas en las vías	COLECTIVA
1.2.4	Colisión con un obstáculo proveniente externa o fuera del sistema	COLECTIVA
1.3	COLISION DE UN TREN CON ALGUNA PERSONA O SER ANIMADO	INDIVIDUAL
1.3.1	Colisión con una persona en la orilla de la plataforma	INDIVIDUAL
1.3.2	Colisión con una persona en las vías o vía de peatones	INDIVIDUAL
1.3.3	Colisión con una persona en un área específica	INDIVIDUAL
1.3.4	Colisión con un ser animado en las vías	INDIVIDUAL
2	DESCARRILAMIENTO/VOLCADURA	COLECTIVA
2.1	PERDIDA DE ESTABILIDAD DEL VEHICULO	COLECTIVA
2.1.1	Vehículo en movimiento en línea recta o en curva	COLECTIVA
2.1.2	Vehículo en alto total en curva	COLECTIVA
2.2	PERDIDA DE LA ORIENTACIÓN DURANTE EL MOVIMIENTO DEL TREN	COLECTIVA
2.2.1	Pérdida de dirección debido a una falla del tren	COLECTIVA
2.2.2	Pérdida de dirección debido a fallas en la vía o equipo de la vía	COLECTIVA
2.2.3	Pérdida de dirección debido al fallo del equipo automático o por error del conductor	COLECTIVA
2.2.4	Pérdida de dirección debido a disturbios provenientes del exterior al sistema	COLECTIVA
2.3	CAIDA SEGUIDA DE UN DESCARRILAMIENTO/VOLCADURA EN UN AREA ELEVADA O ESTRUCTURAS DE LA INGENIERIA	COLECTIVA
3	CAIDA DE UNA PERSONA	BOTH
3.1	CAIDA DE LA PERSONA EN EL TREN	BOTH
3.1.1	Perdida del balance cuando el tren este en movimiento	COLECTIVA
3.1.2	Aceleración excesiva de un tren en movimiento o durante una sacudida	COLECTIVA
3.1.3	Desaceleración excesiva de un tren en movimiento o durante la sacudida	COLECTIVA
3.1.4	Sacudida lateral excesiva de un tren en movimiento generado por instalaciones de las vías	COLECTIVA
3.1.5	Sacudida lateral excesiva de un tren en movimiento generado por el tren	COLECTIVA
3.1.6	Sacudida debido a alguna alteración externa con repercusiones en el sistema	COLECTIVA
3.1.7	Persona que pierde el balance durante la evacuación del tren en línea (igual al 6.1.1)	INDIVIDUAL
3.1.8	Pérdida del balance de una persona durante el intercambio de pasajeros	INDIVIDUAL
3.2	CAIDA DE UNA PERSONA EN LA ESTACIÓN	INDIVIDUAL

N°	PELIGRO	TIPO
3.2.1	Pérdida del balance de una persona esperando el tren	INDIVIDUAL
3.2.2	Pérdida de balance de una persona durante la evacuación del de la plataforma	INDIVIDUAL
3.3	CAIDA DE UNA PERSONA DEL TREN A LAS VÍAS	INDIVIDUAL
3.3.1	Caída a través de un espacio abierto en el vehículo durante el movimiento de trenes	INDIVIDUAL
3.3.2	Caída a través de un espacio abierto del vehículo durante el intercambio de pasajeros	INDIVIDUAL
3.3.3	Caída a través de una interface entre el tren y un paso peatonal elevado durante la evacuación de la línea	INDIVIDUAL
3.3.4	Caída de una persona debido al movimiento de la carrocería durante la evacuación de la línea	INDIVIDUAL
3.3.5	Caída de una persona parada en el conector en caso de una unidad múltiple	INDIVIDUAL
3.4	CAIDA DE UNA PERSONA DE LA PLATAFORMA A LA VIA	INDIVIDUAL
3.4.1	Pérdida de balance de una persona durante la espera del pasajero en la plataforma	INDIVIDUAL
3.4.2	Pérdida de balance de una persona durante una operación de evacuación en la línea, dirigiendo a las personas por la vía.	INDIVIDUAL
3.5	CAIDA DE UNA PERSONA ENTRE LA PLATAFORMA Y EL TREN	INDIVIDUAL
3.5.1	Pérdida de balance de una persona durante el intercambio de pasajeros o durante la evacuación de un tren en la estación.	INDIVIDUAL
3.6	CAIDA DE UNA PERSONA EN LA VIA DURANTE LA EVACUACION DE LA LINEA	INDIVIDUAL
3.6.1	Pérdida de balance de una persona durante una evacuación de la línea a través de la vía/paso peatonal elevado	INDIVIDUAL
3.6.2	Pérdida de balance de una persona durante la evacuación de la línea	INDIVIDUAL
3.7	CAIDA EN ALMACEN	INDIVIDUAL
3.8	CAIDA DE UNA PERSONA DE UN PUENTE A UN VIADUCTO	INDIVIDUAL
3.8.1	Pérdida de balance de una persona durante la evacuación	INDIVIDUAL
4	ACCIDENTE DE UNA PERSONA POR CONTACTO CON ALGÚN OBJETO, O CAÍDA, O EXPULSIÓN, O SHOCK	AMBOS
4.1	CONTACTO DE UNA PERSONA CON UN OBJETO PUNZOCORTANTE O PROMINENTE	INDIVIDUAL
4.1.1	Contacto con un algún objeto punzo cortante	INDIVIDUAL
4.1.2	Contacto con un objeto prominente	INDIVIDUAL
4.2	CAIDA, EXPULSION O SHOCK DE UNA PERSONA CON UN OBJETO	COLECTIVA
4.2.1	Vínculo del fallo de un dispositivo	COLECTIVA
4.2.2	Aceleración/desaceleración excesiva de un tren ante la caída de un objeto llevando al frenado o distorsión de las fijaciones	COLECTIVA
4.3	Desplazamiento repentino de las personas, objetos abultados u otros (notables debido a la cuesta)	COLECTIVA
4.3.1	Personas discapacitadas a bordo o en la estación	COLECTIVA
4.3.2	Objetos voluminosos o largos en el tren (bicicletas, skis...)	COLECTIVA
4.3.3	Desplazamiento de objetos durante el mantenimiento	INDIVIDUAL
4.3.4	Choque de alguna persona con equipo en movimiento en almacén o estación	INDIVIDUAL
5	EXPLOSION O FILTRACION NOCIVA	COLECTIVA
5.1	PERSON CERCA DEL EQUIPO BAJO PRESION	COLECTIVA
5.1.1	En el tren	COLECTIVA
5.1.2	En la estación	COLECTIVA
5.1.3	En la línea durante una evacuación, fuera del área accesible usualmente a pasajeros	COLECTIVA
5.1.4	En el cuarto de operación o terminal de mantenimiento	COLECTIVA
5.2	PERSONA CERCA DE MATERIALES EXPLOSIVOS	COLECTIVA
5.2.1	En la estación o línea, o en el cuarto de operación o en la terminal de mantenimiento	COLECTIVA
5.2.2	En el tren	COLECTIVA

N°	PELIGRO	TIPO
6	AGARRAR /RETENER A LA PERSONA	INDIVIDUAL
6.1	PERSONA ATRAPADA DURANTE EL CIERRE DE LAS PUERTAS DEL TREN	INDIVIDUAL
6.1.1	Atrape de miembros, o carroolas, o silla de ruedas durante el intercambio de pasajeros o evacuación de la estación	INDIVIDUAL
6.1.2	Prendas de vestir u objetos de mano atrapados durante el intercambio de pasajeros o evacuación de la estación	INDIVIDUAL
6.2	PERSONA ATRAPADA EN LAS PUERTAS DE LAS PLATAFORMA DURANTE EL CIERRE PSD	INDIVIDUAL
6.2.1	Atrape de miembros, o carroolas, o silla de ruedas durante el intercambio de pasajeros o evacuación de la estación	INDIVIDUAL
6.2.2	Prendas de vestir u objetos de mano atrapados durante el intercambio de pasajeros o evacuación de la estación	INDIVIDUAL
6.3	AGARRE/ATRAPE DE UNA PERSONA ENTRE LAS PANTALLAS DE LAS PUERTAS DE LA PLATAFORMA Y LAS PUERTAS DEL TREN	INDIVIDUAL
6.3.1	Atrape de un pasajero durante el intercambio de pasajeros o evacuación de la estación	INDIVIDUAL
6.3.2	Atrape de prendas de vestir u objetos de mano durante el intercambio de pasajeros o la evacuación de la estación	INDIVIDUAL
6.4	ATRAPE DE UNA PERSONA EN LA PANTALLA DE LAS PUERTAS DE LA PLATAFORMA CON LA SALIDA DEL TREN	INDIVIDUAL
6.4.1	Atrape de miembros, carroolas, silla de ruedas, durante el intercambio de pasajeros o evacuación de la estación con la salida del tren	INDIVIDUAL
6.4.2	Atrape de prendas de vestir u objetos de mano durante el intercambio de pasajeros o evacuación de la estación con la salida del tren	INDIVIDUAL
6.5	ATRAPE DE UNA PERSONA DURANTE LA APERTURA DE PUERTAS (TREN O PSD, TODAS LAS PUERTAS AUTOMÁTICAS DEL SISTEMA)	INDIVIDUAL
6.5.1	Atrape entre la puerta y el marco de la puerta durante la apertura	INDIVIDUAL
6.6	ATRAPE DE UNA PERSONA EN LAS VIAS	INDIVIDUAL
6.6.1	Atrape de una persona en la línea durante la evacuación	INDIVIDUAL
6.6.2	Atrape de una persona durante la intervención en el terreno	INDIVIDUAL
6.7	ATRAPE DE UNA PERSONA EN LAS PUERTAS DE EMERGENCIA O EN LAS PUERTAS DE ACCESO DE LAS VIAS	INDIVIDUAL
6.7.1	Atrape de una persona en la puerta de emergencia o en la puerta de acceso a las vías durante la evacuación	INDIVIDUAL
6.8	ATRAPE DE UNA PERSONA EN LOS ELEMENTOS DE LA INFRAESTRUCTURA, EN ALMACEN O EN LA ESTACION	INDIVIDUAL
6.8.1	Atrape de una persona con equipo de almacén	INDIVIDUAL
6.8.2	Agarre/Atrape por elevadores	INDIVIDUAL
6.8.3	Atrape por la escalera	INDIVIDUAL
7	ATRASO EN LA EVACUACION DE LAS PERSONAS	COLECTIVA
7.1	ATRASO DURANTE LA APLICACION DE LOS PROCEDIMIENTOS DE EVACUACION (EN LA LINEA O EN LA ESTACION)	COLECTIVA
7.1.1	Imposibilidad al abrir la puerta del tren / durante la evacuación de la línea por las puertas de emergencia	COLECTIVA
7.1.2	Imposibilidad para abrir la puerta de emergencia por las puertas de pantalla de la plataforma durante la evacuación de la línea o la estación (por el tren)	COLECTIVA
7.1.3	Obstáculo en el paso peatonal durante la evacuación de la línea	COLECTIVA
7.1.4	Obstáculo en el material rodante	COLECTIVA
7.1.5	Visibilidad Insuficiente durante la evacuación de la línea	COLECTIVA
7.1.6	Pánico durante la evacuación	COLECTIVA
7.1.7	Instrucciones insuficientemente claras o mal entendidas por parte de los pasajeros y/o el staff de la línea	COLECTIVA
7.1.8	Parada del tren en el origen de la demanda de evacuación entre estaciones o no estando alineado	COLECTIVA
7.1.9	Diseño inadecuado del paso peatonal (incluyendo el paso peatonal/ o la interface del acceso a la estación)	COLECTIVA
7.1.10	Puertas de acceso a las vías o puertas de emergencia inhabilitadas durante la evacuación	COLECTIVA
7.1.11	Cierre inesperado de las puertas del tren o del PSD o puertas de emergencia/evacuación en el acceso a vías	COLECTIVA

N°	PELIGRO	TIPO
7.1.12	Decisión errónea o tardía durante la aplicación de los procedimientos en situación de emergencia	COLECTIVA
7.1.13	Retraso en la evacuación de la estación debido al mal manejo del equipo o falla de este	COLECTIVA
7.1.14	Movimiento inesperado del tren	COLECTIVA
7.1.15	Pánico durante la evacuación a través de un segundo tren	COLECTIVA
7.2	OBSTACULO EN EL PASO PEATONAL RETRASANDO AL PERSONAL DE LA LINEA O PERSONAL DE RESCATE	COLECTIVA
7.2.1	Personal de la línea o rescate no pueden buscar o liberar un área específica durante la intervención	COLECTIVA
8	FUEGO	COLECTIVA
8.1	FUEGO A BORDO O EN LA ESTACION O EN LA LINEA	COLECTIVA
8.1.1	Fuego en el tren	COLECTIVA
8.2	Fuego en algún otro lugar a parte del tren	COLECTIVA
8.2.1	Fuego en el túnel (cuarto técnico incluido)	COLECTIVA
8.2.2	Fuego en la línea (externo)	COLECTIVA
8.2.3	Fuego en la plataforma	COLECTIVA
9	QUEMADURAS O ELECTROCUTAR O LESION DESESTIMABLE DE UNA PERSONA (EXCEPTO FUEGO)	BOTH
9.1	QUEMADURA POR LIQUIDO U OBJETO	INDIVIDUAL
9.1.1	Contacto de una persona con líquido candente o químico (en la estación, a bordo, en la línea, en almacén, o en la terminal de mantenimiento)	INDIVIDUAL
9.1.2	Contacto de una persona con un objeto candente (en la estación, a bordo, en la línea en caso de evacuación, en almacén o en la terminal de mantenimiento)	INDIVIDUAL
9.2	RELAMPAGO	COLECTIVA
9.2.1	Tren golpeado por un relámpago	COLECTIVA
9.2.2	Choque del relámpago cerca del tren	COLECTIVA
9.2.3	Equipo de vías golpeado o cerca de haber sido golpeado por el relámpago	COLECTIVA
9.3	ELECTROCUTAR O CHOQUE ELECTRICO DE UNA PERSONA	BOTH
9.3.1	Choque eléctrico de bajo voltaje a una persona	INDIVIDUAL
9.3.2	Choque eléctrico de alto voltaje a una persona	COLECTIVA
9.4	LESION DESESTIMABLE DE UNA PERSONA	BOTH
9.4.1	Colisión de pasajeros dentro del tren	INDIVIDUAL
9.4.2	Colisión de pasajeros en la estación	INDIVIDUAL
9.4.3	Colisión de personas en almacén	INDIVIDUAL
9.4.4	Disturbio ruidoso de los pasajeros en el tren o en la estación o por la gente fuera del sistema	COLECTIVA
9.4.5	Colisión de pasajeros durante la evacuación	INDIVIDUAL
9.5	LESION O LESION EN FRIO POR LA PRESENCIA DE ALGUNA SUPERFICIE FRIA O LIQUIDO FRIO	INDIVIDUAL
9.5.1	Lesión en frío debido a la presencia de una superficie fría o líquido frío	INDIVIDUAL
9.5.2	Lesión debido a la presencia de una superficie fría o líquido frío	INDIVIDUAL
10	ASFIXIA, SOFOCACIÓN, AHOGO	COLECTIVA
10.1	EMISION DE UN GAS PELIGROSO O POLVO POR EL SISTEMA	COLECTIVA
10.1.1	Materiales Contaminantes	COLECTIVA
10.1.2	Fluidos contaminantes	COLECTIVA
10.2	EMISION DE DENSO O HUMO TOXICO POR EL SISTEMA	COLECTIVA
10.2.1	Emisión de humo debido a fuego (a bordo, en la estación, en túnel, o en la línea)	COLECTIVA
10.2.2	Emisión de humo debido a una reacción química (a bordo, en la estación, en túnel, o en la línea)	COLECTIVA
10.2.3	Emisión de humo debido a una falla	COLECTIVA

N°	PELIGRO	TIPO
10.3	AUSENCIA DE AIRE O AIRE LIMPIO DEL SISTEMA (INCLUYENDO LA PRESENCIA DE HUMO EN EL TUNEL)	COLECTIVA
10.3.1	Sistema de ventilación, tren en movimiento	COLECTIVA
10.3.2	Sistema de ventilación arreglado	COLECTIVA
10.3.3	Temperatura excesiva a la temperatura ambiente (dentro del tren)	COLECTIVA
10.3.4	Pánico de los pasajeros	COLECTIVA
10.4	ACUMULACION DE GAS TOXICO O HUMO DEBIDO O NO AL SISTEMA	COLECTIVA
10.4.1	Peligrosa concentración de gas o humo	COLECTIVA
10.5	AHOGO	COLECTIVA
10.5.1	Hundimiento de alguna sección de las vías	COLECTIVA
10.5.2	Sistema de evacuación del agua	COLECTIVA
10.5.3	Filtración de agua en el túnel / inundación exterior	COLECTIVA
10.6	MALESTARES, ENFERMEDADES	COLECTIVA
10.6.1	Actividad bacteriana a bordo, en la estación, o en la línea en caso de evacuación	COLECTIVA
10.6.2	Emisión inadecuada de ondas electromagnéticas	COLECTIVA
10.6.3	Presencia potencial de productos tóxicos	COLECTIVA
10.6.4	Temperaturas altas externas	COLECTIVA
11	AGRESIONES VARIAS	COLECTIVA
11.1	TODOS TIPOS DE ACCIDENTES POTENCIALES	COLECTIVA
11.1.1	Accidentes potenciales debido a toda clase de situaciones peligrosas	COLECTIVA