



CUENCA
MUNICIPALIDAD

ANEXO D

**INTERFACES Y PRUEBAS DEL
SISTEMA**

INDICE DOCUMENTO

ANEXO D 1.INTERFACES.....	6
1. OBJETO ANEXO INTERFACES	7
2. TIPOS DE RELACIONES.....	8
2.1. RELACIÓN A.....	9
2.2. RELACIÓN B.....	9
2.3. RELACIÓN C	10
2.4. RELACIÓN D	11
2.5. RELACIÓN E.....	11
2.6. RELACIÓN F.....	12
2.7. RELACIÓN G	12
2.8. RELACIÓN H.....	13
2.9. RELACIÓN I.....	13
2.10. RELACIÓN J	13
ANEXO D 2.PRUEBAS E INTEGRACIÓN DE SISTEMAS.....	14
1. DEFINICIONES.....	15
2. OBJETO	15
3. DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO.....	16
4. CERTIFICACIÓN NECESARI PARA EL ADJUDICATARIO.....	16
5. DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR POR EL ADJUDICATARIO	16
6. FASE DE DISEÑO.....	17
6.1. ORGANIGRAMA	18
6.2. DOCUMENTACIÓN	18
6.3. FASE DE PRUEBAS	18
6.3.1. MEDIOS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS	22
6.3.2. ORGANIGRAMA	22
6.3.3. DOCUMENTACIÓN Y NOTIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS	23
ANEXO D 3.FIABILIDAD, DISPONIBILIDAD, MANTENIBILIDAD Y SEGURIDAD	25
1. INTRODUCCIÓN	26
2. ALCANCE Y RESPONSABILIDAD DE UTILIZACIÓN.....	26
2.1. ALCANCE	26
2.2. RESPONSABILIDAD DE UTILIZACIÓN.....	26

3.	DEFINICIONES. ABREVIATURAS Y REFERENCIAS.....	26
3.1.	DEFINICIONES.....	26
3.2.	ABREVIATURAS.....	29
4.	DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO.....	29
4.1.	IDENTIFICACIÓN DEL SUMINISTRO.....	29
4.2.	DESCRIPCIÓN FUNCIONAL Y TÉCNICA.....	29
4.3.	SISTEMAS DEL SUMINISTRO.....	29
4.3.1.	ELECTRIFICACIÓN Y CATENARIA:.....	30
4.3.2.	SISTEMAS.....	32
5.	POLÍTICA Y OBJETIVOS DE FIABILIDAD, MANTENIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD.....	36
5.1.	INTRODUCCIÓN.....	36
5.2.	OBJETIVOS.....	37
5.2.1.	OBJETIVOS CUALITATIVOS.....	37
5.2.2.	OBJETIVOS CUANTITATIVOS.....	37
5.3.	PARÁMETROS DE CAPACIDAD Y CALIDAD DEL SERVICIO.....	38
5.3.1.	DISPONIBILIDAD (O).....	38
5.3.1.1.	DEFINICIÓN.....	38
5.3.1.2.	CRITERIO DE CÁLCULO.....	39
5.3.1.3.	FORMA DE CONTABILIZAR LA DISPONIBILIDAD.....	39
5.3.2.	FIABILIDAD (F).....	40
5.3.2.1.	DEFINICIÓN.....	40
5.3.2.2.	CRITERIO DE CÁLCULO.....	40
5.3.2.3.	FORMA DE CONTABILIZAR LA FIABILIDAD.....	41
5.4.	NIVELES DE SERVICIO REQUERIDOS.....	41
5.4.1.	DISPONIBILIDAD.....	41
5.4.2.	FIABILIDAD.....	42
6.	EVALUACIÓN, VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN.....	43
6.1.	PROCESO GENERAL.....	43
6.2.	EVALUACIÓN.....	44
6.2.1.	PRIMERA FASE.....	44



6.2.2.	SEGUNDA FASE	46
6.2.3.	TERCERA FASE	47
6.2.4.	MANTENIBILIDAD	47
6.2.4.1.	ANÁLISIS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	47
6.2.4.2.	ANÁLISIS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	48
6.2.4.3.	LISTA DE REPUESTOS.....	49
6.2.4.4.	LISTA DE HERRAMIENTAS	50
6.3.	DOCUMENTACIÓN	50
7.	PLAN DE SEGURIDAD	53
7.1.	CONCEPTO DE RIESGO	53
7.2.	ANÁLISIS DE RIESGOS	53
7.2.1.	DOCUMENTACIÓN	53
7.2.2.	FRECUENCIA DE SUCESOS.....	54
7.2.3.	GRAVEDAD DEL PELIGRO.....	54
7.3.	EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE RIESGOS.....	55

INDICE TABLAS

Tabla 1_Relaciones entre contratos	8
Tabla 2_Pruebas generales.....	20
Tabla 3_Definiciones 1	27
Tabla 4_Definiciones 2	28
Tabla 5_Abreviaturas.....	29
Tabla 6_Electrificación y catenaria 1	30
Tabla 7_Electrificación y catenaria 2	31
Tabla 8_Sistemas 1	32
Tabla 9_Sistemas 2.....	33
Tabla 10_Sistemas 3.....	34
Tabla 11_Elementos esenciales del sistema	35
Tabla 12_Valores requeridos de Disponibilidad.....	41
Tabla 13_Valores requeridos de fiabilidad	42
Tabla 14_Ciclo de vida del sistema	44
Tabla 15_Nivel de adaptación del sistema	46
Tabla 16_Adaptación- Gravedad del sistema	47
Tabla 17_Frecuencia de sucesos	54
Tabla 18_Nivel de gravedad del peligro.....	54
Tabla 19_Tabla Modelo para Frecuencia de ocurrencia de un suceso.....	55
Tabla 20_Categoría de riesgo	55
Tabla 21_ Frecuencia de ocurrencia de un suceso	56

ANEXO D 1. INTERFACES

1. OBJETO ANEXO INTERFACES

El objeto del anexo D.1 es definir las diferentes de las diferentes relaciones y límites de prestaciones entre los diferentes contratos que se tendrán que realizar para la ejecución de los trabajos para la puesta en marcha de del tranvía de los Cuatro Ríos.

Los contratos en los que está previsto dividir los trabajos son:

1. Obra Civil y Urbanización.
2. Talleres y Cocheras.
3. Sistemas de explotación.
4. Energía y Línea aérea.
5. Material móvil.

A fecha actual no se conocen los lotes en los que podrá dividirse el contrato por lo que los interfaces se han realizado por disciplinas que suelen ser habituales en las obras tranviarias y aunque fueran realizadas por un mismo grupo constructor tienen diferentes equipos o jefes de disciplinas. Por esta razón los interfaces son más detallados y serían de aplicación para cualquier lote o para un solo contratista.

El reparto de obligaciones quedará descrito y estará supeditado a Fiscalización y Gerencia Técnica de la Ilustre Municipalidad de Cuenca en función de los contratos respectivos.

Para la coordinación de los diferentes trabajos incluidos en cada contrato se realizarán reuniones de periodicidad quincenal en las que deberá estar representada la empresa adjudicataria. El representante de la empresa adjudicataria en estas reuniones deberá tener el grado de representatividad suficiente como para poder tomar decisiones.



2. TIPOS DE RELACIONES.

Las relaciones entre los diferentes tipos de contratos serán:

	CONTRATOS				
CONTRATOS	1	2	3	4	5
1. Obra Civil y Urbanización.		A	B	C	D
2. Talleres y Cocheras			E	F	G
3. Sistemas de explotación				H	I
4. Energía y Línea aérea					J
5. Material móvil					

Tabla 1_Relaciones entre contratos

Entrando en esta tabla se observa la relación entre los contratos que se desarrollan en los apartados siguientes.

2.1. RELACIÓN A.

Relación entre el Contrato de Obra Civil

con

Talleres y Cocheras.

- I. Se comprobarán las bases de replanteo del tramo de obra civil para la necesaria concordancia de trazado en planta y alzado.
- II. Los elementos comunes entre ambos tramos (carril, aparatos de vía, apoyos de energía, etc. serán los mismos para ambos tramos. Para ello se procederá de la siguiente manera:
El contratista propondrá cinco marcas de las que cumplen los requisitos especificados al proyecto en este pliego y luego la Municipalidad de Cuenca procederá a elegir de entre los cinco, y sin sobrecoste alguno para las obras, el elegido.
- III. El contratista de Obra Civil rematará la urbanización exterior afectada por las obras de conexión de los Talleres y Cocheras con la urbanización de la calle.

2.2. RELACIÓN B.

Relación entre el Contrato de Obra Civil

con

Sistemas.

- I. El contratista de sistemas se adaptará a las canalizaciones reflejadas en los planos del Contrato de Obra Civil destinadas a tal efecto, tanto de las canalizaciones generales como de las paradas.
- II. El contratista de Sistemas suministrará al de obra civil:
 - Planos de las intersecciones semaforicas, viarias y tranviarias, con sus canalizaciones y arquetas.
 - Características mínimas geométricas (giros, codos, etc.) para la ejecución de las canalizaciones.
 - Planos de ubicación de las agujas, con sus tomas de energía, arquetas y canalizaciones asociadas.
 - El contratista de sistemas suministrará el tamaño , formas y pernos de anclajes de las bases de armarios, semáforos, báculos y señales.
 - Los elementos comunes entre ambos contratos (carril, aparatos de vía, etc.) serán los mismos para ambos. Para ello se procederá de la siguiente manera:
El contratista propondrá cinco marcas de las que cumplen los requisitos especificados al proyecto en este pliego y luego la Municipalidad de Cuenca procederá a elegir de entre los cinco, y sin sobrecoste alguno para las obras, el elegido.
- III. El contratista de Obra Civil rematará la urbanización afectada por las obras realizadas por el contratista de sistemas (báculos, agujas, señales, etc.).

- IV. El Contratista de Obra Civil realizará las cimentaciones de los postes, la cimentación de los báculos, señales y las canalizaciones asociadas a los sistemas.

2.3. RELACIÓN C

Relación entre el Contrato de Obra Civil

con

Energía y Línea aérea.

- I. El contratista de energía se adaptará a las canalizaciones reflejadas en los planos del Contrato de Obra Civil destinadas a tal efecto, tanto de las canalizaciones generales como de las paradas.
- II. El contratista de Energía suministrará al de obra civil:
 - Planos de las subestaciones, tomas de electricidad, con sus canalizaciones y arquetas.
 - Características mínimas geométricas (giros, codos, etc.) para la ejecución de las canalizaciones.
 - Planos de ubicación de las agujas, con sus tomas de energía, arquetas y canalizaciones asociadas.
 - El contratista de energía suministrará el tamaño, formas y pernos de anclajes de las bases de armarios y báculos.
 - Los elementos comunes entre ambos contratos serán los mismos para ambos. Para ello se procederá de la siguiente manera:
El contratista propondrá cinco marcas de las que cumplen los requisitos especificados al proyecto en este pliego y luego la Municipalidad de Cuenca procederá a elegir de entre los cinco, y sin sobre coste alguno para las obras, el elegido.
- III. El contratista de Obra Civil rematará la urbanización afectada por las obras realizadas por el contratista de energía (báculos, agujas, etc.).
- IV. El Contratista de Obra Civil realizará las subestaciones, las cimentaciones de los postes y las canalizaciones del sistema de potencia.
- V. Las obras de la acometida a la red de EERCS incluso la estación transformadora de 66kV a 20kV será realizada (tanto obra civil como equipamientos) por el contratista de Energía.

2.4. RELACIÓN D

Relación entre el Contrato de Obra Civil

con

Material Móvil.

- I. El contratista de obra civil deberá tener al menos 2 Km de vía completamente terminados en el tramo especificado por la Dirección de Obra a la entrega del primer vehículo.
- II. El contratista de Material Móvil deberá adaptarse a las condiciones de gálibo, sobreamochos, curvas y pendientes fijadas en el proyecto constructivo del tranvía.

2.5. RELACIÓN E.

Relación entre el Contrato de Talleres y Cocheras

con

Sistemas.

- I. El contratista de Sistemas suministrará al de talleres y cocheras:
 - Planos de las intersecciones semaforicas, viarias y tranviarias, con sus canalizaciones y arquetas.
 - Características mínimas geométricas (giros, codos, etc.) para la ejecución de las canalizaciones.
 - Planos de ubicación de las agujas, con sus tomas de energía, arquetas y canalizaciones asociadas.
 - El contratista de sistemas suministrará el tamaño, formas y pernos de anclajes de las bases de armarios, semaforos, báculos y señales.
 - Los elementos comunes entre ambos contratos (carril, aparatos de vía, etc.) serán los mismos para ambos. Para ello se procederá de la siguiente manera:
El contratista propondrá cinco marcas de las que cumplen los requisitos especificados al proyecto en este pliego y luego la Municipalidad de Cuenca procederá a elegir de entre los cinco, y sin sobrecoste alguno para las obras, el elegido.
- II. El contratista de Talleres y Cocheras rematará la urbanización afectada por las obras realizadas por el contratista de sistemas (báculos, agujas, señales, etc.).
- III. El Contratista de Talleres y Cocheras realizará las cimentaciones de los postes, la cimentación de los báculos, señales y las canalizaciones asociadas a los sistemas tanto en el solar como en el edificio de talleres y cocheras. Estos trabajos serán únicamente los de obra civil.

2.6. RELACIÓN F.

Relación entre el Contrato de Talleres y Cocheras

con

Energía y Línea aérea.

- I. El contratista de Energía suministrará al de obra civil:
 - Planos de las subestaciones, tomas de electricidad, con sus canalizaciones y arquetas.
 - Características mínimas geométricas (giros, codos, etc.) para la ejecución de las canalizaciones.
 - Planos de ubicación de las agujas, con sus tomas de energía, arquetas y canalizaciones asociadas.
 - El contratista de energía suministrará el tamaño, formas y pernos de anclajes de las bases de armarios y báculos.
 - Los elementos comunes entre ambos contratos serán los mismos para ambos. Para ello se procederá de la siguiente manera:
El contratista propondrá cinco marcas de las que cumplen los requisitos especificados al proyecto en este pliego y luego la Municipalidad de Cuenca procederá a elegir de entre los cinco, y sin sobrecoste alguno para las obras, el elegido.
- II. El contratista de Talleres y Cocheras rematará la urbanización afectada por las obras realizadas por el contratista de energía (báculos, agujas, etc.).
- III. El contratista de Talleres y Cocheras suministrará las necesidades de consumo del Taller para que el Contratista de Energía pueda realizar el diseño final de la red de energía.
- IV. El Contratista de Obra Civil realizará las subestaciones, las cimentaciones de los postes y las canalizaciones del sistema de potencia.

2.7. RELACIÓN G

Relación entre el Contrato de Talleres y Cocheras

con

Material Móvil.

- I. El contratista de obra civil deberá tener terminado el edificio y vías necesarias para al menos para dar cabida al material móvil e iniciar los trabajos de recepción del material móvil en la fecha que determina el pliego.
 - II. El contratista de Material Móvil suministrará los datos suficientes (medidas externas, características de los sistemas de levante, especificaciones del torno de foso, etc.) para la compra y dotación del equipamiento por parte del Contratista de Talleres y Cocheras.
 - III. El contratista de Talleres y Cocheras instalará la maquinaria y todas las herramientas necesarias para la operatividad del taller.
 - IV. El Contratista de Material móvil suministrará todas las herramientas específicas del material móvil construido.
-

2.8. RELACIÓN H.

Relación entre el Contrato de Sistemas

con

Energía y Línea aérea.

- I. El contratista de sistemas suministrará al de Energía las necesidades de potencia de los equipos a instalar.
- II. El contratista de Energía suministrará un cuadro de baja por cada subestación, estación y puesto de mando con las protecciones y tomas necesarias para el suministro de energía del Contrato de Sistemas. Este cuadro servirá para la toma de energía de la red de sistemas.

2.9. RELACIÓN I.

Relación entre el Contrato de Sistemas

con

Material Móvil.

Desarrollado en el Pliego de Sistemas y Material móvil.

2.10. RELACIÓN J

Relación entre el Contrato de Energía y Línea aérea

con

Material Móvil.

- I. El contratista de energía deberá tener instalado l taller y al menos 2 km. En la fecha de recepción del primer vehículo.

ANEXO D 2. PRUEBAS E INTEGRACIÓN DE SISTEMAS

1. DEFINICIONES

Interfaz

Frontera común entre dos unidades funcionales, definida por sus características funcionales, las características comunes de interconexión, las características de informaciones intercambiadas así como de todas las características que se consideren útiles.

Interfaz interna

Interfaz entre dos unidades funcionales pertenecientes a un mismo lote del Proyecto.

Interfaz externa

Interfaz entre una unidad funcional del Proyecto y otra unidad, una organización o institución externa al mismo.

Proyecto

Entiéndase como Proyecto, el Proyecto de electrificación, señalización, sistemas, seguridad y comunicaciones del tranvía de Cuenca.

2. OBJETO

El objeto de este apartado es presentar a grandes rasgos los objetivos, métodos, responsabilidades y principales tareas de integración y pruebas de Sistemas dentro del marco del Proyecto de Material Móvil, sistemas, electrificación, señalización, seguridad y comunicaciones del Tranvía de Cuenca.

Dada la naturaleza del propio lote y su dependencia con las adjudicaciones de los demás lotes, este anexo no pretende ser una descripción exhaustiva de las interfaces a considerar sino una breve descripción centrada en las áreas principales de interfaz.

3. DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO

Las principales tareas del lote de integración de Sistemas son:

- La coordinación general entre los diferentes lotes implicados en el Proyecto y los lotes externos al mismo (material móvil, obra civil, Compañía suministrados eléctrica, etc.) durante la fase de diseño.
- La coordinación general entre los diferentes lotes y la realización de las Pruebas de integración en la fase de pruebas.
- La coordinación general de los diferentes lotes para el seguimiento de la garantía.

4. CERTIFICACIÓN NECESARI PARA EL ADJUDICATARIO

El adjudicatario del lote de integración de sistemas deberá:

- Ser una empresa reconocida internacionalmente y particularmente dentro del ámbito tranviario
- Demostrar una experiencia exitosa en la Integración de Sistemas y/o suministro, instalación y puesta en marcha de Sistemas Tranviarios en el ámbito internacional
- Una experiencia en el campo de los metros ligeros será considerada un plus.

5. DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR POR EL ADJUDICATARIO

- Plan de Gestión e identificación de las interfaces
 - Documentos de identificación y gestión de las interfaces
 - Documento/ Lista recopilatorio de todos las pruebas/ensayos de cada lote
 - Programa de demostración y aceptación del sistema
 - Protocolos de cada una de las pruebas integradas
 - Expediente de recepción del sistema
-

6. FASE DE DISEÑO

La integración interna a cada lote es responsabilidad del Adjudicatario.

En la fase de diseño de proyecto, el adjudicatario del lote de integración de sistemas se centrará en identificar y aportar soluciones técnicas a las interfaces entre:

- Lotes del propio proyecto
- Lotes del proyecto y lotes o entidades externas al mismo

En líneas generales la identificación de las interfaces externas se centrará en:

- Material Móvil
- Obra civil
- Operador de la línea
- Mantenedor
- Compañía suministradora eléctrica.
- Administraciones externas (Ayuntamientos, SENATEL, ETAPA, etc.)

En caso de litigio a nivel de interfaz entre dos o más lotes del presente proyecto, es la dirección de Obra la que se erigirá en árbitro del mismo indicando a la Municipalidad de Cuenca los potenciales riesgos y las posibles variaciones respecto al proyecto inicial.

El adjudicatario del lote de sistemas deberá usar un método sistematizado y comprensible para identificar y resolver las potenciales interfaces entre los lotes del presente proyecto y los elementos externos al mismo. Esta identificación, y la propuesta de resolución asociada, la elevarán al Municipio de Cuenca para que éste tome las medidas correctoras oportunas sin perjuicio de las modificaciones a los respectivos proyectos que ello pueda comportar.

Las empresas que se presenten para la adjudicación de este lote deberán presentar en fase de oferta una descripción del método de identificación y resolución que proponen. Una vez elegido Adjudicatario, éste deberá presentar los documentos de identificación y resolución de interfaces externas en un plazo no superior a un (1) mes desde la fecha de adjudicación.

6.1. ORGANIGRAMA

Para la fase de diseño, y sin perjuicio de las variaciones u organigrama que el Adjudicatario estime oportunas, el organigrama del integrador de sistemas deberá poseer:

- Responsable de Interfaces: persona que tiene la responsabilidad final de la identificación de los interfaces y la proposición de una solución a las mismas. Debe poseer los conocimientos técnicos necesarios, o en su defecto rodearse de un equipo a tal efecto, para gestionar técnicamente problemas, riesgos de carácter muy diverso.

6.2. DOCUMENTACIÓN

En fase de oferta, las empresas que se presenten deberán entregar a la Municipalidad de Cuenca un plan de Gestión e Identificación de interfaces que describa el método mediante el cuál identificarán de manera sistemática todas las potenciales interfaces que existan.

Una vez asignado el adjudicatario, éste redactará los correspondientes documentos de interfaz que identifican al detalle cada una de las interfaces y proponen una resolución de las mismas. Estos documentos identificarán claramente si alguna de las soluciones propuestas implica alguna variación significativa en suministro de alguno de los lotes. Tal y como dicho anteriormente, estos documentos los deberá presentar en un plazo no superior a un (1) mes desde la fecha de adjudicación.

En función de estos documentos de identificación y resolución de interfaz la Municipalidad de Cuenca podrá tomar la decisión de modificar, con las consecuencias en planning, costes, est., el suministro especificado en el proyecto.

Para la redacción de estos documentos serán necesarios documentos de definición de cada uno de los lotes. La Municipalidad de Cuenca apoyará al integrador de sistemas para la obtención de estos documentos

Paralelamente, y para las interfaces externas, los documentos de identificación y resolución de interfaces permitirán definir claramente los requisitos de cada uno de los lotes del Proyecto para con lotes, organizaciones o elementos externos al mismo.

6.3. FASE DE PRUEBAS

El papel del integrador de sistemas será muy relevante den la fase de pruebas del proyecto.

Las pruebas de integración, posteriores a las pruebas individuales de cada uno de los equipos y lotes permitirán demostrar que el sistema tranviario completo es operable bajo condiciones normales así como bajo los modos degradados previstos en el proyecto.

Las pruebas de integración en el emplazamiento son los ensayos realizados durante la integración en el emplazamiento de equipos y sistemas por comprobar y establecer que su funcionamiento está de acuerdo con las estipulaciones técnicas del contrato. Un aspecto importante de las pruebas de integración es la puesta a punto posterior a la instalación, durante la cual se verifica el adecuado funcionamiento de los elementos individuales desprendido de su instalación, pero antes de que el elemento se integre en el sistema global.

Las Pruebas de Integración del Sistema están referidas de una manera general a dos campos principales:

- Ensayos de interfaces complejas (ensayos que implican diferentes lotes incluyendo la obra civil, ensayos que tienen un impacto importante desde el punto de vista del rendimiento global del sistema),



Pruebas generales	Material Rodante	Electrificación	Obra civil	Sistemas de comunicaciones y señalización
Pruebas de gálibo (alineaciones, desvíos, paradas) Desvíos y aparatos de vía (automatismo y control desde el PCC)	x	x	X	x
Catenaria Pruebas de aislamiento y red de tierras Pruebas de Feeder Telemandos (Puesto Mando y local)		x		x
Catenaria: galibos, geometría Prueba en operación (prueba nocturna y sin tráfico peatonal)	x	x	X	x
Señalización y RAMS Desvíos Señales Controladores y enclavamientos Circuitos de vía o detectores de tranvía Balizas de mando PCC Cuadro de compatibilidades	x	x		x
Señalización viaria SEmáforos Reguladores Tiempos de fases ajustes Detectores de tranvía Prueba con tranvías	x	x		x
Comunicaciones Prueba de cobertura Pruebas de compatibilidad con material móvil Protocolos Comunicación con Puesto Mando Tiempos de respuesta	x	x		x
SAO Prueba de cobertura Pruebas de comunicaciones Prueba con material móvil en marcha SIP/SAO	x	x		x
Ticketing Pruebas maquina de venta (emisión de billetes, recarga de tarjeta, pruebas detección de fallos) Canceladoras		x		x
Stations Lightening Disconnectors Earth protections and insulation		x	X	x
Alimentación eléctrica subestaciones Equipos pruebas Telemando Aislamiento y red de tierras Puesto de mando y retornos	x	x		x
Material móvil Pruebas en fabrica PRuebas de ensamblaje en taller Pruebas en línea Simulación situaciones de emergencia Test de tracción (en tramo con y sin línea aérea de contacto) Pruebas de confort Pruebas de ruido y vibraciones	X	x		

Tabla 2_Pruebas generales

- Ensayos de validación de las funcionalidades y de las prestaciones del sistema global, desde el punto de vista de la finalidad operacional

En concreto, una fase del Ensayo de Integración Sistema tendrá por objeto permitir la puesta en circulación de los vehículos en la línea (puesta bajo tensión línea, ensayos de gálibo y primera salida de un tranvía).

El Adjudicatario del lote Integración de Sistemas deberá implementar y desarrollar un Programa de Demostración y Aceptación del Sistema. Este programa trazará:

- La lista de pruebas de integración del Sistema que permiten demostrar que el Sistema construido alcanza los valores de operatividad definidos por el Proyecto con anterioridad al inicio de la Marcha en Blanco. Esta lista de pruebas deberá incluir aunque no estar limitada a:
 - Operación en modo degradado
 - Estabilidad de la Operación bajo modo degradado o perturbaciones externas y recuperación de horarios previstos.
 - Operación de los talleres.
 - Operación del PCC bajo condiciones extremas de operación y bajo situaciones de emergencia.
 - Demostración de la frecuencia de operación.
 - Demostración de los tiempos de recorrido.
 - Sistema de reencarrilamiento con tranvía
 - Sistema bivial y arrastre de unidades.
 - Pruebas en ambiente urbano: ruido, vibraciones, perturbaciones electromagnéticas, etc.
 - Para cada una de las pruebas será necesario crear un Protocolo de Prueba de Integración el cuál debe definir:
 - El objetivo de la prueba
 - Los medios humanos y materiales necesarios para la realización de la misma.
-

- Las pruebas técnicas y de equipos requisito para la realización de la prueba de integración (responsabilidad de los Adjudicatarios de los lotes implicados).
- El tiempo estimado de la prueba
- Los valores a registrar y su método de registro
- Los límites dentro de los cuales cada valor registrado se considera aceptable.
- Conclusión sobre la aceptación/rechazo de la prueba

Es evidente que previo a la realización de una prueba de integración, todos los equipos implicados deberán haber superado sus pruebas en el Emplazamiento. Estas pruebas internas a cada lote serán responsabilidad del propio lote, quién mediante el informe de pruebas correspondiente entrega al Cliente los resultados de la prueba. Estas pruebas serán requisitos para la realización de las Pruebas de Integración.

En todos los casos, el Cliente podrá comentar las pruebas y sus resultados. Para las pruebas de los diferentes Lotes y para las de Integración de Sistemas, el Cliente participará en la validación de los resultados.

6.3.1. Medios para la realización de las pruebas

La Municipalidad de Cuenca facilitará al Adjudicatario de este lote la presencia de los responsables de lote necesarios a la realización de cada una de las Pruebas de Integración.

La Municipalidad de Cuenca facilitará al adjudicatario de este lote la entrada en instalaciones, equipos propios y necesarios para la realización de las pruebas de Integración. Entiéndase como, material móvil, acceso a Centro de Control, Subestaciones, etc, imprescindibles para la realización de las pruebas de Integración.

El Adjudicatario del lote de material móvil y sistemas aportará los medios, equipos de medida, herramientas y accesorios necesarios para la realización de cada una de las Pruebas de Integración.

6.3.2. Organigrama

El equipo que constituirá el Integrador de Sistemas para la fase de Pruebas deberá ser un equipo multidisciplinar capaz de analizar técnicamente todos y cada uno de los diferentes Lotes y en base a este análisis redactar los protocolos de pruebas para

verificar el buen comportamiento de todas las interfaces entre ellos así como las funcionalidades de operabilidad del Sistema en su conjunto.

El Adjudicatario deberá presentar un Organigrama para la realización de las Pruebas de Integración.

Este organigrama deberá estar formado como mínimo por los puestos siguientes:

- Responsable de Pruebas de Integración: persona con experiencia contrastada en la realización de pruebas multidisciplinares en el campo ferroviario. Será el responsable último de la organización de las pruebas, asegurando que cubren la totalidad de las interfaces y funcionalidades requeridas.
- Responsable de la Configuración eléctrica y Consignación: más allá de la validación del Lote electrificación (interna al propio lote), el responsable de Consignación será el que asegure la correcta configuración eléctrica en cada momento, el conocimiento de esta configuración por parte de todos los intervinientes en la fase de pruebas y la puesta/corte de tensión, tanto a nivel de catenaria como de red 20KV, en condiciones de seguridad. Deberá estar en posesión de habilitación para la realización de trabajos de consignación reconocida en Ecuador.
- Piloto de Seguridad: responsable de verificar y confirmar por escrito al Responsable de Consignación de que la zona de pruebas está libre de obstáculos y personas para así poder dar luz verde al procedimiento de puesta en tensión. En los descargos de tensión, deberá asegurar la puesta a tierra de la catenaria mediante la colocación de las pértigas de tierra a ambos extremos de la zona afectada. Antes del restablecimiento de la tensión en catenaria deberá retirar las pértigas de puesta a tierra.
- Responsable logística: a petición del Responsable de pruebas, será la persona que asegure el suministro en tiempo de los medios materiales y humanos necesarios para la realización de las Pruebas de Integración ya sea equipos de medida, herramientas y utensilios como, en coordinación con la Municipalidad de Cuenca.

6.3.3. Documentación y Notificación de las pruebas

El Adjudicatario del Lote Integración de Sistemas entregará al Cliente los protocolos de pruebas de Integración como mínimo un mes antes de la fecha de la realización de la prueba en la Planificación Contractual.

La aprobación por parte de la Municipalidad de Cuenca (o de la entidad que éste designe a tal efecto) de estos protocolos son requisito imprescindible para la realización de la prueba.

El Adjudicatario emitirá a la Municipalidad de Cuenca (o a la entidad que éste designe) una notificación de realización de Prueba con quince (15) días de anterioridad a la realización de la misma. Con ello se convocará con la antelación suficiente a todos los responsables de Lote necesarios.

A medida que se vayan efectuando las Pruebas de Integración, el Adjudicatario irá constituyendo el Expediente de Recepción del Sistema, el cuál recogerá todos y cada uno de los protocolos e informes de Pruebas de Integración. Este expediente debidamente completado y firmado por el Responsable de Pruebas de Integración constituirá el dossier que permitirá abrir la línea a la circulación del tranvía en Marcha en Blanco pilotada por los Adjudicatarios de la Operación de la línea.

***ANEXO D 3. FIABILIDAD, DISPONIBILIDAD, MANTENIBILIDAD Y
SEGURIDAD***

1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene como objetivo definir todo el contexto de estudio de la FDMS durante la fase de construcción, puesta a punto del sistema y fase de Garantía en el marco del "Proyecto de material móvil, sistemas, electrificación, señalización, seguridad y comunicaciones del tranvía de Cuenca

2. ALCANCE Y RESPONSABILIDAD DE UTILIZACIÓN

2.1. ALCANCE

El documento define el proceso, medios, objetivos y entregas relativos a la Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad del tranvía de Cuenca aplicable a los constructores, a sus contratistas y a sus subcontratistas.

Quedan fuera del alcance del presente documento todos los aspectos FDMS relativos a la fase de explotación y mantenimiento (procedimientos ante las averías e incidencias, procedimientos ante los modos degradados, procedimientos de mantenimiento, de gestión de piezas de parque y recambio, etc.). No obstante, se definen los requisitos de información y acciones que los adjudicatarios necesitan por parte del Operador y el Mantenedor.

Asimismo quedan fuera del alcance los aspectos FDMS de aquellos lotes de construcción que no forman parte del presente proyecto.

2.2. RESPONSABILIDAD DE UTILIZACIÓN

Este documento se aplica y debe de ser seguido por todas las entidades adjudicatarias de lotes de Construcción cuyo Alcance de Suministro afecta a la Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad del tranvía de Cuenca

3. DEFINICIONES. ABREVIATURAS Y REFERENCIAS

3.1. DEFINICIONES

El presente apartado contiene las definiciones a aplicar en el marco de la FDMS en el proyecto.



Auditoria	Examen sistemático e independiente destinado a determinar si los procedimientos específicos de los requisitos de un producto cumplen las disposiciones planificadas, se ponen en práctica eficazmente y resultan idóneos para alcanzar los objetivos especificados.
Avería	Cualquier anomalía que se produce en un sistema y que impide que éste funcione en las condiciones en las cuáles se proyectó. Dicha anomalía debe estar causada por problemas internos del sistema.
Ciclo de vida del sistema	Las actividades que se desarrollan durante un periodo de tiempo que se inicia cuando un sistema es ideado, y finalizan cuando el sistema ya no está disponible para ser utilizado, es retirado de servicio y eliminado.
Disponibilidad del Sistema ¹	Es un indicador de capacidad del sistema para desarrollar su función durante un tiempo determinado y en condiciones y rendimientos definidos. La evaluación de la disponibilidad se realizará mediante la relación entre el tiempo de funcionamiento y los valores previamente establecidos como teóricos. Quedan excluidos del indicador aquellas perturbaciones causadas por factores externos al sistema.
Documentos aplicables	Dan las reglas y principios que serán usados como una guía para el conjunto de actividades del Proyecto. La aplicación de los documentos es obligatoria y puede ser sometida a auditorias.
Documentos de referencia	Son los utilizados para implementar las actividades del Proyecto. No son contractuales y su aplicación no está sujeta a Auditorias. Sin embargo, pueden ser consultados durante las mismas con el objeto de clarificar algún punto particular de un procedimiento.
Elemento esencial del Sistema	Conjunto de equipos que desarrollan una funcionalidad clara y delimitada
Evaluación	Realización de una investigación con el fin de llegar a un juicio, basado en pruebas, sobre la idoneidad de un producto
Fallo afectando al servicio	Equivalente a "Avería", en el marco del "Proyecto de material móvil electrificación, señalización, seguridad y comunicaciones del tranvía
Fallo de causa común	Fallo que es el resultado de uno o varios sucesos que ocasionan la coincidencia de estados de fallo de dos o más componentes que conducen a que un sistema no realice la función requerida de él.

Tabla 3_Definiciones 1



Fiabilidad del Sistema ²	Es un indicador que evalúa la calidad técnica comercial en comparación con las condiciones técnicas para las que fueron proyectadas. En la evaluación de la fiabilidad se medirán las averías ocurridas en un intervalo de tiempo. Quedan excluidas del indicador aquellas averías causadas por factores externos al sistema.
Intervención	Cualquier acción de mantenimiento imprevisto
Mantenibilidad	La probabilidad de que una acción dada de mantenimiento activo, correspondiente a un elemento en unas condiciones de utilización dadas, pueda ser llevada a cabo en un intervalo establecido de tiempo cuando el mantenimiento se realiza en condiciones establecidas y se utilizan procedimientos y recursos establecidos.
Mantenimiento	La combinación de todas las acciones técnicas y administrativas, incluidas las acciones de supervisión, destinadas a mantener un producto en un estado en el que pueda realizar una función requerida, o a devolverlo a dicho estado.
Mantenimiento Correctivo	El mantenimiento realizado después de la identificación de un defecto y destinado a poner un producto en una condición en la que pueda realizar una función.
Mantenimiento Preventivo	El mantenimiento llevado a cabo a intervalos predeterminados o de acuerdo con criterios prescritos y destinados a reducir la probabilidad de fallos o la degradación del funcionamiento de un elemento.
Peligro	Una situación física que encierra posibilidades de que se produzcan lesiones humanas.
Plan de garantía del sistema	Plan cuya aplicación "asegura que los requisitos de disponibilidad de servicio del Sistema se cumplen al tiempo que se minimizan y controlan los costes de explotación y mantenimiento".
Plan de Seguridad	Un conjunto de actividades programadas temporalmente, recursos y supuestos que sirven para poner en práctica la estructura organizativa, las responsabilidades, procedimientos, actividades, capacidades y recursos que juntos garantizan que un elemento cumplirá unos requisitos de seguridad dados y pertinentes a un contrato o proyecto determinado.
Puesta en Servicio	Término colectivo referido a las actividades emprendidas a fin de preparar un sistema o producto antes de demostrar que cumple con los requisitos especificados.
Reparación	La parte del mantenimiento correctivo en la que se realizan acciones manuales sobre un elemento.
Riesgo	La tasa probable de ocurrencia de un peligro que ocasione daño, y el grado de severidad del mismo.
Seguridad	Ausencia de riesgo inaceptable de daño.
Validación	Confirmación mediante examen y aportación de pruebas objetivas de que los requisitos particulares para un uso específico pretendido han sido cumplidos.

Tabla 4_Definiciones 2

3.2. ABREVIATURAS

AMDEC	Análisis de Modo de Fallos y Criticidades
AT	Alta Tensión
BT	Baja Tensión
CP	Coficiente Penalización
D	Disponibilidad
F	Fiabilidad
FDMS	Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad
LAC	Línea Aérea de Contacto
MT	Media Tensión
MTBF	Mean time between failures ("Tiempo medio entre fallos")
MTTR	Tiempo de reparación
MTTRS	Tiempo medio de restauración de servicio
PCC	Puesto de Control Centralizado
SAE	Sistema de Ayuda a la Explotación

Tabla 5_Abreviaturas

4. DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO

4.1. IDENTIFICACIÓN DEL SUMINISTRO

El suministro es la construcción y la puesta a punto del "Proyecto de electrificación, señalización, seguridad y comunicaciones del tranvía de Cuenca"

4.2. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL Y TÉCNICA

Ver Anexo "Especificación General del Sistema" del presente Proyecto

4.3. SISTEMAS DEL SUMINISTRO

Los sistemas principales a considerar desde el punto de vista de FDMS son los siguientes, con sus características y funcionalidades más relevantes:

NOTA: en caso de contradicción entre lo abajo descrito y lo definido en las especificaciones técnicas correspondientes, prevalecerán las informaciones descritas en las especificaciones



4.3.1. Electrificación y catenaria:

Sistema	Descripción técnica	Aplicación específica y funcionalidad	Elementos básicos
<i>Acometida 66 / 20 KV</i>	<i>Las acometidas empiezan en las subestaciones de 220 /66 KV de la compañía (EERCS)</i>	<i>El transporte de energía desde el punto de suministro de Compañía hasta las subestaciones transformadoras principales del metro ligero</i>	<ul style="list-style-type: none">- Protección de la red de 66 KV del lado metro ligero- Cables de 66kV entre el suministro de Compañía y la subestación 66 /20 KV)- Subestación de 60/20 KV- Cables de 20 kv entre las SS de 60/20kv y las subestaciones transformadoras principales

Tabla 6_Electrificación y catenaria 1



Sistema	Descripción técnica	Aplicación específica y funcionalidad	Elementos básicos
<i>Energía AT</i>	<i>Está formado por la red de distribución de 20kV propia al metro ligero, Esta red permite la alimentación de energía, tanto de a 750Vcc como BT alterna a todo el sistema. Se considera como inicio de la red propia al metro ligero la celda de 20KV (situada en la subestación del metro ligero) que conecta la Red tranviaria con el cable de 20kV (de compañía suministradora) de la subestación transformadora de 66/20kV de Compañía.</i>	<i>El transporte de energía 20kV a cada una de las subestaciones transformadoras del metro ligero.</i>	<ul style="list-style-type: none">- Protección de la red de 20kV del lado metro ligero.- Cables de 20kV entre subestaciones transformadoras.
<i>Electrificación</i>	<i>Formado por cada una de las subestaciones transformadoras propias a la red de metro ligero. Y el cable de acompañamiento subterráneo que inyecta puntualmente energía a la LAC.</i>	<i>Transformación de energía MT de la red de metro ligero a energía 750V_{cc} y energía BT. El transporte de energía 750Vcc desde los disyuntores de vía en cada subestación a todas y cada una de las secciones eléctricas de la línea</i>	<ul style="list-style-type: none">- Todas y cada una de la subestaciones transformadoras propias a la red de metro ligero.- Cable de acompañamiento (feeder).- Armarios que realizan la interfaz entre el cable de acompañamiento y la LAC.- Armarios seccionadores de catenaria en línea
<i>Línea aérea de Contacto</i>	<i>Está formado por la Línea Aérea de Contacto más la conexión del feeder dejado en espera desde el armario feeder (el feeder inyecta puntualmente energía a la LAC).</i>	<i>Se considera suministro adecuado cuando éste supera el voltaje mínimo requerido por el material móvil.</i>	<ul style="list-style-type: none">- Línea aérea de contacto completa (postes, cable, ménsulas, brazos de atirantado, tensores, contrapesos, catenaria rígida, etc)

Tabla 7_Electrificación y catenaria 2



4.3.2. Sistemas

Sistema	Descripción técnica	Aplicación específica y funcionalidad	Elementos básicos
Señalización tranviaria	<p>El sistema de señalización tranviaria será el responsable de garantizar la seguridad de la circulación de los tranvías en algunos puntos singulares de la línea mediante la lógica de enclavamientos que informará convenientemente al conductor de las opciones a tomar.</p>	<p>Permitir el movimiento en seguridad del material móvil en las zonas de agujas</p>	<ul style="list-style-type: none">- Armario controlador con toda la lógica de relees, tarjetas electrónicas etc que compondrán el "cerebro" de la señalización.- Equipos de vía destinados a la detección de la presencia del material móvil.- Equipos de vía destinados a la petición de itinerario por parte de un material móvil.- Equipos de vía destinados a la motorización de accionamientos en línea
Semáforización	<p>Es el sistema que permite la compatibilidad de circulación del tranvía con la del resto de vehículos allí donde existe en riesgo de interferencia. Está formada por todos y cada uno de los equipos, cabezas de semáforos, pulsadores, detectores en vía, controladores que permiten que el metro ligero discorra con la marcha proyectada en los diferentes cruces con el tráfico rodado.</p>	<p>Asegurar la inserción en seguridad del metro ligero en la circulación rodada en todos y cada uno de los cruces a lo largo del trazado permitiendo, a su vez, mantener a éste la marcha comercial prevista.</p>	<ul style="list-style-type: none">- Cada intersección viaria entre el tranvía y vehículos o peatones a lo largo del trazado.

Tabla 8_Sistemas 1



Sistema	Descripción técnica	Aplicación específica y funcionalidad	Elementos básicos
<i>Sistema de Control, supervisión y Comunicación es</i>	<i>Sistema de comunicaciones que une al nivel de informaciones las instalaciones fijas en línea y talleres con el PCC</i>	<i>Recopilar y transmitir las informaciones relevantes para la operación y mantenibilidad del sistema desde los diferentes puntos de la línea y talleres hasta el Centro de Control. Entiéndase por informaciones la voz y datos a nivel de instalaciones fijas así como todas las alarmas técnicas de equipos en vía.</i>	<i>-Nodos de comunicación. - Red de transmisión fibra - Control de accesos y video vigilancia - Telemando de energía e instalaciones fijas - Megafonía - Interfonía - Cronometría</i>
<i>Billeteaje</i>	<i>Sistema encargado de la producción, venta, validación y administración de los títulos de transporte que los usuarios del tranvía utilizan para pagar el servicio prestado.</i>	<i>Permitir la adquisición de títulos de transporte y la validación de los mismos por parte de los usuarios del tranvía</i>	<i>- Distribuidoras de billetes. - Canceladoras de billetes. - Equipos centrales de gestión de billeteaje.</i>

Tabla 9_Sistemas 2



Sistema	Descripción técnica	Aplicación específica y funcionalidad	Elementos básicos
<i>Sistema SAE</i>	<i>Sistema encargado de suministrar al Operador todas las informaciones necesarias (en tiempo real y en tiempo diferido) para operar la línea de la manera más optimizada posible en términos de regularidad y ocupación de la flota. Informa de la posición de cada unidad de tranvía en línea y permite al operador realizar acciones correctivas en caso de incidencia teniendo a su disposición las informaciones de la totalidad de la flota en línea.</i>	<i>Proveer al operador en el Centro de Control de todas las informaciones necesarias (tanto a nivel de voz como de datos) sobre la flota de tranvía para que éste optimice en todo momento la distribución de metros ligeros en línea y tome las decisiones oportunas ante cualquier incidencia.</i>	<i>- Puesto SAE en Centro de Control. - Sistema de detección de metro ligero en línea. - Equipos embarcados de recepción / transmisión de datos (si los hubiere). - Equipos transmisores receptores radio. - Infraestructura TETRA</i>
<i>Sistema de Información al viajero</i>	<i>Sistema encargado de dotar al viajero de todas las informaciones relacionadas con el tranvía necesarias para que pueda prever, anticipar o modificar el trayecto con anterioridad al inicio del mismo.</i>	<i>Informar al viajero en tiempo real de todos los datos relevantes sobre el trayecto que puede realizar, paradas, correspondencias con otros medios de transporte, tiempos de espera, etc.</i>	<i>- Pantallas de información viajeros en paradas. - Pantallas de información viajeros embarcadas.</i>
<i>Sistema elementos de talleres</i>	<i>Conjunto de medios, maquinaria y utillajes que permiten el mantenimiento (preventivo y correctivo) de los tranvías</i>	<i>Permitir al mantenedor realizar el mantenimiento de los tranvías en condiciones adecuadas con los medios previstos.</i>	<i>- Torno en foso. - Arenero y distribución - Máquina de lavado - Gatos hidráulicos - Puentes grúa - Cabina de pintura - Lavado de bogues - Grupo electrógeno - Biviales</i>

Tabla 10_Sistemas 3

- La definición de los Elementos esenciales del Sistema para el cálculo de la Fiabilidad será responsabilidad de cada entidad adjudicataria. Se adjunta una propuesta orientativa:



Sistema (Si)	i	Elemento esencial del Sistema (Esi)	Cálculo del tiempo de Servicio Programado del Sistema (TS Si)
<i>Energía AT</i>	1	Sección eléctrica de MT	(Núm. Acometidas de energía AT) x (Tiempo funcionamiento mensual del Sistema)
<i>Energía de Tracción</i>	2	Subestación	(núm. Subestaciones) x (Tiempo de funcionamiento mensual de 1 subestación).
<i>Electrificación y catenaria</i>	3	Secciones de catenaria	(Núm. de secciones de catenaria) x (Tiempo de funcionamiento mensual de 1 sección)
<i>Sistema de Señalización tranviaria</i>	4	Enclavamiento	(núm. Enclavamientos) x (tiempo de funcionamiento mensual de cada enclavamiento)
<i>Sistema de semaforización</i>	5	Cruce señalizado	(Núm. cruces) x (tiempo de funcionamiento mensual de cada cruce)
<i>Sistema de Control, supervisiones y Comunicaciones</i>	6	Nodo de comunicaciones	(Núm. de nodos) x (Tiempo de funcionamiento mensual de 1 nodo)
<i>Sistema de Billetaje</i>	7	Máquina Distribuidora de billetes + Máquina de validación de billetes + Sistema de control y gestión centralizada de billetes.	(Núm. Máquinas Distribuidoras + núm. de máquinas de validación + Sistema de control y gestión centralizada de billetes) x (tiempo funcionamiento mensual del sistema)

Sistema (Si)	i	Elemento esencial del Sistema (Esi)	Cálculo del tiempo de Servicio Programado del Sistema (TS Si)
<i>Sistema de SAE</i>	8	Equipo SAE en Centro de Control + equipos SAE embarcados.	(Núm. de puestos operador en Centro de Control) x (tiempo funcionamiento mensual del sistema) + (núm. de tranvías en línea) x (Tiempo mensual de los tranvías en línea) (Tiempo de funcionamiento mensual del sistema) + (Tiempo mensual de los tranvías en línea)
<i>Sistema de Información al viajero</i>	9	Pantallas de información viajeros en parada + Pantalla de información viajeros embarcada	núm. total de pantallas de información viajeros x tiempo funcionamiento mensual del sistema
<i>Sistema elementos de talleres</i>	10	Cada una de las máquinas de talleres con su fiabilidad determinada.	-

Tabla 11_ Elementos esenciales del sistema

5. POLÍTICA Y OBJETIVOS DE FIABILIDAD, MANTENIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD

5.1. INTRODUCCIÓN

Con el objeto de optimizar los resultados de explotación a lo largo del ciclo de vida del sistema, la política de FDMS consiste en:

- Maximizar el tiempo de servicio del sistema;
- Minimizar el número de trayectos perdidos respecto al gráfico teórico de servicio;
- Minimizar el número de averías en los diferentes Sistemas.

Para ello se considera prioritario alcanzar los objetivos mínimos en los indicadores de Calidad de Servicio que se detallan en los apartados siguientes.

El alcance de tales objetivos se ve influido de tres formas:

- Por fuentes de fallos introducidos internamente dentro del sistema en fase del ciclo de vida del mismo (condiciones del sistema);
- Por fuentes de fallos impuestos sobre el sistema durante su funcionamiento (condiciones de operación);
- Por fuentes de fallos impuestos sobre el sistema durante las actividades de mantenimiento.

En el marco del presente proyecto:

- Se evaluarán los fallos propios del ciclo de vida del sistema. Quedan excluidos los fallos producidos por condiciones de operación y mantenimiento;
- Se especificarán las interfaces con los elementos del sistema ajenos a los Sistemas considerados en el presente proyecto (obra civil, material móvil, etc.);
- Se especificarán los requerimientos que se deben exigir al mantenedor y operador para el cumplimiento de los objetivos de servicio de los Sistemas.

A continuación, se definen cuáles son los objetivos específicos para el suministro, mediante los parámetros y las fórmulas de cálculo y evaluación.

5.2. OBJETIVOS

5.2.1. Objetivos Cualitativos

Fiabilidad:

- Identificación de los posibles modos degradados. Categorización y unificación en la medida de lo posible;
- Realización de predicciones de fiabilidad a un nivel suficiente con el objeto de facilitar la identificación de desviaciones anómalas en el funcionamiento de los equipos y componentes;
- Minimización del número de averías afectando al servicio mediante la implementación de redundancias, sistemas de detección y sistemas de corrección automáticos en la medida de lo posible.

Disponibilidad:

- Maximizar el tiempo de servicio de los Sistemas mediante un óptimo diseño de su "arquitectura".

Seguimiento post-venta:

- Monitorización de las prestaciones FDMS y ejecución de acciones correctivas en caso de no alcanzar el nivel requerido o suficiente.

5.2.2. Objetivos Cuantitativos

Los objetivos cuantitativos se especifican en el Capítulo "Parámetros de capacidad y calidad del servicio". El valor de estos Indicadores se basa en un control y seguimiento de dos variables del Sistema:

- Numero de Averías del sistema;
- Tiempo de pérdida de la disponibilidad del sistema.

Para su análisis, se deberá tener en cuenta que ambas variables influyen diversos parámetros:

- Las averías del sistema pueden producirse por:
 - Fallos en la propia explotación (falsa maniobra, sobrecarga, .. .);
-

- Deficiencia en el mantenimiento (incorrecto o ausente);
- Fallos intrínsecos del sistema.
- El tiempo de reparación (MTTR) depende de:
 - La mantenibilidad intrínseca del sistema (MTTR acordado);
 - El tiempo de exceso empleado en la reparación (a causa de problemas de logística, de lentitud en la actividad, etc.).
- El tiempo de normalización del sistema tras una avería depende de:
 - La habilidad del propio sistema para reconfigurarse;
 - La habilidad de la operación para adaptarse a la nueva configuración.

Según esto, los objetivos y parámetros de Fiabilidad y Disponibilidad del constructor, por los tanto, deben separarse respecto a los parámetros de calidad del Operador y Mantenimiento.

Se considerarán pues incluidos en los indicadores de Fiabilidad y Disponibilidad solamente aquellas averías (y tiempos asociados a éstas que afecten a la disponibilidad) que sean causadas por un fallo intrínseco del sistema.

5.3. PARÁMETROS DE CAPACIDAD Y CALIDAD DEL SERVICIO

5.3.1. Disponibilidad (O)

5.3.1.1. Definición

Indicador de capacidad del sistema para desarrollar su función durante un tiempo determinado y en condiciones y rendimientos definidos. La evaluación de la disponibilidad se realizará mediante la relación entre el tiempo de funcionamiento y los valores previamente establecidos como teóricos.

La disponibilidad de los diversos Sistemas se medirá mediante la siguiente fórmula:

$$D = \frac{\text{Tiempo de Servicio Efectivo del Sistema}}{\text{Tiempo de Servicio Programado del Sistema}}$$

Quedan excluidas del indicador aquellas perturbaciones causadas por factores externos al Sistema (mal uso, vandalismo, etc.)

5.3.1.2. *Criterio de cálculo*

Para el cálculo de la D se tendrá en cuenta:

- Tiempo de Servicio Efectivo del Sistema = Tiempo Programado del Sistema - Tiempo de interrupción del Sistema;
- Tiempo de Servicio Programado del Sistema: Tiempo total (en horas) que según los términos contractuales, el Sistema está programado para proporcionar el servicio, en régimen de explotación normal. Se calculará mediante el sumatorio de tiempo de funcionamiento de los Elementos esenciales del Sistema 3, es decir:

(Num Elementos del Sistema) x (tiempo de funcionamiento mensual del Elemento del Sistema)

- Tiempo de interrupción del Sistema: sumatorio (en horas) de los tiempos de cada una de las interrupciones del Sistema que sucedan durante el período de explotación normal, no ocasionadas por causas externas al Sistema;
- El tiempo de interrupción imputable al adjudicatario se calculará a partir del momento en el que la avería le sea notificada (dado que el tiempo de reacción por parte del operador y mantenimiento no es imputable al adjudicatario) y finalizará cuando se reanude el servicio del Sistema.

5.3.1.3. *Forma de contabilizar la Disponibilidad*

- La Disponibilidad se realizará por meses naturales y para cada uno de los Sistemas;
- La Disponibilidad se calculará durante todos los meses de Garantía normal y sus ampliaciones;
- La Disponibilidad mensual se determinará como valor de la media aritmética de la Disponibilidad diaria de cada mes, es decir:

$$D \text{ Sistema} = \sum Di / \sum i \quad (\text{Siendo } i \text{ el número de días del mes que se calcula la disponibilidad})$$

- Los datos para calcular el tiempo de interrupción se extraerán de la información que proporcione el Operador/Mantenimiento sobre las incidencias diarias.

5.3.2. Fiabilidad (F)

5.3.2.1. Definición

Indicador que evalúa la calidad técnica comercial en comparación con las condiciones técnicas para las que fueron proyectadas. En la evaluación de la fiabilidad se medirán las averías ocurridas en un intervalo de tiempo.

La Fiabilidad de los diversos Sistemas se realizará a través de la siguiente expresión:

$$F = \frac{MTBF \text{ real}}{MTBF \text{ teórico}}$$

Considerando la siguiente expresión para el cálculo del MTBF real:

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo de Servicio Programado del Sistema}}{N^{\circ} \text{ de averías del Sistema}}$$

Se considerará como avería para las instalaciones fijas, cualquier anomalía que se produce en un Sistema y que impide que éste funcione en las condiciones en las cuáles se proyectó.

Los MTBF's teóricos a considerar para los diversos Sistemas serán valores a definir por los adjudicatarios., teniendo que ser aprobados por la Administración.

Quedan excluidas del indicador aquellas averías causadas por factores externos al Sistema (mal uso, vandalismo, etc.)

5.3.2.2. Criterio de cálculo

Para el cálculo de la F se tendrá en cuenta:

- Tiempo de Servicio Programado del Sistema: Tiempo total (en horas) que según los términos contractuales, el Sistema está programado para proporcionar el servicio, en régimen de explotación normal. Se calculará

mediante el sumatorio de tiempo de funcionamiento de los Elementos esenciales del Sistema.

- N° de averías del Sistema: La imputación de las averías al subsistema se tratarán según proceso descrito en el capítulo "Evaluación, Verificación y Validación".

5.3.2.3. Forma de contabilizar la Fiabilidad

La Fiabilidad se realizará por meses naturales y para cada uno de los Sistemas.

La Fiabilidad se calculará durante todos los meses de Garantía normal y sus ampliaciones.

La Fiabilidad mensual se calculará mediante la relación del número total de averías y el tiempo de servicio del Sistema en cuestión.

5.4. NIVELES DE SERVICIO REQUERIDOS

5.4.1. Disponibilidad

Los valores requeridos para la Disponibilidad de los Sistemas:

SISTEMA	OBJETIVOS
Energía AT	$D \geq 98\%$
Electrificación	$D \geq 95\%$
Línea Aérea de Contacto	$D \geq 95\%$
Sistema de Señalización tranviaria	$D \geq 95\%$
Sistema de Semaforización	$D \geq 98\%$
Sistema de Control, supervisión y comunicaciones	$D \geq 95\%$
Sistema de Billetaje	$D \geq 95\%$
Sistema de SAE	$D \geq 95\%$
Sistema de Información al viajero	$D \geq 95\%$
Talleres	$D \geq 95\%$

Tabla 12_ Valores requeridos de Disponibilidad

5.4.2. Fiabilidad

Los valores requeridos para la Fiabilidad de los Sistemas:

SISTEMA	OBJETIVOS
Energía AT	F ≥ 98%
Electrificación	F ≥ 95%
Línea Aérea de Contacto	F ≥ 95%
Sistema de Señalización tranviaria	F ≥ 95%
Sistema de Semaforización	F ≥ 98%
Sistema de Control, supervisión y comunicaciones	F ≥ 95%
Sistema de Billetaje	F ≥ 95%
Sistema de SAE	F ≥ 95%
Sistema de Información al viajero	F ≥ 95%
Talleres	F ≥ 95%

Tabla 13_ Valores requeridos de fiabilidad

6. EVALUACIÓN, VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN

6.1. PROCESO GENERAL

El presente capítulo contiene el conjunto de estudios, análisis y tareas que los adjudicatarios deberán realizar con el fin de llevar a cabo la política de FDMS y alcanzar los objetivos establecidos. Las presentes directivas no exoneran a los integradores de los distintos Sistemas realizar el proceso según la normativa aplicable en cada caso.

Cada entidad responsable de cada Sistema propondrá una metodología para su política de FDMS que responda al ciclo de vida en "V" del Sistema.

El ciclo de vida del sistema es la secuencia a de fases, cada una de las cuáles contiene tareas que abarcan la vida completa de un sistema desde su concepto inicial hasta la retirada del servicio y la eliminación. Es ciclo de vida proporciona una estructura para la planificación, la gestión, el control y la supervisión de todos los aspectos del sistema. A continuación se detalla el esquema en "V" de tal ciclo de vida del sistema:



**Fuera del alcance del contrato salvo defectos en el periodo de garantía.*

La presente norma representa el ciclo de vida del sistema de forma secuencial. La rama descendente (lado izquierdo) es el desarrollo y consiste en el proceso de perfeccionamiento que finaliza con la fabricación de componentes del sistema. La rama ascendente (lado derecho) está relacionada con el montaje, la recepción y, finalmente, con el funcionamiento de todo el Sistema.



Fase	Ítem	Descripción
1	Concepto	Desarrollar un nivel de concepción del sistema
2	Definición del Sistema	Definir fronteras, condiciones, política, Plan de Seguridad...del sistema
3	Análisis de riesgos	Identificar los peligros asociados al sistema y establecer un proceso de gestión de los mismos
4	Requisitos del sistema	Especificar los requisitos del sistema y criterios de demostración y aceptación del sistema; establecer un programa de gestión FDMS
5	Distribución de los requisitos del Sistema	Definir los criterios de aceptación para los diversos Sistemas, componentes...
6	Diseño e implementación	Crear Sistemas y componentes que se ajusten a los requisitos; demostración que los componentes se ajustan a los requisitos
7	Fabricación	Poner en marcha un proceso de fabricación que produzca los componentes
8	Instalación	Montaje e instalación de los Sistemas
9	Validación del Sistema	Comprobar que la combinación total de Sistemas cumplen los requisitos y evaluación de datos. Marca le entrada en garantía.
10	Aceptación del sistema	Evaluar el cumplimiento de los requisitos globales del Sistema. Marca la salida de garantía.

Tabla 14_Ciclo de vida del sistema

6.2. EVALUACIÓN

El adjudicatario de cada Sistema propondrá una metodología para la Evaluación de la FDM que cumplirá con el siguiente proceso:

6.2.1. Primera fase

Se realizará un Análisis Preliminar de Criticidad con la contribución de las distintas entidades y de la explotación de la siguiente forma:

- Cada uno de las entidades de la Construcción y de la Explotación descompondrá su suministro a un nivel de detalle en el que el fallo de uno de los componentes conduzca a una acción en línea de mantenimiento o a una

acción de la operación y mantenimiento. Esta arborescencia es llamada LBS (Logistic Breakdown Structure).

- Cada componente de esta descomposición se evalúa sistemáticamente por su entidad respectiva. Un componente puede ser también una interfaz. La evaluación se realiza como sigue.
 - Cada elemento se clasifica según su nivel de adaptación según la tabla que se encuentra más adelante. En caso de adaptación, ésta se describe y se identifica el componente de referencia.
 - Cada elemento se clasifica de acuerdo con su nivel de gravedad con respecto a la perturbación del servicio, según la tabla que se encuentra más adelante.

Una vez este Análisis Causal ha sido realizado, se lleva a cabo la Predicción de la Disponibilidad de acuerdo con los siguientes pasos:

- Identificación de las perturbaciones al servicio que se generan por los componentes de los LBS's.
- Caracterización de las perturbaciones al servicio en términos de Frecuencia (MTBF), Tiempo medio de reparación (MTTR), Tiempo medio para restaurar el servicio (MTTRS) y Efectos en el Servicio.

Los objetivos de esta fase son:

- Identificar los elementos que son críticos para la Disponibilidad y caracterizarlos.
- Clasificar los componentes de las arborescencias de acuerdo con su nivel de adaptación y de impacto en la disponibilidad (por probabilidad de ocurrencia e indisponibilidad). Esta clasificación es una entrada para la siguiente fase.
- Evaluar el diseño preliminar y los principios de la Operación y el Mantenimiento.
- Alcanzar la exhaustividad en la identificación de las perturbaciones al servicio.
- Predecir la disponibilidad del sistema.

6.2.2. Segunda Fase

Los análisis detallados se llevan a cabo por cada entidad de acuerdo con los principios de los análisis de criticidad realizados en la primera fase. Estos análisis se realizan a los componentes identificados como críticos según su nivel de adaptación.

Los objetivos de esta fase son:

- Evaluar el diseño detallado.
- Confirmar que las adaptaciones de los requerimientos FDMS definidos para un sistema o componente ya existente confirman los datos FDMS proveídos en la primera fase.

La tabla que define el nivel de adaptación es la siguiente:

Nivel de Adaptación	Descripción
Nuevo	El componente presenta una nueva tecnología, un nuevo principio de operación o un nuevo principio de mantenimiento.
Adaptación hardware	El componente original está probado a nivel "caja negra". La tecnología o principio que soporta para operación y mantenimiento puede ser adaptado
Adaptación funcional	El componente original está probado. Sus funciones o tareas pueden ser adaptadas para la aplicación específica. No hay cambio de tecnología o de principio para la Operación y Mantenimiento.
Adaptación de parámetros (reparametrización)	El componente original está probado. Los valores de sus parámetros pueden ser modificados para adaptarlo a la aplicación. No hay cambio en la tecnología, función o principio de operación y mantenimiento.
Sin adaptación	El componente está probado y no requiere ninguna adaptación

Tabla 15_Nivel de adaptación del sistema

Y los estudios detallados a realizar son, por lo tanto, los siguientes, en función de la caracterización del fallo:



Adaptación \ Gravedad	Menor	Mayor	Crítico (Avería)
Nuevo	Aseguramiento de que el fallo es menor	Análisis de Mantenibilidad y Fiabilidad detallados	Análisis de Fiabilidad y Mantenibilidad detallados.
Adaptación hardware	Aseguramiento de que el fallo es menor	Análisis de Mantenibilidad y Fiabilidad detallados	Análisis de Fiabilidad y Mantenibilidad detallados.
Adaptación funcional	Aseguramiento de que el fallo es menor	Predicción de Fiabilidad, Modos Degradados y AMDEC	Predicción de Fiabilidad, Modos Degradados y AMDEC
Adaptación de parámetros (reparametrización)	Aseguramiento de que el fallo es menor	Predicción de Fiabilidad y Modos Degradados.	Predicción de Fiabilidad y Modos Degradados.
Sin adaptación	Aseguramiento de que el fallo es menor	Predicción de Fiabilidad y Modos Degradados.	Predicción de Fiabilidad y Modos Degradados.

Tabla 16_Adaptación- Gravedad del sistema

6.2.3. Tercera Fase

La tercera fase asegura que los objetivos y requerimientos FDMS del sistema son alcanzados. El Plan de Garantía de la Fiabilidad se propondrá conjuntamente con el Explotador/Mantenedor durante la fase de Construcción del Sistema.

6.2.4. Mantenibilidad

Los análisis de mantenibilidad son necesarios con el fin de cumplir los objetivos tras la puesta en servicio del Sistema. Los análisis serán puestos durante la fase de Construcción a la disposición del Operador/Mantenedor con el fin de recibir críticas y comentarios de mejora. El nivel de detalle y la aplicabilidad de estos estudios depende del grado de adaptación de los Sistemas, como se describe en apartados anteriores.

Seguidamente se describen los análisis a realizar.

6.2.4.1. Análisis de Mantenimiento Preventivo

Considerará todas las tareas del Plan de Mantenimiento de cada uno de los Sistemas y detallará:

- Tarea a realizar
- Frecuencia de realización

- Personal necesario y su calificación
- Número de horas-hombre necesarias y número de horas de indisponibilidad
- Lugar de realización (en sitio, en taller especializado, etc.).
- Opciones de accesibilidad (trabajo necesario preparar la zona a inspeccionar)
- Repuestos necesarios (piezas de parque, consumibles, etc.)
- Herramientas necesarias
- Referencia al Manual de Mantenimiento
- Referencia al código LBS

6.2.4.2. Análisis de Mantenimiento Correctivo

Para cada uno de los modos de fallo del AMDEC (Análisis de Modo de Fallo y Criticidades) se detallará:

- Referencia al código LBS
 - Referencia al código AMDEC
 - Tarea a realizar
 - Medios de detección y diagnóstico
 - Medios de prueba y verificación
 - Personal necesario y su calificación
 - Número total de horas-hombre necesarias para la reparación y número de horas de indisponibilidad intrínseca (sin tener en cuenta la capacidad logística)
 - Lugar de realización (en sitio, en taller especializado, etc.)
 - Opciones de accesibilidad (trabajo necesario preparar la zona a inspeccionar)
 - Repuestos necesarios (piezas de parque, consumibles, etc.)
 - Herramientas necesarias
-

- Referencia al Manual de Mantenimiento

El AMDEC (Análisis de Modo de Fallo Y Criticidades) es un método para analizar un proceso de fabricación, producto o maquina y obtener cuales son los puntos mas débiles del mismo. Centrándonos sobre el AMDEC Proceso, se expone a continuación el método operatorio: Se basa en enumerar primero todos los modos de fallo del mismo y anotarlos en una tabla.

Una vez anotados, se procederá a valorarlos según tres criterios:

- Criticidad del fallo
- Frecuencia de aparición
- Probabilidad de no-detección

6.2.4.3. *Lista de repuestos*

Resultante del estudio anterior resultará una Lista de Repuestos (o Catálogo de Piezas) de la siguiente forma:

- Mantenimiento preventivo:
 - Código LBS
 - Número de piezas en el suministro
 - Consumo unitario anual
 - Tiempo medio de revisión o nuevo suministro
- Mantenimiento correctivo:
 - Código LBS
 - Número de piezas en el suministro
 - Tasa de fallos unitaria
 - Tiempo medio de reparación o nuevo suministro
 - Lista de piezas de parque (necesarias para la disponibilidad):
 - Código LBS

- Número de piezas en el suministro

Nota: La presente lista no recomienda cuáles han de ser las cantidades para disponer. Esta lista proporciona las informaciones necesarias para la elección del número necesario por parte del Explotador según su política de stock.

6.2.4.4. *Lista de Herramientas*

Resultante de los estudios del mantenimiento preventivo/correctivo resultará una Lista de Herramientas de la siguiente forma:

- Mantenimiento preventivo:
 - Identificación herramienta
 - Descripción herramienta
- Mantenimiento correctivo:
 - Identificación herramienta
 - Descripción herramienta

Nota: La presente lista no recomienda cuáles han de ser las cantidades para disponer. Esta lista proporciona las informaciones necesarias para la elección del número necesario por parte del Consorcio de Explotación según su política de gestión. Bajo la designación de "herramientas" se incluyen también las de software.

6.3. DOCUMENTACIÓN

El contratista deberá entregar incluido en su Plan FDMS, documentación que especifique:

- Gestión de la Garantía
 - La política y estrategia destinada a cumplir los requisitos FDMS
 - El alcance del Programa
 - Una descripción del Sistema
 - El ciclo de vida del Sistema
 - Las funciones, responsabilidades, competencias y relaciones con los diversos actores del Sistema
-

- Interfaces con otros programas y planes relacionados del sistema
- Los planes para la gestión de los subcontratistas
- Fiabilidad
 - Análisis y la predicción de la Fiabilidad del sistema
 - Análisis funcional y la definición de fallos del sistema
 - Análisis de fallos de causa común o el de fallos múltiples
 - Análisis de las interfaces hombre-sistema
 - Valores MTBF teóricos
 - Pruebas de demostración de la Fiabilidad
- Disponibilidad
 - Análisis y la predicción de la Disponibilidad del sistema
 - Pruebas de demostración de la Disponibilidad
- Mantenibilidad
 - Análisis y predicción de la Mantenibilidad
 - Consideraciones de mantenibilidad requeridas por el sistema
 - Establecimiento de la estrategia de Mantenimiento
 - Establecimiento de la política de repuestos y recursos de apoyo
 - Establecimiento de las condiciones de mantenimiento
 - Precauciones para la seguridad del personal
 - Requisitos del Programa de formación
- plan de mantenimiento

El Contratista preparará y presentará para la revisión y aceptación de la Administración un Plan de Mantenimiento del Sistema que maximice la disponibilidad y seguridad del Sistema y que minimice los costes operativos. El Plan de mantenimiento

del sistema reflejará los requisitos específicos del Contratista y incluirá una descripción detallada de las estrategias de operación y procedimientos generales.

7. PLAN DE SEGURIDAD

Para cada Sistema se realizará un Plan de Seguridad. Dicho Plan servirá para la Predicción de la Fiabilidad y el análisis del Mantenimiento Correctivo.

Se incluirán notas indicando cuál es la procedencia de la información relativa a las distintas tasas de fallo (experiencia previa, normativa, etc.)

Para cada una de las distintas categorías de fallos que se indican en el apartado siguiente se realizará una Previsión de Fiabilidad.

7.1. CONCEPTO DE RIESGO

El concepto de riesgo se debe considerar según la combinación de dos elementos:

- La probabilidad de ocurrencia de un suceso o una combinación de sucesos que conduzcan a un peligro, o la frecuencia de tal ocurrencia;
- La consecuencia del peligro

7.2. ANÁLISIS DE RIESGOS

7.2.1. Documentación

El análisis de riesgos será igualmente aplicable para cada Sistema, y se debe realizar en diversas fases del ciclo de vida del sistema por la autoridad responsable de dicha fase. La documentación que debe contener el estudio, como mínimo:

- La metodología de análisis;
 - Las hipótesis, las limitaciones y la justificación;
 - Los resultados de la identificación de peligros;
 - Los resultados del cálculo de riesgos y sus niveles de confianza;
 - Los resultados de los estudios de ponderación;
 - Los datos, sus fuentes y sus niveles de confianza;
 - Referencias.
-

7.2.2. Frecuencia de sucesos

A continuación se muestra en términos cuantitativos, categorías típicas de la probabilidad o de la frecuencia con que se da un suceso de peligro, como una descripción de cada categoría correspondiente al sistema. Las categorías, sus números y la graduación numérica deberán definirse en acuerdo con el operador del Tranvía de Cuenca.

Categoría	Descripción
Frecuente	Es probable que ocurra con frecuencia. El peligro se experimentará continuamente.
Probable	Se dará varias veces. Puede esperarse que el peligro ocurra con frecuencia.
Ocasional	Es probable que se dé varias veces. Puede esperarse que el peligro ocurra varias veces.
Remoto	Es probable que se de alguna vez en el ciclo de vida del sistema. Puede razonablemente que el peligro ocurra.
Improbable	El improbable, aunque posible que ocurra. Puede suponerse que el peligro ocurrirá excepcionalmente.
Increible	Es extremadamente improbable que ocurra. Puede suponerse que el peligro pueda no ocurrir.

Tabla 17_Frecuencia de sucesos

7.2.3. Gravedad del peligro

El análisis de consecuencias se debe utilizar para calcular el impacto probable. La siguiente tabla describe los niveles típicos de gravedad de los peligros y las consecuencias asociadas a cada nivel de gravedad para los Sistemas que tratamos. El número de niveles de gravedad y las consecuencias de cada nivel de gravedad que se aplique deberá definirse en acuerdo con el operador del Tranvía de Cuenca.

Nivel de Gravedad	Consecuencia para las personas o el Medio Ambiente	Consecuencia para el Servicio
Catastrófico	Víctimas Mortales y/o múltiples heridas graves y/o daños importantes al medio ambiente	
Crítico	Una sola víctima mortal y/o daños señalados al medio ambiente	Pérdida de un sistema principal
Mínimo	Heridas menores y/o peligro señalada al medio ambiente	Daño grave al sistema o sistemas
Insignificante	Posible herida menor	Daño menor al sistema

Tabla 18_Nivel de gravedad del peligro

7.3. EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE RIESGOS

A continuación se especifica la matriz frecuencia-consecuencia como herramienta para la evaluación de los resultados del análisis, la categorización, las acciones para la reducción o la eliminación de los riesgos.

La evaluación de riesgos se deberá realizar combinando la frecuencia con la que ocurre un suceso peligroso con la gravedad de sus consecuencias, a fin de establecer el nivel de riesgo generado por el suceso amenazante.

Frecuencia de ocurrencia de un suceso amenazante	Niveles de riesgo			
	Frecuente			
Probable				
Ocasional				
Remoto				
Improbable				
Increíble				
	Insignificante	Mínimo	Crítico	Catastrófico
	Niveles de Gravedad de las Consecuencias del Peligro			

Tabla 19_ Tabla Modelo para Frecuencia de ocurrencia de un suceso

En la siguiente tabla se definen las categorías cualitativas de riesgo así como las acciones que deben tomarse ante cada categoría. El adjudicatario de cada Sistema deberá acordar con el operador del tranvía de Cuenca la tolerabilidad de los riesgos, así como los niveles que se incluyan en cada categoría.

Categoría de Riesgo	Acciones que se deberán tomar ante cada categoría
Intolerable	Debe eliminarse
No Deseable	Sólo debe aceptarse cuando la reducción del riesgo sea impracticable, y con el acuerdo del operador del tranvía (o del Organismo Regulador de la seguridad, según proceda)
Tolerable	Aceptable con un control adecuado y con el acuerdo del operador del tranvía
Insignificante	Aceptable con/sin el acuerdo del operador del tranvía

Tabla 20_ Categoría de riesgo



A continuación se muestra un ejemplo de evaluación de riesgos y de reducción /control de riesgos, a modo de sugerencia para los diferentes Sistemas:

Frecuencia de ocurrencia de un suceso amenazante	Niveles de riesgo			
	Frecuente	No deseable	Intolerable	Intolerable
Probable	Tolerable	No deseable	Intolerable	Intolerable
Ocasional	Tolerable	No deseable	No deseable	Intolerable
Remoto	Insignificante	Tolerable	No deseable	No deseable
Improbable	Insignificante	Insignificante	Tolerable	Tolerable
Increíble	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Insignificante
	Insignificante	Mínimo	Crítico	Catastrófico
	Niveles de Gravedad de las Consecuencias del Peligro			

Tabla 21_ Frecuencia de ocurrencia de un suceso

La graduación de la frecuencia con la que ocurre un suceso de peligro, dependerá del sistema que se trate, tal y como se ha mencionado en el apartado de análisis de riesgos.