

LIBRO: PRY. PROYECTO
TEMA: CAR. Carreteras
PARTE: 13. PROYECTO DE SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE
TÍTULO: 01. Sistemas Inteligentes de Transporte
CAPÍTULO: 004. Criterios para el Diseño de Sistemas de Equipamiento de los Sistemas Inteligentes de Transporte

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los criterios para el diseño de los proyectos de equipamiento de los sistemas inteligentes de transporte (ITS por sus siglas en inglés, *Intelligent Transport Systems*) para carreteras, que realiza la Secretaría con recursos propios o mediante un Contratista de Servicios.

B. DEFINICIONES

B.1. PAGO DE PEAJE Y PEAJE ELECTRÓNICO (TELEPEAJE)

Son sistemas que son incorporados en autopistas de cuota, donde en las plazas de cobro permiten recibir pagos en efectivo y con tarjeta bancaria. El sistema permite cobrar, administrar y gestionar los pagos de peaje que realizan los usuarios.

El sistema de telepeaje funciona mediante pagos electrónicos que se realizan a través de transpondedores de telepeaje que el usuario incorpora dentro de su vehículo, este sistema permite automatizar los cruces por las plazas de cobro, reduciendo el tiempo de cruce.

B.2. PAGO ELECTRÓNICO DE AMPLIA APLICACIÓN

Sistema de pago electrónico basado en la utilización de transpondedores de telepeaje de los proveedores de telepeaje, para adquirir productos y servicios distintos al pago de peajes en las autopistas de cuota; estos pueden ser pagos de combustibles, tiendas de conveniencia, entre otros.

B.3. SISTEMA DE COMUNICACIÓN PARA EMERGENCIAS

Son sistemas de comunicación de emergencia, diseñadas para operar a la intemperie, ofrecen comunicación directa al centro de control de la autopista, túnel, carretera o vía urbana, esta comunicación es de dos vías por medio de un intercomunicador que se conecta por la red de comunicaciones. Son instalados especialmente donde no hay cobertura celular comercial existente y en túneles inteligentes.

B.4. ESTACIÓN DE TOMA DE DATOS (ETD)

Sistema especializado en medir el aforo de las autopistas, carreteras o vías urbanas y la clasificación del tránsito. Estos sistemas pueden funcionar bajo diversas tecnologías, entre ellas se encuentran espiras y controlador; radar y cámaras, entre otros.

B.5. CÁMARA DE VIDEO PARA RECONOCIMIENTO DE PLACAS

Sistema especializado en reconocer placas de vehículos; el sistema se basa en tecnología de lectura de caracteres por medio de cámaras IP que se conectan a la red de comunicaciones y a su vez la imagen es procesada por software especializado.

B.6. CÁMARAS DE VIDEO PARA VIGILANCIA

Cámaras de video vigilancia electrónicos de video que registran y transmiten imágenes a colores o en blanco y negro, desde un sitio en el que se requiere atención y cuidado especial para el reconocimiento, monitorización e identificación de la infraestructura carretera y la seguridad de los usuarios, pueden ser fijas o PTZ, (PTZ por sus siglas en inglés, *Pan-Tilt-Zoom*) que proporcionan la funcionalidad de movimiento vertical (*tilt*) y horizontal (*pan*), dando la libertad de mover la cámara en trescientos sesenta (360) grados en el eje horizontal y noventa (90) grados en el vertical, además de proporcionar acercamiento por medio del lente instalado.

B.7. CÁMARAS DE VIDEO PARA DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCIDENTES

Es un sistema conformado por equipos electrónicos de video que registran, detectan y transmiten automáticamente incidentes en carreteras, vías urbanas y/o túneles, mediante el análisis continuo de las imágenes que son recibidas de ellas, las cuales tienen la capacidad de emitir alarmas cuando exista algún evento predefinido.

B.8. SISTEMA DE TABLEROS ELECTRÓNICOS DE SEÑALAMIENTO

El sistema de tableros electrónicos de señalamiento, consisten en un tablero electrónico formado por una matriz completa de diodos emisores de luz (LED's), que tiene por objeto informar al usuario mediante mensajes luminosos en forma de texto, símbolos, señales verticales, entre otros.

B.9. SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO (WIM)

El sistema de pesaje dinámico (WIM por sus siglas en inglés, *Weighing Inspecting and Marking*) permite el pesaje y clasificación de vehículo sin interrumpir el flujo de tráfico, el sistema puede llegar a tener una precisión mayor del noventa y cinco (95) por ciento. El sistema puede funcionar para fines estadísticos, programación de mantenimientos preventivos y/o para evaluar posibles usuarios que excedan el peso permitido para el cual fue diseñada la autopista, carretera o vía urbana.

B.10. DETECTORES DE VELOCIDAD (CINEMOMETROS)

Sistema que puede ser conformado por un radar que utiliza el efecto doppler o una mezcla de radar doppler-cámara para medir la velocidad de los vehículos para uno o múltiples carriles, donde son configurados para emitir alarmas cuando un vehículo exceda los umbrales definidos en el software; además son capaces de realizar conteo, detectar dimensiones, cambios de carril, placas y foto de contexto (en caso de que exista cámara).

B.11. ESTACIONES DE SENSORES DE VARIABLES ATMOSFERICAS EN CARRETERA

Las estaciones de sensores de variables atmosféricas en carretera (SEVAC), son las encargadas de muestrear las variables atmosféricas y el estado de la calzada en los sistemas de control de tránsito.

Los sensores que componen una estación de sensores de variables atmosféricas en carreteras, pueden basarse en diferentes tecnologías y principios de medida para obtener las características físicas para las que cada uno está diseñado.

B.12. PUNTUACIÓN PROMEDIO DE OPINIÓN

El punto promedio de opinión (MOS por sus siglas en inglés, *Mean Opinion Score*) es una medición en el dominio de la calidad de la experiencia e ingeniería de telecomunicaciones la cual representa la calidad en general de un sistema. Se basa en la obtención de resultados a través de encuestas realizadas a personas y se basan en una evaluación subjetiva de la calidad del sistema.

Comúnmente se utiliza para evaluar sistemas de video, audio y audiovisuales.

B.13. ZONA DE DETECCIÓN

Es la distancia en el que el usuario es capaz de identificar el sistema de tableros electrónicos de señalamiento.

B.14. ZONA DE LECTURA Y DECISIÓN

Es la zona donde el usuario es capaz de leer, comprender y tomar una decisión al observar el mensaje del sistema de tableros electrónicos de señalamiento. Los usuarios necesitan aproximadamente un segundo por palabra para leer y comprender el mensaje

B.15. ZONA FUERA DEL CAMPO DE VISIÓN

Es la zona donde el usuario ya no puede leer el mensaje, debido al ángulo de visión, la estructura y el posicionamiento lateral del sistema de tableros electrónicos de señalamiento.

B.16. TRANSPONDEDOR DE TELEPEAJE

Es un dispositivo electrónico capaz de almacenar, recibir y transmitir datos a través de señales de radiofrecuencia, y de comunicarse con antenas de telepeaje; se instala en los vehículos que transitan por las carreteras y vías urbanas. Está formado por un circuito electrónico, una antena, una cubierta protectora y, en su caso, una batería.

B.17. DETECCIÓN DE HUMO, DIÓXIDO DE CARBONO Y ÓXIDO DE NITRÓGENO

Subsistema encargado de detectar humo, dióxido de carbono y óxidos de nitrógeno dentro de túneles inteligentes, el subsistema está compuesto por la red de sensores, controladores y el software que lo administra dentro del centro de control.

B.18. EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN

Subsistema compuesto por ventiladores de chorro capaces de expulsar humos y gases que se encuentren dentro de túneles. Este subsistema puede funcionar de forma automática por medio de las mediciones que realizan los sensores instalados dentro de un túnel o de forma manual desde el centro de control.

B.19. ILUMINACIÓN

Subsistema que dentro de su alcance el proveer, administrar y controlar la iluminación dentro de un túnel y galerías.

B.20. OPACÍMETROS

Subsistema compuesto por una red de sensores capaces de detectar el nivel de visibilidad, los cuales estarán monitoreados por el controlador y este a su vez tendrá la capacidad de reportar todo el monitoreo al centro de control y estar en coordinación con el subsistema de ventilación.

B.21. EQUIPOS DE MEGAFONÍA

Subsistema conformado por altavoces, amplificadores, micrófonos y software, el objetivo es informar de forma auditiva a los usuarios de situaciones de pre emergencia o emergencias que se encuentran dentro de un túnel y/o galerías de evacuación, así como en plazas de cobro para vehículos eludidos.

B.22. CONTROL DE GÁLIBO

Subsistema conformado por pórticos que detectan la altura y la dimensión de los vehículos que transitan por la carretera o vía urbana. El sistema es capaz de identificar por medio de una cámara de reconocimiento automático de matrículas (ANPR por sus siglas en inglés, *Automatic Number Plate Recognition*) los vehículos y a su vez informar a los usuarios que no cumplan con el gálibo especificado en túneles o estructuras, por medio de señalización variable.

B.23. EQUIPOS DE SEGURIDAD DE BOMBEO, HIDRANTES, EXTINTORES, ESTACIONES ELÉCTRICAS Y EQUIPOS DE GESTIÓN CENTRALIZADOS (EXTINCIÓN DE INCENDIOS)

El subsistema de extinción de incendios tiene dentro de su alcance la detección temprana y en su caso extinguir incendios.

Está compuesto por una red de sensores de detección de incendios, red de hidrantes, extintores, equipo eléctrico y almacenamiento de agentes de extinción de incendios.

El subsistema es capaz de informar cualquier incendio al centro de control para ejecutar los protocolos correspondientes de preemergencia, emergencia, entre otros.

B.24. LISTAS BLANCAS

Son los archivos que contienen la relación de transpondedores de telepeaje activos y que pueden ser usados como medio de pago del servicio, por ejemplo, los exentos de pago o que cuentan con el saldo suficiente para cubrir el peaje una vez clasificados.

B.25. LISTAS GRISES

Son los archivos que contienen la relación de transpondedores de telepeaje activos y que pueden ser usados como medio de pago del servicio, pero no cuentan con saldo para cubrir el peaje.

B.26. LISTAS NEGRAS

Son los archivos que contienen la relación de transpondedores de telepeaje bloqueado por alguna razón, por ejemplo, fraude, adeudos, inactividad, fallas de funcionamiento, etc.

B.27. PIXEL

Término utilizado en sistemas de video para referirse a la unidad más pequeña que compone una imagen. Su símbolo o abreviatura es *p*.

C. REFERENCIAS

Son referencia de esta Norma, las siguiente leyes y normas:

- Ley Federal de Protección al Consumidor

Normas oficiales mexicanas:

- NOM-001-SCT-2-2016, *Placas metálicas, calcomanías de identificación y tarjetas de circulación empleadas en automóviles, tractocamiones, autobuses, camiones, motocicletas, remolques, semirremolques, convertidores y grúas, matriculados en la República Mexicana, licencia federal de conductor, calcomanía de verificación físico-mecánica, listado de series asignadas por tipo de vehículo, servicio y entidad federativa o dependencia de gobierno, especificaciones y método de prueba.*
- NOM-012-SCT-2-2017, *Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.*
- NOM-001-SEDE-2012, *Instalaciones Eléctricas (Utilización).*

Norma mexicana:

- NMX-J-529-ANCE-2006, *Grados de Protección Proporcionados por los Envoltentes (Código IP)*

Normas Internacionales:

- IEC 62262 2002, *Calificaciones de los Grados de Protección Estándar IEEE 802.3af, (Power over Ethernet), IEEE Standard for Information Technology - Telecommunications and Information Exchange Between Systems - Local and Metropolitan Area Networks - Specific Requirements - Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications - Data Terminal Equipment (DTE) Power Via Media Dependent Interface (MDI), 802.3at (PoE+), IEEE Standard for Information technology-- Local and metropolitan area networks-- Specific requirements-- Part 3: CSMA/CD Access Method and Physical Layer Specifications Amendment 3: Data Terminal Equipment (DTE) Power via the Media Dependent Interface (MDI) Enhancements, 802.3bt Tipo 3 (4PPoE), IEEE Standard for Ethernet Amendment 2: Physical Layer and Management Parameters for Power over Ethernet over 4 pairs o 802.3bt, IEEE Standard for Ethernet Amendment 2: Physical Layer and Management Parameters for Power over Ethernet over 4 pairs.*
- NTCIP 1206, *Object Definitions for Data Collection and Monitoring (DCM) Devices.*
- NTCIP 1209, *Object Definitions for Transportation Sensor Systems (TSS).*
- NTCIP 1204, *Environmental Sensor Station (ESS) Interface Protocol.*
- NFPA 502, *Standard for Road Tunnels, Bridges, and Other Limited Access Highways.*

Además, esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS	DESIGNACIÓN
Crterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte	N-PRY-CAR-13-01-002
Crterios para el Diseño de Sistemas de Comunicaciones de los Sistemas Inteligentes de Transporte.....	N-PRY-CAR-13-01-003
Cámaras de Vídeo	N-CTR-CAR-1-11-003
Tableros de Señalamiento Variable con LED's	N-EIP-1-01-001
Tableros de Señalamiento Cambiable con LED's	N-EIP-1-01-002
Tableros de Señalamiento de Encendido-Apagado con LED's	N-EIP-1-01-003
Antenas de Telepeaje	N-EIP-1-01-007
Transpondedores de Telepeaje	N-EIP-1-01-008
Unidad Central de Procesamiento del Sistema de Telepeaje	N-EIP-1-01-009
Cámaras de Vídeo para Reconocimiento de Placas	N-EIP-1-01-011

Cámaras de Video para Detección Automática de Accidentes	N-EIP-1-01-012
Protocolos de Comunicación para Tableros de Señalamiento Variable con LED's. N-EIP-2-01-001	
Protocolos de Comunicación para Tableros de Señalamiento Cambiable con LED's.....	N-EIP-2-01-002
Protocolos de Comunicación para Tableros de Señalamiento de Encendido-Apagado con LED's	N-EIP-2-01-003
Protocolos de Comunicación para Tableros de Señalamiento de Velocidad Variable con LED's	N-EIP-2-01-004
Protocolos de Comunicación para Tableros de Señalamiento de Velocidad con Velocidad Real con LED'	N-EIP-2-01-005
Protocolos de Comunicación para Tableros de Señalamiento de Tiempo Estimado de Viaje con LED's	N-EIP-2-01-006
Protocolos de Comunicación para Antenas de Telepeaje	N-EIP-2-01-007
Protocolos de Comunicación para Transpondedores de Telepeaje	N-EIP-2-01-008
Protocolos de Comunicación para la Unidad Central de Procesamiento del Sistema de Telepeaje.....	N-EIP-2-01-009
Protocolos de Comunicación para la Unidad Central de Procesamiento del Sistema de Pesaje Dinámico y Dimensionamiento Vehicular	N-EIP-2-01-012

D. CRITERIOS PARTICULARES PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA INTELIGENTE DE TRANSPORTE.

D.1. COBRO DE PEAJE Y COBRO ELECTRÓNICO DE PEAJE (TELEPEAJE)

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

El sistema de peaje y telepeaje además de cumplir con los requisitos de calidad indicados en las Normas N-EIP-1-01-007, *Antenas de Telepeaje*, N-EIP-1-01-008, *Transpondedores de Telepeaje*, y N-EIP-1-01-009, *Unidad Central de Procesamiento del Sistema de Telepeaje*, cumplirá con lo siguiente.

D.1.1. Funcionalidades

Las funcionalidades aplicables al sistema de cobro de peaje y cobro electrónico de peaje y telepeaje se detallan en los siguientes párrafos:

D.1.1.1. Costo

Se seleccionará el diseño que represente el costo más bajo, a corto, mediano y largo plazo, relativo a la adquisición, operación y mantenimiento del equipo.

D.1.1.2. Medios de cobro

Los sistemas de peaje, permitirán el cobro de peaje a través de efectivo, tarjeta de débito o crédito y pago electrónico de peaje (telepeaje), además de estar preparados con el hardware necesario para el cobro mediante códigos QR, en el que el cliente escaneará el código QR que generará el equipo de cobro. Los comprobantes fiscales, por su parte, se originarán en la impresora habitual, como ocurre con las tarjetas y el pago en efectivo.

D.1.1.3. Rastreabilidad de transacciones

Cada transacción de peaje o telepeaje contará con un identificador único que permita rastrear completamente la transacción desde su origen y hasta su facturación, el identificador deberá ser diferente al generado en cualquier otra concesionaria.

D.1.1.4. Integración con equipamiento de piso

El sistema de telepeaje formara parte de los equipos periféricos del controlador de carril, de tal forma que el mantenimiento del sistema de peaje y telepeaje a nivel carril sea proporcionado por un único proveedor.

D.1.1.5. Software de gestión empresarial - Backoffice

El software estará integrado por los módulos que se describen en la Tabla 1 de esta Norma y la selección del Backoffice estará basada en los requerimientos de trazabilidad de las transacciones, disponibilidad y seguridad de los datos, así como de la automatización de procesos, de forma que permita consultar la información generada por sus diferentes módulos, en tiempo real y generar reportes predefinidos y personalizados, de esta forma buscará cumplir con lo siguiente:

- Trazabilidad de las transacciones y procesos,
- automatización de los procesos, incluidos los de las interfaces entre actores para intercambio de información,
- optimización de procesos,
- interfaces con sus diferentes módulos (integración de módulos),
- manejo de información en “tiempo real,
- reportes personalizados.

TABLA1.- Módulos del software de gestión empresarial - Backoffice

Módulo	Funcionalidades
Administración	Categorías vehiculares (I) Gestión de usuarios del sistema. (II) Gestión de proveedores. (III) Configuración del sistema. (IV) Gestión de categorías y tarifas. (V) Configuraciones generales. (VI) Dispositivos (fallas, alertas, disponibilidad, etc.).
Mantenimiento	(I) Información general del estado y alarmas de equipos. (II) Monitoreo de equipos críticos. (III) Altas y bajas de dispositivos. (IV) Informes de disponibilidad de equipos principales, incidencias.

(Continúa Tabla 1)

TABLA1.- Módulos del software de gestión empresarial - Backoffice

Módulo	Funcionalidades
Intercambio de Información	<ul style="list-style-type: none"> (I) Listas blancas, grises y negras. (II) Detalles de transacciones. (III) Historial de cruces por transpondedores de telepeaje. (IV) Detalles de validaciones, conciliaciones y controversias.
Gestión de transacciones y aforos	<ul style="list-style-type: none"> (I) Volúmenes de aforo. (II) Registro en base de datos de transacciones inexistentes (transacciones falsas) y marchas atrás. (III) Gestión completa de los exentos. (IV) Información del estado de las transacciones (validación, conciliación, controversias, facturación, etc.). (V) Historial de eventos de transacciones. (VI) Implementación del identificador único de transacciones (trazabilidad de las transacciones).
Validación y conciliación	<ul style="list-style-type: none"> (I) Integración de una herramienta de validación de transpondedores de telepeaje en el sistema. (II) Incorporación de una secuencia de video de cada transacción. (III) Seguimiento de las validaciones y conciliaciones, incluyendo las de telepeaje. (IV) Incluir filtros para búsquedas particulares de video. (V) Trazabilidad de las validaciones internas y conciliaciones incluidas las de Telepeaje. (VI) Validación manual de todas las violaciones, reclasificaciones del cobrador y los estados de cuenta. (VII) Utilización de la información histórica de placas para la validación. (VIII) Automatización de la interfaz para optimizar el proceso de conciliación, una vez validado. (IX) Ejecución del proceso de validación en tiempo real, con indicación de la cuenta por cobrar. (X) Generación de cédula de validación, con los montos validados y los ajustes realizados. (XI) Optimización de los procesos de conciliación con

(Continúa Tabla 1)

TABLA1.- Módulos del software de gestión empresarial - Backoffice

Módulo	Funcionalidades
Validación y conciliación	(XII) telepeaje. (XIII) Automatización en el envío de las cédulas de validación de telepeaje. (XIV) Cierre diario desde el punto de vista de explotación de la información.
Controversias	(I) Gestión de video integrada, para la resolución y validación automática y manual de controversias. (II) Resolución de controversias con las entidades bancarias o directamente con los usuarios. (III) Conciliación con operadores de telepeaje interoperables. (IV) Solicitudes de aclaraciones y dictaminación de controversias. (V) Posibilidad realizar directamente la resolución de controversias con los usuarios. (VI) Dos estados de conciliación con telepeaje: (I) con el noventa (90) por ciento de las transacciones, que son cobrables (validación automática) y (II) con la validación manual de todo el día.
Facturación	(I) Trazabilidad entre las facturas de los usuarios y las transacciones. (II) Trazabilidad de las facturas con las remesas para las entidades bancarias y los depósitos. (III) Funcionalidades de consulta y validación de facturas. (IV) Informes: estado de la transacción, estado de facturación y monto de facturación.
Remesas y depósitos	(I) Automatización y referenciación del proceso de depósitos con las entidades bancarias. (II) Dos remesas al día por entidad bancaria: (I) con el noventa (90) por ciento de las transacciones que son cobrables (validación automática) y (II) con la validación manual de todo el día. (III) Trazabilidad de los depósitos realizados contra las remesas bancarias. (IV) Trazabilidad transacciones, remesas, depósitos y facturas

(Continúa Tabla 1)

TABLA1.- Módulos del software de gestión empresarial - Backoffice

Módulo	Funcionalidades
Informes	(I) Personalización y flexibilidad de la información en los reportes, mediante aplicación de filtros. (II) Propuesta de informes mínimos a considerar en el sistema de Backoffice de manera automática.

D.1.2. Rango de operación

Referirse al Inciso D.2.7. de la Norma N·PRY·CAR·13·01·002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte.*

D.1.3. Integración y escalabilidad

Referirse al Inciso D.2.8. de la Norma N·PRY·CAR·13·01·002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte.*

D.1.4. Fiabilidad

Los sistemas de peaje y telepeaje tendrán un mínimo de exactitud del noventa y nueve coma nueve (99,9) por ciento en detección de vehículos y un noventa y cinco (95) por ciento en clasificación de vehículos; la comprobación se realizará con la información del aforo mensual dictaminado por carril y sin considerar las discrepancias no atribuibles al equipo, como los balanceos, detecciones erróneas, violaciones y cualquier otra circunstancia no atribuible a los equipos.

Además, se considerarán los siguientes aspectos para el mantenimiento de la fiabilidad del cobro de peaje y cobro electrónico de peaje (telepeaje):

D.1.4.1. Calibración pruebas de funcionamiento

El contratista presentará a la Secretaría un protocolo de puntos de inspección (PPI) para ser revisado, una vez que éste sea aprobado por la Secretaría, podrá ser ejecutado con la finalidad de aprobar el funcionamiento del sistema.

D.1.4.2. Vida útil

El contratista presentará un análisis de la vida útil del sistema, de cada uno de los equipos y soportes que lo componen.

D.1.4.3. Mantenimiento

El contratista presentará un programa de mantenimiento preventivo a ser implementado durante la operación del sistema de forma anualizada y mensual, además de presentar el stock mínimo para llevar a cabo actividades de mantenimiento preventivo.

El BackOffice contará con las siguientes características:

- Base de datos distribuida;
- replicación transaccional de base de datos de forma que un fallo en uno de los servidores de base de datos no impida a los usuarios seguir utilizando la información;
- redundancia física y virtual, separada en centro de control y centro de respaldo, incluyendo fuentes de alimentación y ventilación, entre otros;

- protección contra acceso no autorizado;
- roles para el control de acceso;
- uso de técnicas de cifrado;
- bitácora con registro de operaciones para facilitar la auditoria de la base de datos;
- políticas de seguridad;
- los datos deben ser auditables;
- debe permitir trazabilidad de las actuaciones sobre la base de datos;
- redundancia en fuente de alimentación y ventiladores con intercambio de los mismos, sin detención de la operación del sistema (hot-swap);
- generación de reportes personalizados.

D.1.5. Capacidad

El sistema estará dimensionado de tal forma que cada carril de la plaza de cobro, pueda procesar el número de transacciones proyectadas como máximas para cada carril.

D.1.6. Ubicación

Las antenas de telepeaje se instalarán al menos a treinta y cinco (35) metros antes de la barrera de salida del carril de peaje y recibirán y transmitirán información desde una altura de cinco coma cinco (5,5) metros o mayor, medida desde la parte inferior de la antena al punto más alto de la superficie del arroyo vial.

El ángulo de instalación de la antena de telepeaje será el que se determine durante la calibración de la misma y que permita recibir y transmitir información dentro del área de cobertura establecida y evite interferencias con otras áreas de cobertura.

D.1.7. Seguridad

Referirse al Inciso D.2.9. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.1.8. Comunicaciones

La UCP del sistema de telepeaje en su comunicación con los equipos que formen el sistema de telepeaje, cumplirá con lo indicado en la Norma N-EIP-2-01-009, *Protocolos de Comunicación para la Unidad Central de Procesamiento del Sistema de Telepeaje*.

D.1.9. Protocolos de comunicación

Los protocolos que se utilizarán se basarán en las Normas N-EIP-2-01-007, *Protocolos de Comunicación para Antenas de Telepeaje*, N-EIP-2-01-008, *Protocolos de Comunicación para Transpondedores de Telepeaje* y N-EIP-2-01-009, *Protocolos de Comunicación para la Unidad Central de Procesamiento del Sistema de Telepeaje*.

D.1.10. Temperatura de operación

Referirse al Inciso D.2.7. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.1.11. Grados de protección

Además de considerar la protección contra la intemperie, para los gabinetes, soportes y accesorios, se considerará la protección anti vandálica de los gabinetes y equipos con riesgo de vandalismo, contando estos con un grado de protección IK10 conforme a la norma IEC 62262 2002, *Calificaciones de los grados de protección*.

También se considerarán los lineamientos expuestos en el Inciso D.2.5. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.1.12. Autonomía

El sistema de peaje y telepeaje a nivel de carril tendrá una autonomía ante falta de comunicación con la Plaza de cobro de al menos cinco (5) días sin intervención del manteniendo correctivo y de al menos treinta (30) minutos con sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS por sus siglas en inglés, *Uninterruptible Power Supply*) y de treinta y seis (36) horas por planta de emergencia ante falta de alimentación eléctrica.

El sistema de telepeaje funcionando en modo autónomo ante falta de comunicación para la actualización de listas y cruces, únicamente aceptará transpondedores de telepeaje como válidos, los que se encuentren ligados a cuentas de postpago.

D.2. PAGO ELECTRÓNICO DE AMPLIA APLICACIÓN

D.2.1. Funcionalidades

A continuación, se detallarán las funcionalidades para el funcionamiento del pago electrónico de amplia aplicación:

D.2.1.1. Comercios de aceptación

Los sistemas de pago de amplia aplicación permitirán el pago de otros servicios, mediante el uso de transpondedores de telepeaje, pudiendo implementarse en comercios que ofrezcan auto servicio, como es el caso de gasolineras, comida rápida, estacionamientos, y en general comercios que cuenten con lectoras de transpondedores de telepeaje compatibles con los protocolos de telepeaje.

D.2.1.2. Modos de cobro

Los cobros por los servicios prestados se cargarán a la cuenta de prepago o postpago del usuario de telepeaje. Las comisiones por interoperabilidad y adquisición, serán establecidas en los convenios de los diferentes prestadores de servicios.

D.2.1.3. Rastreabilidad de transacciones

Cada transacción contará con un identificador único que permita rastrear completamente la transacción desde su origen y hasta su facturación, el identificador deberá ser diferente al generado en cualquier otro comercio.

D.2.2. Rango de operación

Referirse al Inciso D.2.7. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.2.3. Integración y escalabilidad

Referirse al Inciso D.2.8. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.2.4. Fiabilidad

Los sistemas de pago de amplia aplicación permitirán generar transacciones automáticas de acuerdo con las políticas de cada comercio, pudiendo ser necesaria la validación vía telefonía celular para las transacciones de montos superiores a los predeterminados por dichos comercios.

Los comprobantes fiscales, por su parte, se originarán en la impresora habitual, como ocurre con las tarjetas y el pago en efectivo.

D.2.5. Capacidad

La capacidad del pago electrónico de amplia aplicación se sujetará al dimensionamiento y necesidades de cada comercio.

D.2.6. Ubicación

El pago electrónico de amplia aplicación se ubicará dentro de los comercios que se afilien al sistema de pago.

La ubicación se determinará conforme al tipo de comercio y con base en el tipo de mecánica de pago; es decir, si es en caja o desde un vehículo como lo puede ser una estación de servicio.

Si es pago en caja, se instalará un equipo lector de comunicación de campo cercano (NFC por sus siglas en inglés, *Near Field Communication*) donde el usuario pagará de forma cómoda acercando el transpondedor de telepeaje hacia el lector, donde se verificará si su pago fue exitoso o rechazado.

En caso de que el pago se efectúe desde el vehículo, la antena de telepeaje recibirá y transmitirá información desde una altura de cinco coma cinco (5,5) metros o mayor medida desde la parte inferior de la antena al punto más alto de la superficie del arroyo vial.

El ángulo de instalación de la antena de telepeaje será el que se determine durante la calibración de la misma y que permita recibir y transmitir información dentro del área de cobertura establecida y evite interferencias con otras áreas de cobertura.

D.2.7. Seguridad

Referirse al Inciso D.2.9. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.2.8. Comunicaciones

La unidad central de procesamiento del sistema en su comunicación con los equipos que formen el sistema de cobro, cumplirá con lo indicado en la Norma N-EIP-2-01-009, *Protocolos de Comunicación para la Unidad Central de Procesamiento del Sistema de Telepeaje*.

D.2.9. Protocolos de comunicación

Los protocolos que se utilizarán se basarán en las Normas N-EIP-2-01-007, *Protocolos de Comunicación para Antenas de Telepeaje*, N-EIP-2-01-008, *Protocolos de Comunicación para Transpondedores de Telepeaje* y N-EIP-2-01-009, *Protocolos de Comunicación para la Unidad Central de Procesamiento del Sistema de Telepeaje*.

D.2.10. Grados de protección

Referirse al Inciso D.2.5. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.2.11. Autonomía

El sistema de cobro funcionando en modo autónomo ante falta de comunicación para la actualización de listas y cruces, únicamente aceptará transpondedores de telepeaje como válidos, los que se encuentren ligados a cuentas de postpago.

También se considerarán los lineamientos expuesto en los Incisos D.2.4. y D.4.2 de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.3. SISTEMA DE COMUNICACIÓN PARA EMERGENCIAS (SOS, APLICACIONES MÓVILES)

D.3.1. Funcionalidades

Los postes SOS se diseñarán tomando en cuenta los siguientes criterios funcionales:

- a) Arquitectura maestro-esclavo, que permitirán una comunicación bidireccional entre el usuario y el centro de control;
- b) basados en telefonía IP, evitando el uso de soluciones analógicas;
- c) nivel de volumen, suficientemente alto para que la voz del operador sea inteligible al usuario con los niveles de ruido ocasionados por el tránsito de la carretera o vía urbana;
- d) instalación adecuada, para que el usuario al realizar la llamada de emergencia, tenga un campo de visión en contra del sentido de tránsito, de manera que pueda visualizar el tránsito que viene hacia el usuario;
- e) el gabinete incluirá reflejantes para aumentar su visibilidad;
- f) se incluirá una calcomanía en el gabinete del poste SOS, indicando las instrucciones de uso del equipamiento y el identificador del poste SOS en cuestión;
- g) el software clasificará llamadas de dos tipos:
 - Llamada de emergencia, la cual tendrá la prioridad absoluta sobre otro tipo de llamadas para ser atendida y
 - llamada del personal de mantenimiento;
- h) el gabinete contará con un sensor de puerta abierta;
- i) la conexión entre centro de control y poste SOS estará constantemente supervisada por el software maestro de los postes SOS;
- j) por diseño se incluirá un sistema de cancelación de ruido para mejorar la calidad de las llamadas, teniendo un punto promedio de opinión (MOS) de cinco (5) equivalente a excelente en calidad de la llamada;
- k) estarán señalizados de forma que los usuarios puedan identificarlos rápidamente en caso de una emergencia, ya sea dentro de un túnel, galería de evacuación o a cielo

abierto; cuando se trate de señalización a cielo abierto, se realizará de acuerdo a lo expuesto en el Capítulo IX.1.1.2 del *Manual de Señalización Vial y Dispositivos de Seguridad* de la Secretaría;

- I) el sistema será administrado por un software instalado en el centro de control, donde se podrá monitorear el estado de conexión de los postes SOS, así como grabar todas las llamadas que se hayan realizado a través de ellos. Las grabaciones quedarán guardadas en un sistema de almacenamiento redundante.

D.3.2. Rango de operación

Referirse al Inciso D.2.7. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.3.3. Integración y escalabilidad

Referirse al Inciso D.2.8. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.3.4. Fiabilidad

Se garantizará el funcionamiento de los postes SOS y se le asignará prioridad dentro de la red de comunicaciones donde se tomarán en cuenta los siguientes lineamientos:

- Asignación de una red de área local virtual (VLAN por sus siglas en inglés, *Virtual Local Area Network*) exclusiva;
- asignación de reglas de calidad de servicio (QoS por sus siglas en inglés, *Quality Of Service*) a la telefonía SOS para dar prioridad al tráfico de voz en caso de congestión de la red de comunicaciones.

D.3.5. Capacidad

El sistema estará dimensionado de forma que pueda procesar las llamadas sin saturación siguiendo los lineamientos del Inciso D.3.1. de esta Norma.

Asimismo, se contemplará una capacidad de almacenamiento de las llamadas de por lo menos un (1) año.

D.3.6. Ubicación

D.3.6.1. A cielo abierto

Los postes SOS se colocarán a cada dos coma cinco (2,5) kilómetros, a tresbolillo en carreteras existentes; estarán protegidas por una barrera, para resguardar al usuario del tránsito y separará al menos tres (3) metros de la corona de la autopista; la barrera de protección lateral del poste SOS se ubicará a dos (2) metros de la corona y estará en paralelo del trazo de la carretera o vía urbana. Siendo la barrera de por lo menos un (1) metro de longitud.

Existirán por lo menos dos (2) barreras más de protección auxiliar, las cuales se instalarán con ángulo de cuarenta y cinco (45) grados respecto a la barrera de protección lateral descrita anteriormente y se ubicarán a dos (2) metros de la corona y tendrán por lo menos un (1) metro de longitud. Por seguridad, se colocarán en parejas en carreteras o vías urbanas que no permitan el cruce de peatones, de un cuerpo a otro.

En carreteras y vías urbanas nuevas, los postes SOS maestro y esclavo se conectarán de forma cableada, el contratista podrá proponer una solución alternativa de

comunicación entre esclavo y maestro que se someterá a la aprobación por la Secretaría.

D.3.6.2. Túnel

Se realizará la instalación de un poste SOS cada sesenta (60) metros alternados como máximo, en túneles mayores de cuatrocientos (400) metros de longitud.

Si no existe banquetta dentro del túnel, la instalación del gabinete de postes SOS en túneles será en un nicho provisto para este propósito, en el hastial derecho del túnel.

Si existe banquetta dentro del túnel, se podrá prescindir del nicho para el poste SOS, sin embargo, se recomienda la instalación dentro de un nicho para mejorar la inteligibilidad del audio entre usuario y operador.

Instalación de timbre de alarma complementario al poste SOS, que podrá ser instalado a distancias de hasta cincuenta (50) metros de separación.

Se incluirán postes SOS en las galerías de evacuación en el caso que exista un vestíbulo, que la longitud de la galería sea considerablemente larga y/o que existan curvas dentro de la galería.

Se proveerá de postes SOS en las bocas de entrada y salida del túnel a una distancia no superior de setenta y cinco (75) metros.

Si el túnel cuenta con apartaderos, se hará coincidir la ubicación de los postes SOS con los apartaderos para darle un mayor nivel de seguridad a los usuarios.

D.3.7. Seguridad

Referirse al Inciso D.2.9.de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.3.8. Comunicaciones

Los postes SOS se comunicarán por medio de la red de comunicaciones de la carretera o vía urbana.

Se comunicarán por el conmutador más cercano, no superando la distancia máxima entre equipo y conmutador indicada por el fabricante.

La alimentación del poste SOS se realizará por medio del estándar IEEE 802.3af (Power over Ethernet), *IEEE Standard for Information Technology - Telecommunications and Information Exchange Between Systems - Local and Metropolitan Area Networks - Specific Requirements - Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications - Data Terminal Equipment (DTE) Power Via Media Dependent Interface (MDI)*, 802.3at (PoE+), *IEEE Standard for Information technology-- Local and metropolitan area networks-- Specific requirements-- Part 3: CSMA/CD Access Method and Physical Layer Specifications Amendment 3: Data Terminal Equipment (DTE) Power via the Media Dependent Interface (MDI) Enhancements*, 802.3bt Tipo 3 (4PPoE), *IEEE Standard for Ethernet Amendment 2: Physical Layer and Management Parameters for Power over Ethernet over 4 pairs* o 802.3bt Tipo , *IEEE Standard for Ethernet Amendment 2: Physical Layer and Management Parameters for Power over Ethernet over 4 pairs*.

Se tendrá un conmutador dentro del gabinete que estará conectado directamente a la red troncal de comunicaciones de la carretera o vía urbana.

Se podrá optar por comunicar el poste SOS esclavo a través de una solución inalámbrica, mediante un enlace punto a punto entre el poste SOS maestro y esclavo, con ello se evita realizar un paso cruzado entre ambos cuerpos de la carretera o vía urbana. En el caso de optar por esta solución, se debe garantizar la conectividad entre ambos postes, con ello se evita la pérdida de la llamada en el poste SOS esclavo.

Se optará por utilizar conversor de medios en aquellos casos que la distancia entre equipo y conmutador por cableado de cobre supere los noventa (90) metros. Esta solución se evitará en medida de lo posible, procurando utilizar cableado de cobre o fibra óptica.

El sistema trabajará bajo el protocolo UDP/IP y será interoperable con el sistema de postes SOS instalados a cielo abierto y dentro del túnel.

Se seguirán los criterios de la Norma N-PRY-CAR-13-01-003, *Criterios para el Diseño de Sistemas de Comunicaciones de los Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.3.9. Protocolos de comunicación

El sistema de comunicaciones de los postes SOS se basará en protocolos abiertos y de uso extendido en la industria, entre los cuales se considerarán los siguientes:

- Se utilizará el protocolo de datagramas de usuario (UDP por sus siglas en inglés, *User Datagram Protocol*) para el transporte de datos y
- el protocolo SIP, para la señalización de las llamadas.

D.3.10. Temperatura de operación

Referirse al Inciso D.2.7. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.3.11. Grados de protección

Referirse al Inciso D.2.5. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.3.12. Autonomía

Referirse a los Incisos D.2.4. y D.4.2 de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.4. ESTACIÓN DE TOMA DE DATOS (ETD)

D.4.1. Funcionalidades

El sistema de estación de toma de datos, permitirá obtener entre otros, los siguientes datos por intervalo de carril:

- Volumen,
- velocidad promedio,
- ocupación,
- cálculos por tipo de clasificación,
- separación promedio.

El sistema de estación de toma de datos permitirá clasificar en al menos cinco (5) categorías los vehículos que circulen por los carriles; para cada vehículo permitirá obtener los siguientes datos:

- Velocidad,
- longitud,
- clasificación vehicular,
- sentido de circulación.

El sistema tendrá capacidad de almacenar localmente y en formato comprimido datos individuales de los vehículos, que incluirán los tiempos específicos de activación de los sensores, la velocidad y longitud del vehículo. El almacenamiento local será continuo y en formato comprimido.

El sistema asociará la siguiente información a cada sensor:

- Número de identificación de la estación a la que esté conectado;
- número de identificación del equipo al cual esté conectado;
- número y sentido del carril donde se encuentre instalado,
- descripción de la distribución del sensor en el carril en donde se encuentre instalado;
- fecha y hora del cruce del vehículo;
- número secuencial del vehículo,
- separación entre ejes y total de llantas por eje.

El sistema identificará y clasificará los vehículos de acuerdo a la norma Mexicana NOM-012-SCT-2-2017, *Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal*, además permitirá personalizar y agregar clases de vehículos al esquema de tal forma que el esquema contemple las clasificaciones de vehículos de la norma NOM-001-SCT-2-2016, *Placas metálicas, calcomanías de identificación y tarjetas de circulación empleadas en automóviles, tractocamiones, autobuses, camiones, motocicletas, remolques, semirremolques, convertidores y grúas, matriculados en la República Mexicana, licencia federal de conductor, calcomanía de verificación físico-mecánica, listado de series asignadas por tipo de vehículo, servicio y entidad federativa o dependencia de gobierno, especificaciones y método de prueba.*

D.4.2. Rango de operación

Referirse al Inciso D.2.7. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte.*

D.4.3. Integración y escalabilidad

Referirse al Inciso D.2.8. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte.*

D.4.4. Fiabilidad (detección y clasificación)

El sistema de estación de toma de datos, tendrá los siguientes porcentajes de precisión en cualquier condición climatológica:

- Noventa y cinco (95) por ciento de precisión en la detección vehicular por carril,

- noventa (90) por ciento de precisión en la clasificación vehicular por carril,
- noventa y cinco (95) por ciento en la precisión de la velocidad de cada vehículo,
- noventa (90) por ciento en la precisión de la ocupación de cada sentido.

El rango de operación del sistema de clasificación comprenderá velocidades de cinco (5) a ciento ochenta (180) kilómetros por hora.

D.4.5. Capacidad

El sistema tendrá la capacidad de clasificar mil trescientos (1 300) vehículos por hora por carril de seguimiento, independientemente de la clase de vehículo.

El sistema permitirá el muestreo de al menos ocho (8) carriles en un solo sitio.

D.4.6. Ubicación

El controlador y el equipamiento asociado para las comunicaciones se instalarán dentro de un gabinete a una distancia máxima de treinta y cinco (35) metros de la ubicación del sistema.

D.4.7. Seguridad

Referirse al Inciso D.2.9. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.4.8. Comunicaciones

El sistema contará con puertos de comunicación serial o de red, además de comunicación inalámbrica con el usuario de manera local para configuración y visualización en tiempo real.

D.4.9. Protocolos de comunicaciones

La comunicación entre el controlador del sistema y el centro de control se realizará cumpliendo el protocolo simple de administración de red (SNMP por sus siglas en inglés, *Simple Network Management Protocol*) y con los protocolos de comunicación establecidos en la norma NTCIP 1206, *Object Definitions for Data Collection and Monitoring (DCM) Devices* y NTCIP 1209, *Object Definitions for Transportation Sensor Systems (TSS)*.

D.4.10. Temperatura de operación

Referirse al Inciso D.2. 7. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.4.11. Grados de protección

Referirse al Inciso D.2.5. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.4.12. Autonomía

Referirse a los Incisos D.2.4 y D.4.2 de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.5. LECTURA DE RECONOCIMIENTO DE PLACAS (LPR)

D.5.1. Funcionalidades

Se tendrán las siguientes funcionalidades para el sistema de reconocimiento de placas LPR (LPR por sus siglas en inglés, *License Plate Recognition*):

- a) Las cámaras serán capaces de identificar placas que emite el estado bajo la norma NOM-001-SCT-2-2016, *Placas metálicas, calcomanías de identificación y tarjetas de circulación empleadas en automóviles, tractocamiones, autobuses, camiones, motocicletas, remolques, semirremolques, convertidores y grúas, matriculados en la República Mexicana, licencia federal de conductor, calcomanía de verificación físico-mecánica, listado de series asignadas por tipo de vehículo, servicio y entidad federativa o dependencia de gobierno, especificaciones y método de prueba,*
- b) el software de administración de video contará con las siguientes características:
 - Conversión de los caracteres de las placas a código ASCII,
 - grabación y visualización simultánea,
 - visualización de múltiples canales de transmisión,
 - capacidad para almacenar por lo menos un (1) año los registros y al contenido multimedia asociado al registro de placas,
 - sistema de respaldo de información,
 - configuración del número de capturas por segundo,
 - inclusión de por lo menos los siguientes datos dentro del registro de la fotografía: fecha y hora, sitio de captura de imagen, identificador de la cámara, longitud de la placa y código de placa obtenido de la fotografía.
- c) la resolución de la cámara (LPR por sus siglas en inglés, *License Plate Recognition*) será de por lo menos 1920 x 1080p a treinta (30) cuadros por segundo,
- d) las cámaras serán del tipo IP evitando las analógicas,
- e) sensibilidad para ver de día y de noche en alta definición,
- f) sistema de iluminación para obtener imágenes de calidad en cualquier condición climatológica, se contemplará no distraer al usuario con el sistema de iluminación de la cámara,
- g) el sistema cumplirá con lo establecido de la Norma de calidad N·EIP·1·01·011, *Cámaras de Video para Reconocimiento de Placas.*

En caso de que las especificaciones descritas en la presente Norma superen las de la Norma N·EIP·1·01·011, *Cámaras de Video para Reconocimiento de Placas*, el proyectista se registrará por las que se exponen en este documento.

D.5.2. Rango de operación

Referirse al Inciso D.2.7. de la Norma N·PRY·CAR·13·01·002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte.*

D.5.3. Integración y escalabilidad

Referirse al Inciso D.2.8. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.5.4. Fiabilidad

El sistema de lectura de reconocimientos de placas (LPR), tendrá los siguientes lineamientos de fiabilidad bajo cualquier condición climatológica:

- Noventa y nueve (99) por ciento de detección de matrículas,
- reconocimiento en condiciones de día y de noche.

D.5.5. Capacidad

El sistema estará dimensionado de forma que cuente con las siguientes características en cuanto a capacidad:

- Capacidad por lo menos un (1) carril de vehículos,
- se recomienda diseñar una capacidad de almacenamiento de los registros de por lo menos un (1) año.

D.5.6. Ubicación

Las cámaras de reconocimiento de placas (LPR) tendrán los siguientes criterios de instalación:

- En conjunto a un sistema de pesaje dinámico (WIM) para registrar los vehículos,
- a nivel carril en las plazas de cobro para auditorías,
- cualquier otro requerimiento solicitado por Secretaría y/o el proyecto.

La instalación de cámaras de reconocimiento de placas (LPR) en curvas verticales, se realizará en el punto más alto de la curva para obtener máxima visibilidad del área a registrar.

La instalación de cámaras de reconocimiento de placas (LPR) en curvas horizontales, se realizará por fuera de la curva.

Las bases que soportan las cámaras, así como los accesorios de montaje, se colocarán de tal forma que los puntos ciegos que ocasionen, no obstruyan los puntos críticos a vigilar, como carretera o vía urbana, entronques cercanos, vías secundarias, etc.

Se evitará la instalación de cámaras de reconocimiento de placas (LPR) en curva horizontal.

D.5.7. Seguridad

Referirse al Inciso D.2.9. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.5.8. Comunicaciones

Las cámaras de reconocimiento de placas (LPR) se comunicarán por medio de la red de comunicaciones de la carretera o vía urbana.

Estarán comunicadas con conexión permanente al centro de control mediante el protocolo NTCIP.

Se comunicarán por el conmutador más cercano, no superando la distancia máxima entre equipo y conmutador indicada por el fabricante.

La alimentación de la cámara se realizará por medio del estándar IEEE 802.3af (Power over Ethernet), 802.3at (PoE+), 802.3bt Tipo 3 (4PPoE) o 802.3bt Tipo 4.

Se optará por utilizar conversor de medios en aquellos casos que la distancia entre equipo y conmutador por cableado de cobre supere los noventa (90) metros. Esta solución se evitará en medida de lo posible, procurando utilizar cableado de cobre.

Se seguirán los criterios de la Norma N-PRY-CAR-13-01-003, *Criterios para el Diseño de Sistemas de Comunicaciones de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.5.9. Protocolos de comunicación

Se utilizará el protocolo NTCIP para la interoperabilidad en todo el sistema inteligente de transporte o de seguridad (en túneles), siguiendo la Norma N-EIP-2-01-010, *Protocolos de Comunicación para Cámaras de Video*.

D.5.10. Temperatura de operación

Referirse al Inciso D.2.7. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.5.11. Grados de protección

Referirse al Inciso D.2.5. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.5.12. Autonomía

Referirse a los Incisos D.2.4 y D.4.2 de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.6. CÁMARAS DE VIDEO PARA VIGILANCIA (CCTV)

D.6.1. Funcionalidades

Los componentes del sistema estarán diseñados para tener las siguientes funcionalidades:

- Siempre se preferirá cámaras (PTZ por sus siglas en inglés, *Pan Tilt Zoom*) por su capacidad de visualización de trescientos sesenta (360) grados y su relación costo beneficio y
- las cámaras fijas se utilizarán en situaciones que requieran tener el objetivo fijo, las cuales serán propuestas por el contratista y autorizadas por la Secretaría.

En el diseño de cámaras PTZ debe contemplar que la cámara tenga la posibilidad de realizar acercamientos ópticos y movimientos en horizontal de trescientos sesenta (360) grados y en el vertical de noventa (90) grados.

El software de administración de video contará con al menos las siguientes características:

- Grabación y visualización simultánea,
- visualización de múltiples canales de transmisión,
- control remoto del movimiento horizontal/vertical y acercamiento de las cámaras,

- visualización de la posición de las cámaras a través de un sistema de información geográfica (GIS por sus siglas en inglés, *Geographic Information System*),
- definición y acceso a posiciones predefinidas para las cámaras PTZ,
- creación y consulta de históricos para una posterior verificación,
- grabación bajo demanda a criterio de los operadores,
- grabación de imágenes automática,
- la resolución de la cámara de vídeo vigilancia será de por lo menos 1920 x 1080p a treinta (30) cuadros por segundo,
- las cámaras serán del tipo IP evitando las analógicas,
- sensibilidad para ver de día y de noche en alta definición.

El sistema cumplirá con lo establecido de la Norma de calidad N-EIP-1-01-010, *Cámaras de Video para Vigilancia*. En caso de que las especificaciones descritas en la presente Norma superen las de la Norma N-EIP-1-01-010, *Cámaras de Video para Vigilancia*, el proyectista se registrará por las que se exponen en este documento.

D.6.2. Rango de operación

Referirse al Inciso D.2.7. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.6.3. Integración y escalabilidad

Referirse al Inciso D.2.8. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.6.4. Fiabilidad

Se garantizará el funcionamiento del equipo mediante un diseño con redundancia en servidores de video, redes de comunicación, alimentación eléctrica, almacenamiento, y disponibilidad de los equipos.

D.6.5. Capacidad

El sistema estará dimensionado para seguir los siguientes lineamientos:

- Capacidad para almacenar las grabaciones por lo menos un (1) año,
- sistema de respaldo de información y
- el software estará habilitado para poder administrar la totalidad de cámaras que tenga el proyecto.

D.6.6. Ubicación

D.6.6.1. A cielo abierto

Se considerarán en especial dar cobertura a zonas donde haya accidentes y congestión de tránsito recurrente.

La instalación de cámaras se realizará cada cinco (5) kilómetros, dependiendo de la orografía donde se encuentre la carretera o vía urbana, así como las condiciones de visibilidad particulares y los requerimientos específicos de cobertura.

Se procurará tener una cobertura del cien (100) por ciento de la longitud de la carretera o vía urbana, debiendo cumplir un mínimo del setenta (70) por ciento, incluyendo los puntos más importantes como entronques, estructuras e instalaciones especiales, puntos de conflicto, entre otros.

La instalación de cámaras en entronques, se realizará en ambos cuerpos de la carretera o vía urbana con el objetivo de tener cobertura total del entronque.

La instalación de cámaras de video para vigilancia en curva verticales, se realizará en el punto más alto de la curva para obtener máxima visibilidad del área a vigilar.

La instalación de cámaras de video para vigilancia en curva horizontal, se realizará en el lado exterior de la curva para obtener máxima visibilidad del área a vigilar.

Se contemplarán cámaras (PTZ en las inmediaciones de túneles para vigilar los accesos a los mismos.

Se contemplará la instalación de cámaras de vigilancia antes de cualquier tipo de sistemas de tableros electrónicos de señalamiento, con el objetivo de verificar lo que se encuentre visualizando en el PMV.

Se considerará la instalación en los puntos cercanos a plazas de cobro para vigilar las zonas aledañas a la plaza de cobro.

Las bases que soportan las cámaras, así como los accesorios de montaje, se colocarán de tal forma que los puntos ciegos que ocasionen, no obstruyan los puntos críticos a vigilar, como carretera o vía urbana, entronques cercanos, vías secundarias, etc.

Se evitará la instalación de cámaras de video vigilancia sobre puentes, debido a la vibración constante a la cual están sujetas estas estructuras.

D.6.6.2. Túnel

En túneles mayores a cuatrocientos (400) metros se instalará un sistema de video vigilancia para la vigilancia del mismo.

La video vigilancia dentro del túnel, en la zona de tránsito vehicular será por medio del sistema DAI, de acuerdo a la Fracción D.7. de esta Norma, sin embargo, para conseguir el cien (100) por ciento de cobertura dentro del túnel se considerarán la cobertura por medio de CCTV en las siguientes zonas:

- Cobertura del cien (100) por ciento en las galerías de evacuación y
- cámaras PTZ de video vigilancia en las bocas del túnel, dando cobertura visual a las salidas de las galerías de ubicación en caso de existir.

D.6.7. Seguridad

Referirse al Inciso D.2.9. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte.*

D.6.8. Comunicaciones

Las cámaras de video vigilancia se comunicarán por medio de la red de comunicaciones de la autopista.

Estarán comunicadas con conexión permanente al centro de control mediante el protocolo NTCIP.

Se comunicarán por el conmutador más cercano, no superando la distancia máxima entre equipo y conmutador indicada por el fabricante.

La alimentación de la cámara se realizará por medio del estándar IEEE 802.3af (Power over Ethernet), 802.3at (PoE+), 802.3bt Tipo 3 (4PPoE) o 802.3bt Tipo 4.

Se optará por utilizar convertidor de medios en aquellos casos que la distancia entre equipo y conmutador por cableado de cobre supere los noventa (90) metros. Esta solución se evitará en medida de lo posible, procurando utilizar cableado de cobre.

Se seguirán los criterios de la Norma N-PRY-CAR-13-01-003, *Criterios para el Diseño de Sistemas de Comunicaciones de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.6.9. Protocolos de comunicación

El protocolo que se utilizará se basará en la Norma N-EIP-2-01-010, *Protocolos de Comunicación para Cámaras de Video*.

Se utilizará el protocolo NTCIP para la interoperabilidad en todo el sistema inteligente de transporte o de seguridad (en túneles), siguiendo la Norma N-EIP-2-01-010, *Protocolos de Comunicación para Cámaras de Video*.

D.6.10. Temperatura de operación

Referirse al Inciso D.2.7. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.6.11. Protección de los gabinetes (intemperie, corrosión, anti vandálica)

Referirse al Inciso D.2.5. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

Los gabinetes cumplirán con lo establecido en el capítulo D.8.2 de la Norma de calidad N-EIP-1-01-010, *Cámaras de Video para Vigilancia*.

D.6.12. Autonomía

Referirse a los Incisos D.2.4 y D.4.2 de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.7. IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE INCIDENTES (DAI)

D.7.1. Funcionalidades

Los componentes del sistema estarán diseñados para tener las siguientes funcionalidades:

El sistema detectará por lo menos los siguientes eventos:

- Vehículo parado en calzada y/o acotamiento,
- vehículo en sentido contrario en calzada y/o acotamiento,
- tránsito lento en calzada y/o acotamiento,
- presencia de peatones,

- presencia de objetos en vía. (por ejemplo. escombros, basura, obstáculos, etc.),
- distancia entre vehículos, menor al umbral configurado,
- congestión vehicular,
- humo o niebla,
- vehículo con exceso de velocidad (con umbral configurable),
- en el caso de túneles, el sistema se implementará en túneles a partir de cuatrocientos (400) metros de longitud, que cuenten con Centro de Control,
- la resolución de la cámara DAI será de por lo menos 1920 x 1080p,
- las cámaras serán del tipo IP evitando las analógicas,
- sensibilidad para ver de día y de noche en alta definición,
- sistema de grabación para consulta posterior de videos e imágenes,
- creación y consulta de históricos para una posterior verificación,
- registro de actuación de los usuarios,
- grabación bajo demanda a criterio de los operadores,
- grabación de imágenes automática.

Cobertura del cien (100) por ciento dentro de túneles.

El sistema cumplirá con lo establecido de la Norma N-EIP-1-01-012, *Cámaras de Video para Detección Automática de Incidentes*.

En caso de que las especificaciones descritas en la presente norma superen las de la Norma N-EIP-1-01-012, *Cámaras de Video para Detección Automática de Incidentes*, el proyectista se registrará por las que se exponen en este documento.

D.7.2. Rango de operación

Referirse al Inciso D.2.7. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.7.3. Integración y escalabilidad

Referirse al Inciso D.2.8. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.7.4. Fiabilidad

Se garantizará el funcionamiento del equipo mediante un diseño con redundancia en servidores de video, redes de comunicación, alimentación eléctrica, almacenamiento, y disponibilidad de los equipos.

D.7.5. Capacidad

El sistema estará dimensionado para seguir los siguientes lineamientos:

- Capacidad para almacenar las grabaciones por lo menos un (1) año,
- sistema de respaldo de información,

- el software estará habilitado para poder administrar la totalidad de cámaras que tenga el proyecto,
- contar con un índice de detección de por lo menos noventa y cinco (95) por ciento,
- el tiempo de detección no superará los diez (10) segundos,
- el índice de alarmas falsas reportadas no superará el diez (10) por ciento.

D.7.6. Ubicación

Durante la fase de diseño del sistema de detección automática de Incidentes se tomarán los siguientes criterios para túnel, así como para carreteras y vías urbanas a cielo abierto:

D.7.6.1. A cielo abierto

Analizar que los elementos o estructuras próximos al lugar de instalación no alteren el funcionamiento de las cámaras fijas DAI, ni obstruyan su área de cobertura o visualización.

Se determinarán los sitios de la carretera o vía urbana que presenten un nivel elevado de incidentes, entre los cuales están: entronques, intersecciones de cualquier tipo, gazas de entrada/salida, zonas con cruce intempestivo de peatones y/o vehículos, entre otros.

Las cámaras DAI siempre se especificarán como cámara tipo fija, evitando el uso de cámaras PTZ.

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Se instalarán cámaras DAI en rampas de frenado de emergencia.

Se considerarán la instalación en los puntos cercanos a plazas de cobro para detectar congestionamientos.

Se evitará la instalación de cámaras DAI sobre puentes, debido a la vibración constante a la cual están sujetas estas estructuras.

Las bases que soportan las cámaras, así como los accesorios de montaje, se colocarán de tal forma que los puntos ciegos que ocasionen, no obstruyan los puntos críticos a vigilar, como carretera o vía urbana, entronques cercanos, vías secundarias, etc.

D.7.6.2. Túnel

Las cámaras DAI se instalarán con orientación hacia el flujo vehicular evitando las luces frontales de los vehículos que transitan en el túnel.

La vista de las cámaras DAI estarán libres de cualquier obstáculo que pudiera interferir con la correcta funcionalidad del equipamiento de acuerdo a las especificaciones del proveedor.

El túnel deberá tener cobertura total por cámaras DAI, la distancia entre cámaras no superará los cien (100) metros.

D.7.7. Seguridad

Referirse al Inciso D.2.9. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte.*

D.7.8. Comunicaciones

Las cámaras DAI se comunicarán por medio de la red de comunicaciones de la carretera o vía urbana.

Estarán comunicadas con conexión permanente al centro de control mediante el protocolo NTCIP.

Se comunicarán por el conmutador más cercano, no superando la distancia máxima entre equipo y conmutador indicada por el fabricante.

La alimentación de la cámara se realizará por medio del estándar IEEE 802.3af (Power over Ethernet), *IEEE Standard for Information Technology - Telecommunications and Information Exchange Between Systems - Local and Metropolitan Area Networks - Specific Requirements - Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications - Data Terminal Equipment (DTE) Power Via Media Dependent Interface (MDI)*, 802.3at (PoE+), *IEEE Standard for Information technology-- Local and metropolitan area networks-- Specific requirements-- Part 3: CSMA/CD Access Method and Physical Layer Specifications Amendment 3: Data Terminal Equipment (DTE) Power via the Media Dependent Interface (MDI) Enhancements*, 802.3bt Tipo 3 (4PPoE), *IEEE Standard for Ethernet Amendment 2: Physical Layer and Management Parameters for Power over Ethernet over 4 pairs* o 802.3bt, *IEEE Standard for Ethernet Amendment 2: Physical Layer and Management Parameters for Power over Ethernet over 4 pairs*.

Se optará por utilizar convertidor de medios en aquellos casos que la distancia entre equipo y conmutador por cableado de cobre supere los noventa (90) metros. Esta solución se evitará en medida de lo posible, procurando utilizar cableado de cobre.

Se seguirán los criterios de la Norma N-PRY-CAR-13-01-003, *Criterios para el Diseño de Sistemas de Comunicaciones de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.7.9. Protocolos de comunicación

Se utilizará el protocolo NTCIP para la interoperabilidad en todo el sistema inteligente de transporte o de seguridad (en túneles) siguiendo la Norma N-EIP-2-01-010, *Protocolos de Comunicación para Cámaras de Video*.

El protocolo que se utilizará se basará en la Norma N-EIP-2-01-010, *Protocolos de Comunicación para Cámaras de Video*.

Se utilizará el protocolo NTCIP para la interoperabilidad en todo el sistema inteligente de transporte o de seguridad (en túneles), siguiendo la Norma N-EIP-2-01-010, *Protocolos de Comunicación para Cámaras de Video*.

D.7.10. Temperatura de operación

Referirse al Inciso D.2.7. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.7.11. Grados de protección

Referirse al Inciso D.2.5. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

Además, los gabinetes cumplirán con lo establecido en el capítulo D.8.6 de la Norma de calidad N-EIP-1-01-012, *Cámaras de Video para Detección Automática de Incidentes*.

D.7.12. Autonomía

Referirse a los Incisos D.2.4 y D.4.2 de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.8. EL SISTEMA DE TABLEROS ELECTRÓNICOS DE SEÑALAMIENTO

D.8.1. Funcionalidades

Las funcionalidades del sistema de tableros electrónicos de señalamiento se describen a continuación:

Permitirán mostrar estados de la carretera o vía urbana como los siguientes:

- Estado de las salidas,
- tiempos de recorrido,
- demoras y estado de las plazas de cobro (en caso de existir),
- permitirán mostrar los siguientes incidentes de la carretera o vía urbana:
 - situaciones de peligro,
 - accidentes,
 - congestiones,
 - obras,
 - desprendimientos en la vía,
 - objetos en la vía.

El operador controlará el sistema de tableros electrónicos de señalamiento de manera remota para su apagado y encendido, así como el control de luminosidad, el cual se ajustará durante horarios nocturnos para no deslumbrar a los conductores.

Se informarán a los usuarios de la carretera o vía urbana de prohibiciones, obligaciones, recomendaciones y avisos.

En el caso de que el sistema de tableros electrónicos de señalamiento, cuenten con zona gráfica, este soportará los señalamientos estándar del país enlistados en el *Manual de Señalización Vial y Dispositivos de Seguridad* de la Secretaría.

En caso de que exista alguna señal sin señalamiento oficial dentro del *Manual de Señalización Vial y Dispositivos de Seguridad* de la Secretaría, se podrá realizar una propuesta a la Secretaría para su análisis, conciliación y aprobación.

Se informará a los usuarios de consejos de seguridad vial.

El sistema cumplirá con lo establecido de las Normas N-EIP-1-01-001, *Tableros de Señalamiento Variable con LED's*, N-EIP-1-01-002, *Tableros de Señalamiento Cambiable con LED's* y N-EIP-1-01-003, *Tableros de Señalamiento de Encendido-Apagado con LED's*.

En caso de que las especificaciones descritas en la presente Norma superen las de las normas: N-EIP-1-01-001, *Tableros de Señalamiento Variable con LED's*, N-EIP-1-01-002, *Tableros de Señalamiento Cambiable con LED's* y N-EIP-1-01-003, *Tableros de Señalamiento de Encendido-Apagado con LED's*; el proyectista se registrará por las que se exponen en este documento.

D.8.2. Rango de operación

Referirse al Inciso D.2.7. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.8.3. Integración y escalabilidad

Referirse al Inciso D.2.8. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.8.4. Fiabilidad

El sistema de tableros electrónicos de señalamiento, tendrá los siguientes lineamientos de fiabilidad bajo cualquier condición climatológica:

- Pérdida de señal en uno varios tableros,
- calidad de lectura mala,
- calidad de señal mala,
- falla en equipamiento,
- problema de comunicación con el centro de control.

D.8.5. Capacidad

El sistema estará dimensionado de forma que cuente con las siguientes características:

- Capacidad de controlar todos los paneles de mensaje variables asociados al tramo desde los Centros de Control y
- guardar mensajes preestablecidos de manera local, para que en caso de pérdida de comunicación puedan seguir funcionando.

D.8.6. Ubicación

El sistema de tableros electrónicos de señalamiento, cumplirán con los siguientes criterios, de acuerdo a su ubicación.

D.8.6.1. A cielo abierto

Se considerarán la instalación del sistema de tableros electrónicos de señalamiento antes de las incorporaciones a las carreteras o vías urbanas para alertar al conductor de cualquier incidencia que exista en la carretera o vía urbana más adelante.

Además, se considerarán los siguientes lineamientos:

- a) Límite de velocidad de la carretera o vía urbana,
- b) presencias de curvas horizontales y verticales,
- c) localización del sistema de tableros electrónicos de señalamiento relativo a la posición solar,
- d) presencia de señalamiento vertical en los alrededores del sistema de tableros electrónicos de señalamiento,
- e) zona de decisión y lectura:

- para implementaciones en carreteras o vías urbanas con límites de velocidad de menos de setenta (70) km/h, esta zona será de mínimo doscientos cuarenta (240) metros;
 - para implementaciones en las carreteras o vías urbanas con límites de velocidad superior a setenta (70) km/h, esta zona será de mínimo trescientos metros (300) metros;
- f) se recomienda que el sistema de tableros electrónicos de señalamiento se coloque en tramos rectos de la carretera o vía urbana;
- g) criterios de ubicación:
- para casos donde se encuentren dos (2) sistemas de tableros electrónicos de señalamiento juntos, se separarán por lo menos trescientos (300) metros; preferentemente la distancia será de un (1) kilómetro;
 - cuando exista una expansión de carril o incorporación de carril, se contará con una distancia de mínimo trescientos metros (300) contados desde el punto de conflicto;
 - por lo menos se considerará una distancia de uno coma cinco (1,5) a seis (6) kilómetros antes de cualquier intersección o punto donde se requiera tomar una decisión por parte del usuario.

Se considerará que el sistema de tableros electrónicos de señalamiento contará con una separación de mínimo sesenta (60) metros de cualquier señalización vertical.

La altura del sistema de tableros electrónicos de señalamiento estará instalada de forma que no impida el cruce de vehículos.

La estructura del sistema de tableros electrónicos de señalamiento se protegerá del tránsito con una barrera o barreras anticollisiones que se posicionarán del lado de la estructura donde se encuentra el arroyo vehicular.

Los sistemas de tableros electrónicos de señalamiento no se instalarán en lugares donde la pendiente sea mayor al cuatro (4) por ciento, y se recomienda que el lugar de instalación tenga una pendiente menor al uno (1) por ciento.

Se considerará la instalación del sistema de tableros electrónicos de señalamiento en las inmediaciones de plazas de cobro con el objetivo de informar a los usuarios.

Que el sitio cumpla con las condiciones que faciliten el suministro de energía eléctrica, comunicación y acceso para mantenimiento; estará la posibilidad de optar por sistemas de energía solar.

Considerar que la máxima distancia a la que se puede leer un mensaje es igual a ochocientos (800) veces la altura de la letra o símbolo.

Esta distancia no deberá ser inferior a la mínima necesaria para que el conductor pueda circular a la velocidad máxima establecida y pueda también leer el mensaje que se muestra en el sistema de tableros electrónicos de señalamiento.

D.8.6.2. En túnel

Para túneles de cuatrocientos (400) metros o más se considerarán los siguientes tipos de señalización variable:

- Aspa Flecha: grupo de señalización (una por carril) cada cuatrocientos (400) metros. En túneles especificados para ser operados de forma bidireccional (de forma temporal y permanente) se utilizarán señales en ambas direcciones del flujo vial;
- señales de límite de velocidad: Una señal por carril y mínimo cada cuatrocientos (400) metros. En túneles especificados para ser operados de forma bidireccional (de forma temporal y permanente) se utilizarán señales en ambas direcciones.

Para túneles de ochocientos (800) metros o más se considerarán los siguientes tipos de señalización variable:

- Aspa Flecha: grupo de señalización (una por carril) cada cuatrocientos (400) metros. En túneles especificados para ser operados de forma bidireccional (de forma temporal y permanente) se utilizarán señales en ambas direcciones;
- señales de límite de velocidad: Una señal por carril y mínimo cada cuatrocientos (400) metros. En túneles especificados para ser operados de forma bidireccional (de forma temporal y permanente) se utilizarán señales en ambas direcciones;
- el sistema de tableros electrónicos de señalamiento: señalización cada ochocientos (800) metros, de un (1) gráfico y dos (2) líneas de dieciséis (16) caracteres. En túneles especificados para ser operados de forma bidireccional (de forma temporal y permanente) se utilizarán señales en ambas direcciones.

En cualquier caso y tipo de señalización variable, se considerará una altura mínima de cinco coma cinco (5,5) metros, medida desde la parte inferior de la estructura del panel al punto más alto de la superficie del arroyo vial.

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Considerar que la máxima distancia a la que se puede leer un mensaje es igual a ochocientas (800) veces la altura de la letra o símbolo.

Esta distancia no deberá ser inferior a la mínima necesaria para que el conductor pueda circular a la velocidad máxima establecida y pueda también leer el mensaje que se muestra en el sistema de tableros electrónicos de señalamiento.

Se considerará dentro del diseño del sistema, entradas y/o salidas del túnel próximas a cualquiera de las bocas del túnel.

- Paneles Aspa Flecha a la entrada del túnel para indicar el estado del túnel,
- barreras para controlar el acceso (una por carril) a una distancia de hasta doscientos (200) metros,
- semáforo rojo, ámbar y verde (rav) a una distancia de cien metros de las barreras de entrada/salida,
- el sistema de tableros electrónicos de señalamiento: señalización ochocientos (800) metros, de un (1) gráfico y tres (3) líneas de dieciséis (16) caracteres, se ubicará antes del último desvío,
- si existen dos vías ubicadas antes del acceso al túnel, estas tendrán señalamiento independiente completo previo a la entrada al túnel.

D.8.7. Seguridad

Referirse al Inciso D.2.9. de la Norma N·PRY·CAR·13·01·002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte.*

D.8.8. Comunicaciones

El sistema de tableros electrónicos de señalamiento se comunicará por medio de la red de comunicaciones de la carretera o vía urbana.

Estarán comunicadas con conexión permanente al centro de control mediante el protocolo NTCIP.

Se comunicarán por el conmutador más cercano, no superando la distancia máxima entre equipo y conmutador indicada por el fabricante.

Se optará por utilizar conversor de medios en aquellos casos que la distancia entre equipo y conmutador por cableado de cobre supere los noventa (90) metros. Esta solución se evitará en medida de lo posible, procurando utilizar cableado de cobre.

Se seguirán los criterios de la Norma N-PRY-CAR-13-01-003, *Criterios para el Diseño de Sistemas de Comunicaciones de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.8.9. Protocolos de comunicación

Se utilizará el protocolo NTCIP para la interoperabilidad en todo el sistema inteligente de transporte o de seguridad (en túneles), siguiendo las Normas:

N-EIP-2-01-001, *Protocolos de Comunicación para Tableros de Señalamiento Variable con LED's*, N-EIP-2-01-002, *Protocolos de Comunicación para Tableros de Señalamiento Cambiable con LED's*, N-EIP-2-01-003, *Protocolos de Comunicación para Tableros de Señalamiento de Encendido-Apagado con LED's*, N-EIP-2-01-004, *Protocolos de Comunicación para Tableros de Señalamiento de Velocidad Variable con LED's*, N-EIP-2-01-005, *Protocolos de Comunicación para Tableros de Señalamiento de Velocidad Real con LED's* y N-EIP-2-01-006, *Protocolos de Comunicación para Tableros de Señalamiento de Tiempo Estimado de Viaje con LED's*.

D.8.10. Temperatura de operación

Referirse al Inciso D.2.7. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.8.11. Grados de protección

Referirse al Inciso D.2.5. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

Además, se contemplará la siguiente normativa, Inciso D.7.2. de la Norma de calidad N-EIP-1-01-001, *Tableros de Señalamiento Variable con LED's*, Inciso D.7.2. de la Norma de calidad N-EIP-1-01-002, *Tableros de Señalamiento Cambiable con LED's* e Inciso D.7.2. de la Norma de calidad N-EIP-1-01-003, *Tableros de Señalamiento de Encendido-Apagado con LED's*.

D.8.12. Autonomía

Referirse a los Incisos D.2.4 y D.4.2 de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.9. SISTEMA DE PESAJE DINÁMICO (WIM)

Para el diseño del sistema de Pesaje Dinámico, se seguirá lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-198-SCFI-2018, *Instrumentos de medición-Sistemas de pesaje y*

dimensionamiento dinámico vehicular-Requisitos técnicos y especificaciones, en su contenido se establecen los requisitos técnicos, componentes, características y especificaciones, así como los métodos de la calibración y verificación que deben cumplir los sistemas de pesaje electrónico y medición de dimensiones de los vehículos y configuraciones vehiculares; los elementos y equipos que lo integran, así como las características del sitio de instalación (“Sistema de Pesaje y Dimensionamiento Dinámico Vehicular”), además de cumplir con lo siguiente:

D.9.1. Funcionalidades

El sistema de pesaje dinámico, permitirá obtener entre otros, los siguientes datos por vehículo y por intervalo de carril:

- Peso,
- bruto vehicular,
- por grupo de ejes,
- por ocupación,
- por eje sencillo,
- por eje de un grupo,
- dimensiones
- alto,
- largo,
- ancho.

Clasificación vehicular determinada con base en el número de ejes y el número de llantas de los vehículos, clasificándolos conforme a lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2017 (ver 2.3) *Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.*

Determinación inmediata de exceso de límites permitidos de peso y dimensiones de conformidad con la normatividad en la materia.

Identificación vehicular:

- Captura y registro de las imágenes de los vehículos;
- captura, reconocimiento automático y registro de las placas de los vehículos.

D.9.2. Rango de operación

Se considerarán las necesidades de operación y protección del sistema de pesaje dinámico, de acuerdo con su lugar de implementación, para lo cual se tendrá en cuenta lo siguiente:

Carriles y sentido de implementación de acuerdo con las necesidades de control de peso vehicular y evaluación de pavimentos, entre otros.

Para el resto de consideraciones, Referirse al Inciso D.2.7. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*

D.9.3. Integración y escalabilidad

Se diseñará con el objetivo de operar en tiempo real con una interfaz al centro de control, para monitoreo y control del sistema de pesaje y dimensionamiento vehicular, de forma que permita generar alarmas y compartir su información, con otros sistemas en tiempo real y actuar sobre el sistema desde el centro de control.

El sistema se diseñará para soportar con el mismo controlador el muestreo de hasta cuatro (4) carriles como mínimo.

D.9.4. Fiabilidad (detección y clasificación)

El sistema, cumplirá con al menos los siguientes porcentajes de precisión en cualquier condición climatológica:

- Noventa y tres (93) por ciento en el peso bruto vehicular,
- ochenta y ocho (88) por ciento en el peso por grupos de ejes,
- ochenta y cinco (85) por ciento en el peso de un eje o de un eje de un grupo de ejes,
- noventa y nueve (99) por ciento de precisión en la medición del largo, ancho y alto de cada vehículo,
- noventa y nueve (99) por ciento de precisión en la detección vehicular por carril,
- noventa y cinco (95) por ciento de precisión en la clasificación vehicular por carril,
- noventa y cinco (95) por ciento en la precisión de la velocidad de cada vehículo,
- noventa y cinco (95) por ciento en la precisión de la ocupación de cada sentido,
- noventa y cinco (95) por ciento en la identificación de placas metálicas delanteras (reconocimiento óptico de caracteres).

El rango de velocidad de operación mínimo del sistema, será de treinta (30) a ciento ochenta (180) kilómetros por hora, o lo indicado por la Secretaría.

D.9.5. Capacidad

El sistema tendrá la capacidad de registrar mil trescientos (1 300) vehículos por hora por carril de seguimiento, independientemente de la clase de vehículo.

El sistema permitirá el muestreo de al menos cuatro (4) carriles por sentido, en un solo sitio.

Se registrará por lo menos treinta y un (31) días en sitio, la información asociada a cada evento correspondiente con sus imágenes y video de contexto, clase, velocidad, dimensiones, matrícula en imagen y su correspondiente identificación automática, peso bruto vehicular, peso de cada grupo de ejes y peso por ejes de cada vehículo.

El sistema tendrá capacidad de almacenar localmente y en formato comprimido, los datos individuales de los vehículos, que incluirán, además, los tiempos específicos de activación de los sensores. El almacenamiento local será continuo y en formato comprimido.

El sistema asociará la siguiente información a cada sensor:

- Número de identificación de la estación a la que esté conectado,
- número de identificación del equipo al cual esté conectado,
- número y sentido del carril donde se encuentre instalado,

- descripción de la distribución del sensor en el carril en donde se encuentre instalado,
- fecha y hora del cruce del vehículo,
- número de secuencial del vehículo,
- configuración del sistema, como es el caso de distribución de sensores con sus respectivas medidas,
- fecha y resultados de la última calibración y ajuste del sistema, incluyendo sus procedimientos,
- condiciones ambientales y de operación de la carretera durante el periodo de medición,
- coeficientes de ajuste periódico calculado por el sistema en caso de auto-ajuste automático, cuando se cuente con esta opción de calibración,
- fecha de los trabajos de mantenimiento del sistema de pesaje y dimensionamiento dinámico vehicular durante el periodo de medición,
- nombre del propietario del sistema de pesaje y dimensionamiento dinámico vehicular,
- persona de contacto a cargo de la adquisición de datos.

El sistema identificará y clasificará los vehículos, de acuerdo al norma NOM-001-SCT-2-2016, *Placas metálicas, calcomanías de identificación y tarjetas de circulación empleadas en automóviles, tractocamiones, autobuses, camiones, motocicletas, remolques, semirremolques, convertidores y grúas, matriculados en la República Mexicana, licencia federal de conductor, calcomanía de verificación físico-mecánica, listado de series asignadas por tipo de vehículo, servicio y entidad federativa o dependencia de gobierno, especificaciones y método de prueba*, además permitirá personalizar y agregar clases de vehículos al esquema.

D.9.6. Ubicación

Para ubicación del sistema de peaje dinámico, se evitarán siempre lugares que produzcan cambios de la velocidad de los vehículos en la zona de pasaje, como pueden ser lugares cercanos a intersecciones, reductores de velocidad, semáforos, retenes y puestos de control vehicular, entre otros.

Se evitarán lugares cercanos a estaciones de radio o a vías de ferrocarril y ubicaciones que se encuentren bajo líneas de alto voltaje.

D.9.7. Seguridad

Contará con alarmas de puerta de gabinete abierta y exceso de temperatura y considerará las máximas protecciones posibles anti vandálicas, necesarias para la zona de implementación.

D.9.8. Comunicaciones

El sistema contará con puertos de comunicación serial o de red, para comunicación con el usuario de manera local para configuración y visualización en tiempo real, además de una interfaz para comunicarse con el centro de control en tiempo real.

D.9.9. Protocolos de comunicaciones

La comunicación entre el controlador del sistema y el Centro de Control se realizará cumpliendo con el protocolo de intercambio de información Simple Network Management Protocol (SNMP) y con los protocolos de comunicación establecidos en la norma NTCIP 1206, *Object Definitions for Data Collection and Monitoring (DCM) Devices* y NTCIP 1209,

Object Definitions for Transportation Sensor Systems (TSS) para las necesidades de operación y los requisitos funcionales indicados en la Norma N·EIP·2·01·012, *Protocolos de Comunicación para la Unidad Central de Procesamiento del Sistema de Pesaje Dinámico y Dimensionamiento Vehicular*.

D.9.10. Temperatura de operación

El sistema funcionará dentro al menos del rango de temperatura de menos veinte (-20) a cincuenta y cinco (55) grados Celsius; los siguientes rangos de temperatura podrían ser necesarios que el sistema los cumpla, en función del entorno de trabajo en el que se instale y de acuerdo a lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

- De menos veinticinco (-25) a sesenta y cinco (65) grados Celsius,
- de menos cuarenta (-40) a ochenta (80) grados Celsius.

D.9.11. Grados de protección

El equipo eléctrico del sistema de clasificación expuesto a intemperie se protegerá conforme a lo establecido en la Norma NMX-J-529-ANCE-2012, *Grados de Protección Proporcionados por los Envolventes (Código IP)*, cumpliendo al menos con un grado de protección IP55 o lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría

D.9.12. Autonomía

El controlador tendrá memoria no volátil, y será del tipo FLASH o RAM con batería de seguridad. Los circuitos integrados retendrán los datos en la memoria durante un mínimo de treinta (30) días después de la interrupción del suministro de energía eléctrica.

Esta memoria será utilizada para almacenar y respaldar la información de un (1) mes de cada uno de los carriles de seguimiento.

Contará con autonomía energética de al menos un (1) mes, mediante la utilización de baterías, pudiendo combinarse con otras fuentes de energía, como la solar y eólica, entre otras.

El sistema se apagará o desconectará automáticamente para evitar daños por sobrecalentamiento. La temperatura de referencia para el apagado se configurará de acuerdo con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

D.10. DETECTORES DE VELOCIDAD (RADAR)

D.10.1. Funcionalidades

El sistema de detectores de velocidad cumplirá con las siguientes funcionalidades:

- Los sistemas podrán estar basados en radar doppler o una cámara/radar doppler,
- en caso de que se especificara cámara, se tomarán las siguientes consideraciones:
- esta tendrá una resolución de 1920 x 1080p a treinta (30) cuadros por segundo,
- las cámaras serán del tipo ip evitando las analógicas,
- sensibilidad para ver de día y de noche en alta definición,
- sistema de grabación para consulta posterior de videos e imágenes,
- creación y consulta de históricos para una posterior verificación,
- registro de actuación de los usuarios,

- grabación de imágenes automática.

D.10.2. Registros

El sistema de detectores de velocidad registrará las siguientes variables:

- Velocidad.
- Fecha y hora.
- Carril donde se encuentra el vehículo y si ocurre un cambio por parte del vehículo.
- Clasificación del vehículo.
- Longitud del vehículo.
- Placas.
- Foto de contexto (en caso de incluir cámara).
- Los datos recabados por el sistema, se enviarán al Centro de Control para su procesamiento y archivo en el servidor del sistema.

D.10.3. Software

El software de administración de los detectores de velocidad contará con las siguientes características mínimas:

- Grabación de imágenes/video.
- Visualización del posicionamiento de los detectores de velocidad a través de un sistema GIS.
- El sistema será capaz de emitir alarmas, tomando en cuenta al menos las siguientes:
 - Exceso de velocidad.
 - Baja velocidad.

En caso de que el sistema se diseñe con cámara/radar, se cumplirá con lo establecido de las normas N-EIP-1-01-011, *Cámaras de Video para Reconocimiento de Placas* y N-EIP-1-01-012, *Cámaras de Video para Detección Automática de Incidentes*.

En caso de que las especificaciones descritas en la presente Norma superen las de las Normas N-EIP-1-01-011, *Cámaras de Video para Reconocimiento de Placas* y N-EIP-1-01-012, *Cámaras de Video para Detección Automática de Incidentes*; el proyectista se regirá por las que se exponen en este documento.

D.10.4. Rango de operación

Referirse al Inciso D.2.7. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.10.5. Integración y escalabilidad

Referirse al Inciso D.2.8. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.10.6. Fiabilidad

El sistema de detectores de velocidad (RADAR) tendrá los siguientes lineamientos de fiabilidad bajo cualquier condición climatológica:

- Cámara movida,
- pérdida de señal en una o varias cámaras,
- calidad de señal mala,
- falla en equipamiento,
- problema de comunicación con el centro de control.

D.10.7. Capacidad

El sistema de detectores de velocidad (CINEMÓMETROS) estará dimensionado tomando en cuenta los siguientes lineamientos:

- Precisión de noventa y ocho (98) por ciento para vehículos particulares y noventa y cinco (95) por ciento para tractocamión;
- el sistema será capaz de lanzar alertas de vehículos que sobrepasen los umbrales de velocidad definidos por la secretaría;
- capacidad para almacenar la información por lo menos un (1) año;
- sistema de respaldo de información.

D.10.8. Ubicación

Se instalarán en zonas de mayor incidencia de accidentes, en las inmediaciones de plazas de cobro y zonas cercanas a intersecciones y/o túneles.

Se evitará la instalación del sistema de detectores de velocidad (CINEMÓMETROS) sobre puentes, debido a la vibración constante a la cual están sujetas estas estructuras.

D.10.9. Seguridad

Referirse al Inciso D.2.9. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.10.10. Comunicaciones

Los detectores de velocidad (CINEMÓMETROS) se comunicarán por medio de la red de comunicaciones de la carretera o vía urbana.

Estarán comunicadas con conexión permanente al centro de control mediante el protocolo NTCIP.

Se comunicarán por el conmutador más cercano, no superando la distancia máxima entre equipo y conmutador indicada por el fabricante.

Se optará por utilizar conversor de medios en aquellos casos que la distancia entre equipo y conmutador por cableado de cobre supere los noventa (90) metros. Esta solución se evitará en medida de lo posible, procurando utilizar cableado de cobre.

Se seguirán los criterios de la Norma N-PRY-CAR-13-01-003, *Criterios para el Diseño de Sistemas de Comunicaciones de los Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.10.11. Protocolos de comunicación

Se utilizará el protocolo NTCIP para la interoperabilidad en todo el sistema inteligente de transporte o de seguridad (en túneles), siguiendo la Norma N·EIP·2·01·010, *Protocolos de Comunicación para Cámaras de Video*.

D.10.12. Temperatura de operación

Referirse al Inciso D.2.7. de la Norma N·PRY·CAR·13·01·002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.10.13. Grados de protección

Referirse al Inciso D.2.5. de la Norma N·PRY·CAR·13·01·002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

Además, se contemplará la siguiente normativa, con el Inciso D.8.6. de la Norma N·EIP·1·01·011, *Cámaras de Video para Reconocimiento de Placas*, y el Inciso D.10.2. de la Norma N·EIP·1·01·012, *Cámaras de Video para Detección Automática de Incidentes*.

D.10.14. Autonomía

Referirse a los Incisos D.2.4 y D.4.2 de la Norma N·PRY·CAR·13·01·002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.11. ESTACIONES DE SENSORES DE VARIABLES ATMOSFÉRICAS EN CARRETERAS (SEVAC)

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

D.11.1. Funcionalidades

Las estaciones de sensores de variables atmosféricas en carretera (SEVAC) contarán con las siguientes funcionalidades:

- Temperatura,
- humedad,
- presión atmosférica,
- visibilidad,
- velocidad del viento,
- dirección del viento,
- lluvia,
- radiación solar,
- sensor de calzada (temperatura, presencia de hielo, película de agua en pavimento, etc.).

El proyectista estudiará la zona de instalación de las estaciones SEVAC para evaluar si existe un fenómeno meteorológico que para detectarse requiera de un instrumento especializado para ser detectado y este se incluirá dentro de las especificaciones de las estaciones meteorológicas.

Las estaciones SEVAC podrán basarse en diferentes tecnologías y principios de medida para obtener las características físicas de diseño para cada uno de sus sensores atmosféricos. Se podrá emplear cualquier tecnología que cumpla con las especificaciones descritas en esta Norma.

Se contemplará la instalación de un sistema de adquisición de datos que servirá para recolectar los datos, procesarlo y posteriormente enviarlo al centro de control para su despliegue de alarmas y almacenamiento.

El sistema será capaz de generar reportes del muestreo que realice del clima, donde se tomarán en cuenta la información de todos los instrumentos.

La información recabada será utilizada para que los operadores puedan informar a los usuarios de la carretera o vía urbana por medio de los canales que disponga el contratista (por ejemplo, paneles de mensajería variable, estación de radio, número telefónico, página de internet, redes sociales, etc).

El software será capaz de realizar las siguientes funciones:

- El sistema será capaz de lanzar alertas si se sobrepasan umbrales meteorológicos definidos por la Secretaría,
- visualizar el estado actual del controlador, incluyendo el estado de los sensores y el estado de las estaciones SEVAC,
- realizar diagnósticos de diversos componentes del sistema, incluyendo sensores y sistemas de energía,
- mostrar datos en tiempo real de sus sensores,
- mostrar datos históricos de todas las modalidades de datos que el controlador suministra por protocolo al centro de control (integrados, instantáneos e históricos),
- mostrar datos históricos almacenados en la memoria,
- iniciar y detener un calendario,
- configurar fecha y hora,
- configurar ajustes del puerto de comunicaciones y opciones del protocolo de comunicaciones,
- configurar los permisos según el usuario,
- restablecer la unidad central de procesamiento.

Las estaciones SEVAC serán capaces de enviar al centro de control y de mostrar en tiempo real a través del dispositivo de control local los datos obtenidos de todos sus sensores y su estado de funcionamiento, incluyendo las alarmas generadas por cada sensor.

El controlador supervisará y reportará el estado de los sensores que detectan la apertura o cierre de la puerta de las estaciones SEVAC.

Cada estación SEVAC será controlada y supervisada por su propia unidad central de procesamiento, que será un sistema electrónico que no requerirá de la constante comunicación con el programa de cómputo del centro de control.

Dispondrá de un bloque integrado de instrucciones de programa básico actualizable, conocido como firmware para el control de la estación SEVAC, que supervisará todos los sensores externos e internos, y permitirá el control de la estación mediante un programa de cómputo desde el centro de control de tránsito o desde el dispositivo de control local.

La unidad central de procesamiento tendrá un reloj interno que funcionará con una batería que lo conservará trabajando durante al menos tres (3) años sin fuente de alimentación externa. El reloj se ajustará automáticamente, desde la unidad central de procesamiento de la estación SEVAC, a los cambios de horario estacionales y a los años bisiestos, sin necesidad de la conexión con el Centro de Control.

D.11.2. Rango de operación

Referirse al Inciso D.2.7. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.11.3. Integración y escalabilidad

Referirse al Inciso D.2.8. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.11.4. Fiabilidad

El sistema de la estación SEVAC se basará en los siguientes lineamientos:

- El sistema será capaz de lanzar alertas cuando las condiciones meteorológicas sobrepasen los umbrales definidos por la Secretaría,
- capacidad para almacenar por lo menos un (1) año todas las variables
- sistema de respaldo de información.

D.11.5. Capacidad

El sistema de la estación SEVAC estará capacitado para medir las siguientes variables con los siguientes rangos mínimos de acuerdo con lo indicado en la Tabla 2 de esta Norma.

TABLA 2.- Rangos mínimos medibles por el software utilizado en el sistema de la estación SEVAC

Variable	Características
Temperatura	Unidad de medida: grados centígrados (°C). Rango de medida de menos treinta y cinco (-35) a cincuenta (50) grados centígrados. Precisión menor o igual a más/menos un (±1) grado centígrado. Sensibilidad menor o igual a cero coma cinco (0,5) grados centígrados. Tiempo de respuesta menor o igual a veinte (20) segundos.
Humedad	Unidad de medida: porcentaje (%). Rango de medida de diez (10) al noventa y cinco (95) por ciento. Precisión menor o igual a más/menos un cinco (± 5) por ciento. Sensibilidad menor o igual al más/menos tres (± 3) por ciento. Tiempo de respuesta menor o igual a quince (15) segundos.
Presión atmosférica	Unidad de medida: hectopascales (hPa). Rango de medida mínimo de cero (0) a dos mil (2 000) metros: ochocientos (800) hectopascales a mil cien (1,100) hectopascales. Rango de medida mínimo superior a dos mil (2,000) metros: seiscientos (600) a mil sesenta (1 060) hectopascales. Resolución de menor o igual a un (1) hectopascales.

(Continúa Tabla 2)

TABLA 2.- Rangos mínimos medibles por el software utilizado en el sistema de la estación SEVAC

Variable	Características
Presión atmosférica	<p>Precisión menor o igual a más/menos cero coma cinco ($\pm 0,5$) hectopascales.</p> <p>Sensibilidad menor o igual a más/menos cero coma cinco ($\pm 0,5$) hectopascales.</p> <p>Tiempo de respuesta de menor o igual a veinte (20) segundos.</p>
Visibilidad.	<p>Unidad de medida: en metros (m).</p> <p>Rango de medida mínimo de diez (10) a mil (1 000) metros.</p> <p>Resolución menor o igual a un (1) metro.</p> <p>Precisión menor o igual más/menos quince (± 15) por ciento.</p>
Velocidad del viento.	<p>Unidad de medida: metros por segundo (m/s).</p> <p>Rango de medida de cero (0) a ciento ochenta (180) kilómetros por hora.</p> <p>Resolución menor o igual a más/menos cero coma dos ($\pm 0,2$) metros por segundo.</p> <p>Precisión menor o igual a más/menos cero coma cinco ($\pm 0,5$) metros por segundo.</p> <p>Sensibilidad menor o igual a más/menos cero coma cinco ($\pm 0,5$) metros por segundo.</p> <p>Distancia de respuesta de dos (2) a cinco (5) metros.</p>
Dirección del viento	<p>Unidad de medida: grados ($^{\circ}$).</p> <p>Rango de medida de cero (0) a trescientos sesenta (360) grados.</p> <p>Resolución de menor o igual a once coma veinticinco (11,25) grados.</p> <p>Precisión menor o igual a más/menos cinco (± 5) grados.</p> <p>Sensibilidad menor o igual a más/menos cinco (± 5) grados.</p> <p>Relación de amortiguamiento de cero coma tres (0,3) a cero coma ocho (0,8).</p>
Lluvia	<p>Unidad de media: litros por metro cuadrado (l/m²) o milímetros (mm).</p> <p>Intensidad máxima de precipitación de cuatrocientos veinte (420) milímetros/hora.</p> <p>Resolución menor o igual a cero coma dos (0,2) milímetros.</p> <p>Precisión menor o igual a más/menos cinco (± 5) por ciento.</p>

(Continúa Tabla 2)

TABLA 2.- Rangos mínimos medibles por el software utilizado en el sistema de la estación SEVAC

Variable	Características
Radiación solar	Unidad de medida: watts por metro cuadrado (W/m ²). Estabilidad menor o igual a más/menos dos (± 2) por ciento por año. No linealidad de más/menos dos coma cinco ($\pm 2,5$) en situaciones menores a mil (1,000) watts por metro cuadrado. Gama espectral de cero coma cuatro (0,4) a uno coma uno (1,1) micrómetros. Constante de tiempo menor o igual a sesenta (60) segundos. Respuesta a la inclinación de más/menos dos (± 2) por ciento. Dependencia de la sensibilidad de la temperatura de más/menos cero coma quince ($\pm 0,15$) por ciento por cada grado centígrado. Sensor de calzada (temperatura, presencia hielo, película de agua en pavimento, etc.).
Temperatura de superficie de calzada:	Unidad de medida: Grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$). Rango de medida de menos cuarenta (40) a sesenta (60) grados centígrados. Precisión menor o igual a un (1) grado centígrado. Resolución de cero coma cinco (0,5) grados centígrados.
Espesores de capa de agua	Unidad de medida: milímetros (mm). Rango de medida de cero (0) a dos (2) milímetros. Resolución de cero coma cero uno (0,01) milímetros.
Espesores de capa de hielo	Unidad de medida: milímetros (mm). Rango de medida de cero (0) a dos (2) milímetros. Resolución de cero coma cero uno (0,01) milímetros.
Espesores de capa de nieve	Unidad de medida: milímetros (mm). Rango de medida de cero (0) a diez (10) milímetros. Resolución de cero coma cero uno (0,01) milímetros.
Rango de nivel de adherencia	Unidad de medida: unidades. Rango de medida de cero coma cero uno (0,01) a una (1) unidades. Resolución de cero coma uno (0,1) unidades.
Punto de congelación de líquido en la vía	Unidad de medida: grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$). Rango de menos veinticinco (-25) a cero (0) grados centígrados. Precisión de más/menos cero coma cinco (0,5) grados centígrados. Resolución de cero coma uno (0,1) grados centígrados.

(Continúa Tabla 2)

TABLA 2.- Rangos mínimos medibles por el software utilizado en el sistema de la estación SEVAC

Variable	Características
Humedad en la vía	Rango de cero (0) a cien (100) por ciento.
Factor químico	Rango de cero (0) a cien (100) por ciento. Precisión del diez (10) por ciento. Resolución del uno (1) por ciento.
Detección de estados de la vía:	Seca. Húmeda. Mojada. Hielo y nieve/escarcha.

D.11.6. Ubicación

Los criterios de ubicación de la estación SEVAC se definen en el siguiente apartado:

- Se buscarán las zonas de la carretera o vía urbana donde exista mayor incidencia de fenómenos meteorológicos, sobre todo zonas donde haya neblina recurrente, lluvia fuerte, vientos fuertes, nevadas, heladas y zonas propensas a desastres naturales atmosféricos;
- se evitará la instalación de estaciones SEVAC sobre puentes, debido a la vibración constante a la cual están sujetas estas estructuras;
- en carreteras o vías urbanas donde existan túneles, se considerará ubicar por lo menos una estación SEVAC;
- la distancia de instalación entre la corona de la autopista y la estación meteorológica será considerada de diez (10) a quince (15) metros;
- se considerarán estaciones meteorológicas en ambos accesos a los túneles inteligentes.

D.11.7. Seguridad

Referirse al Inciso D.2.9. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.11.8. Comunicaciones

Las estaciones SEVAC se comunicarán por medio de la red de comunicaciones de la carretera o vía urbana.

Se comunicará con el conmutador más cercano, no superando la distancia máxima entre equipo y conmutador indicada por el fabricante.

Se tendrá un conmutador dentro del gabinete que estará conectado directamente a la red troncal de comunicaciones de la carretera o vía urbana.

Se optará por utilizar conversor de medios en aquellos casos que la distancia entre equipo y conmutador por cableado de cobre supere los noventa (90) metros. Esta solución se evitará en medida de lo posible, procurando utilizar cableado de cobre o fibra óptica.

Se seguirán los criterios de la norma N-PRY-CAR-13-01-003 *Criterios para el Diseño de Sistemas de Comunicaciones de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.11.9. Protocolos de comunicación

Los programas de cómputo empleados para el control de las estaciones SEVAC cumplirán con el protocolo SNMP y con los protocolos de comunicación establecidos en la norma NTCIP 1204 *Environmental Sensor Station (ESS) Interface Protocol*.

D.11.10. Interoperabilidad

Se utilizará el protocolo NTCIP para la interoperabilidad en todo el sistema inteligente de transporte o de seguridad (en túneles).

D.11.11. Temperatura de operación

Referirse al Inciso D.2.7. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.11.12. Grados de protección

Referirse al Inciso D.2.5. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.11.13. Autonomía

Referirse a los Incisos D.2.4 y D.4.2 de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.12. SISTEMAS DE SEGURIDAD DEL TÚNEL

El sistema de seguridad del túnel consiste en los siguientes subsistemas:

- Detección de humo, dióxido de carbono y óxido de nitrógeno,
- extracción de humos y ventilación,
- iluminación,
- opacímetros,
- equipos de megafonía,
- control de gálibo,
- equipos de seguridad de bombeo, hidrantes, extintores, estaciones eléctricos y equipos de gestión centralizados (extinción de incendios).

D.12.1. Funcionalidades

Los túneles contarán con las siguientes funcionalidades para los subsistemas de seguridad dentro del túnel:

D.12.1.1. Subsistema de detección de humo, dióxido de carbono y óxido de nitrógeno

Contará con detectores de humos, dióxido de carbono y óxido de nitrógeno.

Los sensores se estarán comunicando con el centro de control para lanzar alarmas en caso de que algunos de los valores de los sensores salgan de los parámetros definidos como seguros.

D.12.1.2. Subsistema de extracción de humos y ventilación

El subsistema de extracción de humos y ventilación se instalará en túneles mayores a cuatrocientos (400) metros y se considerarán por lo menos los siguientes lineamientos:

- Extracción de humo, permitiendo la visibilidad en la zona baja del túnel.
- Control de temperaturas de los gases.
- Confinación del incendio.
- Se utilizarán en sistemas de ventilación transversal y semitransversal.

Para túneles de longitud superior a tres mil (3 000) metros de tráfico bidireccional y de ventilación transversal o semitransversal se requieren las siguientes funcionalidades mínimas:

- Instalación de reguladores de aire y de humo en funcionamiento grupal e individual.
- Velocidad de aire longitudinal controlable mediante el sistema de ventilación.

D.12.1.3. Subsistema de iluminación

La iluminación se proporcionará de forma que se asegure una iluminación uniforme durante el día y la noche, tomando en cuenta las necesidades en las entradas del túnel, así como en su interior.

La iluminación dentro de las galerías de evacuación se diseñará de forma que permita guiar a los usuarios que serán evacuados en caso de emergencia.

La iluminación se controlará de forma remota en el centro de control de la carretera o vía urbana.

D.12.1.4. Subsistema de opacímetros

El subsistema contará con una red de opacímetros los cuales medirán el nivel de visibilidad dentro del túnel, el subsistema contará con las siguientes funcionalidades mínimas:

- Controlador de los opacímetros,
- conexión a la red de comunicaciones,
- comunicación con el centro de control,
- el subsistema estará enlazado con el subsistema de ventilación.

D.12.1.5. Subsistema de equipos de megafonía

El subsistema de megafonía contará con las siguientes funcionalidades:

- Permitirá enviar mensajes sectorizados o que se emitan a todo el túnel,
- difusión de mensajes pregrabados o directamente del centro de control,
- emisión reiterativa de los mensajes pregrabados sin la necesidad de la intervención por un operador del centro de control,
- el subsistema se comunicará por medio de la red de comunicaciones,
- el subsistema estará siendo constantemente vigilado en caso de pérdida de comunicación.

D.12.1.6. Subsistema de control de gálibo

El subsistema de control de gálibo contará con las siguientes funcionalidades:

- Aviso a los usuarios que exceden la altura especificada,
- aviso por medio de señal de preaviso,
- aviso por medio de señal oculta,
- el subsistema estará dotado de sensores que permitan conocer la altura y dimensiones de los vehículos que transitan por la carretera o vía urbana,
- el subsistema contará con cámara ANPR para identificación de vehículos,
- el subsistema contará con un controlador programable que se instalará en campo,
- el subsistema se comunicará por medio de la red de comunicaciones,
- el subsistema estará siendo constantemente vigilado en caso de pérdida de comunicación.

D.12.1.7. Subsistema de equipos de seguridad de bombeo, hidrantes, extintores, estaciones eléctricas y equipos de gestión centralizados (extinción de incendios)

El subsistema de equipos de extinción de incendios los cuales seguirán los siguientes lineamientos:

- Gestión desde el centro de control,
- el subsistema se comunicará por medio de la red de comunicaciones,
- el subsistema lanzará alarmas cuando se detecte algún incendio a través de la red de detectores de incendio,
- el subsistema será capaz de detectar e identificar dentro de una distancia máxima de quince (15) metros,
- el subsistema se diseñará en conjunto con el subsistema de ventilación para proveer una ventilación adecuada,
- el operador desde el centro de control tomará decisiones con base en protocolos de emergencia establecidos para la explotación de los túneles,
- se instalarán extintores portátiles por lo menos cada noventa (90) metros,
- estos pesarán como máximo nueve (9) kilos.

El sistema cumplirá o excederá los requerimientos establecidos en la NFPA 502, *Standard for Road Tunnels, Bridges, and Other Limited Access Highways*.

D.12.2. Rango de operación

Referirse al Inciso D.2.7. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.12.3. Integración y escalabilidad

Referirse al Inciso D.2.8. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.12.4. Fiabilidad

Se especificará que los materiales utilizados para la instalación del equipamiento, será del tipo de cero emisiones de gases halógenos, retardantes a la llama y bajo humo (LSZH), para que, en caso de incendio, produzcan humo menos denso y casi ningún gas altamente tóxico llamado halógeno, al igual que para sus accesorios de montaje y sujeción. Se realizará además un sellado adecuado de los elementos que lo requieran (pasa muros, salidas a registros, canalizaciones, etc.).

Asimismo, se contemplará lo expuesto en la Cláusula 923-8 de la norma NOM-001-SEDE-2012 *Instalaciones Eléctricas (Utilización)* y la NFPA 502, *Standard for Road Tunnels, Bridges, and Other Limited Access Highways*.

D.12.5. Capacidad

La capacidad de los sistemas se verá definida durante los estudios correspondientes definidos en el Inciso 0 de esta Norma.

D.12.6. Ubicación

La ubicación de los elementos de cada subsistema se realizará con base en estudios de detalle para todos los subsistemas incluidos en el sistema de seguridad del túnel, la ubicación de los subsistemas de megafonía, extinción de incendios e iluminación; los estudios a realizar que deben incluirse, de manera enunciativa más no limitativa, son los siguientes:

- Estudio de iluminación,
- estudio de acústico,
- estudio de ventilación,
- estudio de protección contra incendios (PCI).

La instalación de los siguientes sensores será de acuerdo a las siguientes directrices:

- Detectores de óxido de carbono, estos se recomiendan instalarlos cada doscientos (200) metros,
- detectores de óxido de nitrógeno, estos se recomiendan instalarlos cada doscientos (200) metros,
- opacímetros, se instalarán cada quinientos (500) metros, teniendo como mínimo dos (2) por túnel,

La ubicación del control de gálibo será la siguiente:

- El control de gálibo se encontrará en ambos accesos del túnel;
- la señal de pre aviso estará ubicada a ciento cincuenta (150) metros del pórtico de detección de altura;
- la señal oculta de exceso de altura se colocará del lado derecho, en el sentido de circulación, doscientos (200) metros después del pórtico de detección de altura;
- a ciento cincuenta (150) metros después de la señal oculta y en el sentido de circulación, se recomienda proveer de un camino alternativo para los usuarios excedentes de altura; en caso de que no sea posible, se contemplará un área de parada para que el conductor del vehículo pueda estacionarse;
- las distancias presentadas son recomendaciones y se adaptarán a las condiciones del terreno del proyecto, con previa autorización de la secretaría.

D.12.7. Seguridad

Referirse al Inciso D.2.9. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.12.8. Comunicaciones

Los controladores de cada subsistema contarán con puertos de comunicación de red, que se conectarán a la red troncal de comunicaciones para su control.

D.12.9. Protocolos de comunicación

La comunicación entre el controlador del sistema y el centro de control de tránsito se realizará cumpliendo con el protocolo SNMP y con los protocolos de comunicación establecidos en la norma NTCIP 1206, *Object Definitions for Data Collection and Monitoring (DCM) Devices* y NTCIP 1209, *Object Definitions for Transportation Sensor Systems (TSS)*.

D.12.10. Temperatura de operación

Referirse al Inciso D.2.7. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.12.11. Grados de protección

Los grados de protección de los gabinetes serán resistentes a la lluvia y al polvo (por lo menos IP65 y cumpliendo con la norma mexicana NMX-J-529-ANCE-2006, *Grados de Protección Proporcionados por los Envolvertes (Código IP)*).

Para el resto de lineamientos, referirse al Inciso D.2.5. de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

D.12.12. Autonomía

Referirse a los Incisos D.2.4 y D.4.2 de la Norma N-PRY-CAR-13-01-002, *Criterios Generales para el Diseño de Sistemas Inteligentes de Transporte*.

COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

Dirección General de Servicios Técnicos

Av. Coyoacán 1895

Col. Acacias, Benito Juárez, 03240

Ciudad de México

www.gob.mx/sct