

LICITACIÓN PÚBLICA INTERNACIONAL No. STCM-21-2023-DAF

TÉRMINOS DE REFERENCIA

Elaboración del Proyecto Ejecutivo para la construcción de la ampliación de las Líneas 4 y 6 del metro, en los municipios de Santa Catarina, Apodaca, San Pedro Garza García y Monterrey, N.L. (TREN SUBURBANO VILLA GARCÍA-AEROPUERTO MONTERREY, PRIMERA FASE, ETAPA 1)

1. ANTECEDENTES

El Proyecto del Tren Suburbano de Monterrey tiene por objetivo dar una solución sustentable e integral a los problemas de movilidad que existen en Monterrey y su zona metropolitana. Con este proyecto se pretende conectar el aeropuerto Mariano Escobedo con el municipio de García.

Como resultado de los estudios y asesorías preliminares, se concluyó que la estrategia para concretar de una manera más ágil y optimizada este Proyecto, es la de aprovechar las Líneas 4 y 6 que están actualmente en construcción. Asimismo, se decidió construir esta obra por Etapas y Fases. Por esta razón, para conectar los dos polos de la metrópoli antes mencionados, se ampliarán en primer lugar las Líneas de monorriel 4 y 6. Es decir, dichas ampliaciones forman parte de este Proyecto, y consisten en: la Etapa 1, de la Primera Fase, del Tren Suburbano Villa García-Aeropuerto Monterrey.

Una vez que las Líneas 4 y 6, y sus correspondientes ampliaciones estén terminadas y puestas en operación, pasarán a formar parte de la red de Metro del Sistema de Transporte Colectivo METRORREY.

El Organismo Descentralizado denominado Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey, en lo sucesivo Metrorrey, será el operador de las Líneas de Metro mencionadas. Dadas las condiciones y tipo de obra pública de la que se trata, Metrorrey requiere contratar el servicio relacionado a esta obra pública, la ***“Elaboración del Proyecto Ejecutivo para la Construcción de la Ampliación de las Líneas 4 y 6 del Metro, en los Municipios de Santa Catarina, Apodaca, San Pedro Garza García y Monterrey, Nuevo León. (TREN SUBURBANO VILLA GARCÍA-AEROPUERTO MONTERREY, PRIMERA FASE, ETAPA 1).”***



2. OBJETO

Elaborar el Proyecto Ejecutivo para la Obra Pública denominada “Ampliación de las Líneas 4 y 6 del Metro, en los Municipios de Santa Catarina, Apodaca, San Pedro Garza García y Monterrey, Nuevo León. (TREN SUBURBANO VILLA GARCÍA-AEROPUERTO MONTERREY, PRIMERA FASE, ETAPA 1)”. La obra pública consiste en la construcción de dos tramos del Tren Suburbano: el Tramo Poniente que toca los municipios de Monterrey, San Pedro Garza García y Santa Catarina, y; el Tramo Nor-oriental en el municipio de Apodaca que llegará hasta el aeropuerto Internacional Mariano Escobedo, de Nuevo León.

Elaborar el Proyecto Ejecutivo para la construcción de las obras civiles y electromecánicas de las ampliaciones de las Líneas 4 y 6 del Metro del Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey (**METRORREY**), en sus tramos Miravalle (Monterrey)-Santa Catarina y Apodaca-Aeropuerto Internacional de Monterrey (Apodaca).

3. DESCRIPCIÓN Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS

3.1 EN CUANTO A LA OBRA PÚBLICA POR DISEÑAR

La Obra Pública para la cual se realizará el Proyecto Ejecutivo, consiste en las ampliaciones de las Líneas 4 y 6:

3.1.1 Ampliación de la Línea 4. De la estación de la Línea 4 denominada Pablo González Garza de la primera etapa, ubicada en el municipio de Monterrey, se extenderá la Línea hacia el poniente un tramo de aproximadamente 7.7 Km, a través de la Ave. Gustavo Díaz Ordaz y la carretera Monterrey-Salttillo. En este tramo ampliado se ubicarán cuatro estaciones: tres de paso, y una terminal al final del recorrido, en el municipio de Santa Catarina.

3.1.2 Ampliación de la Línea 6. De la estación de la Línea 6 denominada Apodaca, ubicada sobre la Ave. Miguel Alemán casi intersección con Estardo Guajardo, en el municipio del mismo nombre, se extenderá por la misma vía para continuar sobre el Boulevard Aeropuerto; la ampliación comprende aproximadamente 7.8 Km. En este tramo ampliado se ubicarán tres estaciones: dos de paso, y una estación final cercana al aeropuerto.



3.2 EN CUANTO A LAS UNIDADES DE OBRA

El alcance por considerar en la elaboración del Proyecto Ejecutivo de Ingeniería comprende, en cuanto a las obras de infraestructura y sin ser limitativo, todas las instalaciones del Proyecto de Ampliación de las Líneas 4 y 6:

3.2.1 Viaducto de las ampliaciones de las Líneas 4 y 6. Todas las ampliaciones serán con viaducto elevado.

3.2.2 Estaciones de las ampliaciones de las líneas 4 y 6. El Proyecto Ejecutivo incluye el diseño de siete estaciones, todas elevadas. Solamente las siguientes estaciones: terminal de la Línea 4, y la estación final de la Línea 6 cercana al aeropuerto, se construirán en la primera etapa. Por tal motivo, las estaciones de paso deberán diseñarse para que las vigas de rodadura y su estructura de soporte puedan construirse en una primera etapa, y en una etapa posterior, se complemente la estructura del resto de la estación.

3.2.3 Edificios de apoyo. Por las características físicas de las ampliaciones de las Líneas 4 y 6 en su primera etapa de operación, será necesario integrar edificios auxiliares para lograr una operación óptima. Dichos edificios podrán ser los necesarios para albergar subestaciones, accesos intermedios al viaducto, equipo de señalización y control, antenas de telecomunicaciones, equipos de bombeo del sistema de PCI, así como cualquier otro cuarto técnico, entre otros.

3.2.4 En el predio de los Talleres y Cocheras Ciudad. No hay trabajos por realizar.

3.2.5 En el edificio del Puesto de Control Central. No hay trabajos por realizar.

3.2.6 Obras inducidas. Identificación y registro de los servicios que interfieren con la obra pública de movilidad, y propuestas básicas de solución para su relocalización.

3.2.7 Urbanismo. Identificación y registro de la infraestructura urbana susceptible a ser modificada para la implantación e integración del proyecto. Se deberán elaborar las propuestas y soluciones conceptuales de las modificaciones para asegurar la factibilidad del proyecto, cuidando que sean de bajo costo, fácil implementación y alto impacto en beneficio de éste. Tratándose de un viaducto elevado, y considerando los corredores por donde se implantará el viaducto, es conveniente considerar que a lo largo de todo el recorrido es necesario realizar adecuaciones a la vialidad.





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



3.3 EN CUANTO A LOS SISTEMAS DE ESPECIALIDADES QUE SON PARTE DEL ALCANCE

En lo que respecta a los Sistemas de Especialidades que deberán considerarse en la elaboración de las ingenierías del Proyecto Ejecutivo son, sin ser limitativo, al menos los siguientes:

- Proyecto Geométrico
- Sistema Estructural
- Sistema de Rodadura
- Sistema Arquitectónico
- Sistema de Accesibilidad Universal
- Sistema Eléctrico
- Sistema Mecánico
- Sistema Neumático
- Sistema Hidráulico
- Sistema Sanitario
- Sistema Pluvial
- Sistema de Ventilación y Aire Acondicionado
- Sistema de Protección contra Incendios
- Sistemas de control de acceso
- Procesos y dispositivos de emergencia
- Integración de Sistemas
- Plan de manejo ambiental
- Afectaciones a propiedades y servicios
- Obras inducidas y complementarias
- Modificaciones de las vías de comunicación vehicular
- Plan de manejo vehicular
- Urbanismo

La siguiente es una descripción breve y general de cada uno de los Sistemas de Especialidades mencionados:

- Proyecto Geométrico. Se refiere principalmente al trazo vertical y horizontal del eje del Metro, así como el de cada una de las vías por donde transitan los trenes tipo monorriel. Es conveniente señalar el alto impacto que tiene este sistema, tanto en la eficiencia y seguridad del sistema de



Página 4 de 90

www.nl.gob.mx/metrorrey | Tel. 81 2033 5000

Av. José María Pino Suárez 1123 Norte, Colonia Centro, Monterrey, N.L., C.P. 64000

@MetrorreyOficial  @metrorreynlofi1  @metrorrey.oficial 



**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



transporte, como en las estructuras que lo soportan, así como en la infraestructura vial del corredor. Por tal motivo, debe satisfacer apropiadamente las interfaces con el sistema ferroviario, el sistema estructural, y el ordenamiento urbano.

- Sistema Estructural. Se refiere a todos aquellos elementos de la infraestructura que tienen la función de soportar las cargas a las que estarán sujetas las edificaciones.
- Sistema de Rodadura. Corresponde a todos los materiales y elementos necesarios para el rodado del material rodante: su disposición geométrica, procedimientos de montaje, la interface con la obra civil para resolver su implantación bajo restricciones que limitan ruidos, vibraciones y desgastes, la interface con el material rodante y el modelo de operación y la interface con el sistema eléctrico.
- Sistema Arquitectónico. Corresponde al diseño de espacios para que el servicio que se brinde a los usuarios sea funcional, seguro y dentro de un ambiente agradable. Se centra en la concepción y dimensionamiento de espacios, el diseño de formas y de aspecto de los componentes, sea de las estructuras y/o de los sistemas complementarios; para unificarlos en un todo coherente, funcional y de aspecto agradable, tanto desde la perspectiva interior, como la exterior. Los principales sistemas complementarios a los que nos referimos son, entre otros: fachadas, cubiertas, recubrimientos y/o acabados, señalética para proveer información a los usuarios del sistema metro, herrería, carpintería y mobiliario.
- Sistema de Accesibilidad Universal. Corresponde a todas aquellas condiciones especiales, integradas en cualquier parte del Sistema de Transporte, orientadas para que cualquier persona use y disfrute el servicio con la mayor autonomía posible en su aprovechamiento, independientemente de su edad y/o sus incapacidades.
- Sistema Eléctrico. Corresponde a todos los sistemas y medios que permitan el suministro de Energía Eléctrica para todas las instalaciones y equipos de





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



las ampliaciones de las Líneas 4 y 6, para la alimentación del Sistema de Alumbrado, Contactos y Fuerza de todas sus estaciones, viaducto, y edificios de apoyo. Incluye todos los eventuales sistemas de almacenamiento de energía que permitan optimizar o mantener la operación de la totalidad de las instalaciones, equipos y servicios. Pero no incluye la alimentación eléctrica de los sistemas propiamente ferroviarios.

- Sistema Mecánico. Corresponde a todos los medios que incluyen componentes con partes que se mueven y que, al operar en su conjunto, ejecuten tareas específicas.
- Sistema neumático. Corresponde a todos aquellos sistemas que utilicen algún tipo de gas para transmitir potencia a uno o varios dispositivos mecánicos, o bien, que solo suministre el servicio del fluido al componente que lo requiera.
- Sistema hidráulico. Corresponde a todos aquellos sistemas que utilicen agua para transmitir potencia a uno o varios dispositivos mecánicos, o bien, al sistema de servicio encargado de suministrar agua potable en todos los edificios e instalaciones que lo requieran.
- Sistema Sanitario. Corresponde principalmente al drenaje sanitario, encargado de recoger todas las aguas residuales que se produzcan en los edificios e instalaciones. Incluye todo el equipamiento, además de la red de tuberías. Sin embargo, en un ámbito más general, todo aquello que involucre instalaciones, recursos y servicios destinados para atender las necesidades de salud de los usuarios y del personal operativo.
- Sistema Pluvial. Corresponde al sistema encargado de captar, encauzar, disponer y/o desalojar todas las aguas provenientes de las nubes.
- Sistema de Ventilación y Aire Acondicionado. Corresponde al sistema encargado de ventilar los espacios cerrados para renovar el aire viciado por aire limpio. En el caso del aire acondicionado, su función adicional es la regulación de la temperatura para brindar un ambiente de confort a los ocupantes de las instalaciones dotadas con este servicio. Así mismo la



implementación de sistemas de aire acondicionado de precisión cuando el equipamiento así lo requiera.

- Sistema de Protección contra Incendios. Corresponde al sistema encargado de garantizar que los daños y pérdidas inherentes a un incendio sean lo más bajos posible. De acuerdo con la norma NFPA 130.
- Plan de Manejo Ambiental. Corresponde al sistema de protección del medio ambiente basado en la norma ISO 14001.
- Urbanismo. Corresponde a la disciplina encargada de la planeación del espacio público para que sea habitable, funcional y ordenado.

3.4 SISTEMAS DE ESPECIALIDADES QUE SON PARTE PARCIAL DEL ALCANCE DE ESTA LICITACIÓN

Respecto al equipamiento electromecánico de los Sistemas Ferroviarios, el contratista de la presente Licitación tendrá solamente dentro de sus alcances de trabajo, la elaboración de Especificaciones Funcionales. Los Sistemas de Especialidades para los que se tienen que elaborar estas Especificaciones Funcionales, sin ser limitativo, son:

- Sistema de Operación de trenes CBTC
- Sistema de Rodadura
- Sistema de alimentación eléctrica del Material Rodante
- Sistema Eléctrico
- Sistema de Mando Centralizado
- Sistema de Comunicaciones
- Sistemas de puertas de andén
- Sistema de Peaje
- Integración de Sistemas
- Procedimientos y Manuales relacionados a la seguridad y emergencias

La siguiente es una descripción breve y general de cada uno de los Sistemas de Especialidades mencionados en este inciso, el desarrollo en sí de cada uno de ellos no forma parte del alcance de esta Licitación, solamente la elaboración de





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



Especificaciones Funcionales, así como la obligada inclusión de ellos en el Proyecto Ejecutivo de esta Licitación, donde sea necesario y de la manera que se requiera, son:

- Sistema de Material Rodante. *Solamente la inclusión en el Proyecto Ejecutivo, donde sea necesario y de la manera que se requiera. No hay que elaborar especificaciones funcionales para este sistema.* Se refiere propiamente al tren, y todos los componentes que le permiten funcionar de manera adecuada, incluyendo los sistemas de comunicación con pasajeros o centro de control y todos los sistemas embarcados incluidos en la operación GOA4
- Sistema de operación de trenes CBTC. Corresponde al sistema de control del tren. Incluye los subsistemas de conducción automática GOA4, regulación y supervisión de la operación de trenes, enclavamientos, señales y las redes de comunicaciones que los conecta.
- Sistema de Rodadura. Corresponde a todos los materiales, componentes y elementos necesarios para el rodado del material rodante: su disposición geométrica, procedimientos de montaje, la interface con la obra civil para resolver su implantación bajo restricciones que limitan ruidos, vibraciones y desgastes, la interface con el material rodante y el modelo de operación y la interface con el sistema eléctrico. Específicamente lo referente a los intercambiadores de carril.
- Sistema de alimentación eléctrica del Material Rodante y de todos los sistemas ferroviarios. Corresponde al sistema electromecánico que servirá para entregar la electrificación al Material Rodante y a todos los sistemas ferroviarios para su funcionamiento. Es alcance del contratista al que se le adjudique el contrato de esta Licitación, desarrollar la ingeniería del sistema de mitigación de corrientes vagabundas generadas por el sistema eléctrico de tracción ferroviario. Asimismo, también es alcance de esta Licitación, el desarrollo de las ingenierías para la construcción de los edificios auxiliares de las Subestaciones de Rectificación del sistema de tracción, incluyendo el suministro de energía eléctrica para la alimentación de los sistemas de Alumbrado, Contactos y Fuerza de los edificios auxiliares. En sí, el desarrollo de las ingenierías del sistema de tracción y sus rectificadoras no forman parte del alcance de esta Licitación, solamente la elaboración de especificaciones funcionales.





- Sistema Eléctrico. Corresponde a todos los sistemas y medios que permitan alimentar eléctricamente a todo el sistema metro, incluyendo todos los sistemas ferroviarios y no ferroviarios. En general, incluye todos los eventuales sistemas de almacenamiento de energía que permitan optimizar o mantener la operación.
- Sistema de mando centralizado. Este sistema unifica la supervisión de varios sistemas (la energía de tracción, los sistemas electromecánicos, el peaje, sistema de protección contra incendios, etc.). Los sistemas tienen interfaces con el mando centralizado usando un mismo protocolo. Las funciones que permite el sistema SCADA:
 - Funciones de vigilancia en caso de alarmas funcionales o técnicas relacionadas
 - Funciones de mando a total iniciativa del operador
 - Funciones de vigilancia que suministran información sobre el estado actual de los sistemas y datos funcionales (flujo de pasajeros, consumo eléctrico, etc.)
- Sistema de Comunicaciones. Es la plataforma de transporte y gestión de las comunicaciones de las Líneas 4 y 6 y sus ampliaciones. Está compuesto por varios sistemas, los cuales estarán orientados principalmente a la explotación del servicio de pasajeros; éstos serán integrados, gestionados, controlados y supervisados desde el Puesto Central de Control PCC. El conjunto de estos sistemas es al menos:
 - Red Multiservicios (RMS)
 - Red de Banda ancha (RBA)
 - Sonorización o sistema anuncio de pasajeros (SAP)
 - Circuito cerrado de televisión o video vigilancia (CCTV)
 - Telefonía/Interfonía (TEL)
 - Grabación de voz (GRA)
 - Sistema Información a Pasajeros (SIP)
 - Control de Asistencia (SCA)
 - Radiocomunicaciones TETRA
 - Interfaz Hombre-Máquina (IHM)
- Sistema de puertas de andenes



3.5 EN CUANTO A LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN

Para elaborar la ingeniería del Proyecto Ejecutivo es necesario contar, al menos, con información de:

- El sitio donde se ubicará la infraestructura;
- El Sistema de Transporte por utilizar;
- Requisitos solicitados por la Convocante.

3.5.1 Información del sitio donde se ubicará la infraestructura.

Es responsabilidad del Licitante al que se le adjudique el contrato motivo de esta Licitación, recabar toda la información necesaria para la elaboración de la ingeniería. Sin ser limitativo, dentro del alcance de los trabajos que deberá realizar, estarán los siguientes:

- a. Levantamientos Topográficos del corredor urbano donde se alojarán las ampliaciones del Metro.
 - b. Levantamiento de Interferencias visibles y ocultas: líneas de alta y media tensión, pasos peatonales, cauces de agua, colectores pluviales y sanitarios, gas, telefonía, cámaras de videovigilancia, anuncios panorámicos, etc.
 - c. Levantamientos y obtención de Información de la infraestructura urbana existente en el corredor: vialidades, pasos a desnivel, vías de ferrocarril, monumentos, semáforos, etc.
 - d. Exploración Geotécnica del corredor urbano.
- **Levantamientos Topográficos.** Para la realización de los trabajos topográficos, el contratista deberá disponer del equipo necesario, tanto para realizar los trabajos de campo, como para elaborar los trabajos de gabinete. En este sentido, el software tendrá licencia vigente, el equipo contará con su respectivo certificado de calibración (6 meses de vigencia al inicio de los trabajos en campo) y listo para su uso; el personal será el necesario y estará capacitado para su correcto desempeño en ambos trabajos.
 - Vuelo y restitución. Las especificaciones que el subcontratista deberá de considerar para el vuelo fotogramétrico son las siguientes:
 - El vuelo se realizará con un drone de ala fija, RGB o equivalente,





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



con el objetivo de obtener fotografía estereoscópica a color.

- Se utilizará sistema GPS georreferenciado.
 - La restitución fotogramétrica se realizará a partir de modelos de 3.4 cm/píxel del área de estudio. Se digitalizarán los rasgos planimétricos mayores y la generación de ortofoto con una resolución de 0.25 georreferenciada. Se contará con GCP (Puntos de control terrestres), debidamente marcado in situ a través de GPS, e implantados en la zona de estudio a través de mojoneras o clavos metálicos que permitan su permanencia e inamovilidad, durante el tiempo de ejecución del proyecto como mínimo.
 - Las ortofotos georreferenciadas se añadirán al DWG derivado de la restitución, de acuerdo con su programa de trabajo, finalizado el trabajo en campo. Se entregará nube de puntos, plano de restitución, ortofotos, memoria descriptiva del trabajo y metodología desarrolladas, plan de vuelo ejecutado, así como reporte fotográfico del trabajo en campo.
 - En todo caso, el levantamiento aéreo seguirá los lineamientos emitidos en la Norma para la autorización de levantamientos aéreos y exploraciones geográficas en el territorio nacional, del INEGI.
- Especificaciones del levantamiento horizontal (planimétrico). El levantamiento planimétrico considerará la infraestructura existente, ancho de vialidades, cruces, infraestructura de servicios, semaforización, señalamiento vial horizontal y vertical, puentes peatonales, estaciones de autobuses, límites de propiedades, barreras centrales, banquetas, guarniciones existentes, así como obras de drenaje existentes. En este sentido, el levantamiento planimétrico será a detalle, incluyendo cualquier infraestructura(s) a lo largo de la zona de estudio. Para su ejecución, el levantamiento deberá reunir las siguientes especificaciones:
- Se contará con puntos de control terrestre GPS a cada kilómetro sobre el eje de trazo.
 - Se tendrá una poligonal Base o de control GPS ligada a la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA), y a la Red de Primer Orden de Metrorrey. Los puntos de esta poligonal Base deberán



Página 11 de 90

www.nl.gob.mx/metrorrey | Tel. 81 2033 5000

Av. José María Pino Suárez 1123 Norte, Colonia Centro, Monterrey, N.L., C.P. 64000

@MetrorreyOficial  @metrorreynlofi1  @metrorrey.oficial 



quedar debidamente identificados con monumentos.

- Se trabajará y entregarán coordenadas UTM con el ITRF 2008 época 2010.0, de acuerdo con la normativa del INEGI.
 - Se utilizará equipo GNSS de multifrecuencia.
 - Poligonales de apoyo secundario, con el objetivo de conseguir un levantamiento horizontal detallado, a través del método RTK. La estación total con precisión de por lo menos 5 segundos (en medición) para la poligonal de apoyo secundario.
 - La información obtenida en campo será dispuesta en los planos topográficos en formato DWG, en donde se mostrará claramente los objetos levantados, coordenadas, etc. Se deberán incluir sus cuadros de construcción, bancos de coordenadas o de nivel, orientación, retícula de coordenadas, simbología, indicación de escala, croquis de localización, sello oficial de la empresa, número de contrato, notas generales, fecha y firma de los responsables. Así como un reporte fotográfico de los trabajos realizados.
 - Los documentos derivados y considerados como entregables son: Archivos DAT, RINEX, ASCII y procesamiento de líneas base. Así como Plantillas de cálculo que permitan verificar la precisión lineal y el cierre angular del trabajo.
 - A partir de la fecha de inicio, se entregarán avances semanales del levantamiento horizontal en DWG así como reportes que contengan los aspectos más relevantes del trabajo en campo, posibles contratiempos debido al clima o cuestiones administrativas y/o de tránsito que pudiesen influir en el avance programado.
 - La conclusión total de los trabajos del levantamiento horizontal deberá ser congruente con el programa general de trabajo.
- Especificaciones del levantamiento vertical (altimétrico)
 - Se utilizará el Banco de Nivel Oficial del INEGI más cercano, con el objetivo de referencias altimétricamente la zona.
 - Las coordenadas deberán de ser en U.T.M. (Proyección Universal Transversal de Mercator) con el ITRF 2008 época 2010.0, de acuerdo con la normativa del INEGI. Ubicación de Bancos de nivel a una distancia entre ellos de 500 m. Se tendrá





que verificar la viabilidad de que los bancos estén establecidos en campo mediante clavos, varillas o mojoneras, con la finalidad de que, en las etapas posteriores del proyecto, se tengan bancos de apoyo cercanos.

- Nivelación geodésica diferencial entre puntos de la poligonal base y poligonales de apoyo a lo largo del eje. Considerando un error de nivelación no mayor a 0.01 m. Las curvas de nivel deberán de ser con un máximo a cada 2 metros.
 - El seccionamiento transversal del terreno abarcará la sección urbana del corredor más 20 m a cada lado.
 - La información obtenida en campo será dispuesta en los planos topográficos en formato DWG, en donde se mostrará claramente los objetos levantados, coordenadas, etc. Se deberán incluir sus cuadros de construcción, bancos de coordenadas o de nivel, orientación, retícula de coordenadas, simbología, indicación de escala, croquis de localización, sello oficial de la empresa, número de contrato, notas generales, fecha y firma de los responsables. Así como un reporte fotográfico de los trabajos realizados.
 - A partir de la fecha de inicio, se entregarán avances semanales del levantamiento vertical con la configuración de triangulación en DWG así como reportes que contengan los aspectos más relevantes del trabajo en campo, posibles contratiempos debido al clima o cuestiones administrativas y/o de tránsito que pudiesen influir en el avance programado.
 - La conclusión total de los trabajos del levantamiento vertical deberá ser congruente con el programa general de trabajo.
 - En todo caso, el subcontratista se apegará a la normativa aplicable del INEGI.
-
- **Geotecnia.** La contratista deberá realizar estudio de detalle para verificar y fundamentar el planteamiento de soluciones geotécnicas de los distintos elementos constructivos del proyecto ejecutivo. Sin ser limitativo, los estudios geotécnicos, geológicos y geofísicos se ciñen a los siguientes alcances:





- Para la elaboración del proyecto ejecutivo, el contratista deberá realizar una primera campaña de sondeos mixtos, a cada 200 m aproximadamente, a lo largo del viaducto. Se debe buscar que los sondeos que se realicen queden lo más cercano posible al eje del viaducto.
- Los sondeos de muestreo mixto se realizarán combinando la prueba de penetración estándar con muestreo Inalterado con tubo de pared delgada (shelby) o de pared gruesa, en suelo blando/sueltos, y/o alternando la prueba de penetración estándar con el avance con máquina rotaria (brocas de diamante) y/o similar en suelos duros/resistentes.
- El contratista deberá elaborar el registro de campo acompañado de un reporte fotográfico (incluso un video) que permita definir la ubicación general del sitio de estudio. Es importante registrar la ubicación del sondeo en coordenadas UTM (x, y, z). Es importante identificar perfectamente cada contenedor de muestras alteradas e inalteradas incluyendo la clasificación del suelo.
- Se realizarán los siguientes ensayos y tomas de muestras:
 - Ensayos de penetración estándar
 - Ensayos de permeabilidad
 - Ensayos de penetración dinámica super pesada
 - Ensayo Down-Hole
 - Ensayos de Laboratorio
 - Toma de muestras inalteradas y testigos parafinados
 - Toma de muestras de agua
 - Tendido Sísmico MAM/MASW
 - Sondeos Eléctricos Verticales (SEV)
 - Tomografía de Resistividad Eléctrica (TRE)
- Con base en la información obtenida y analizada en esta primera campaña de investigación del subsuelo, se deberá elaborar un informe geológico-geotécnico final, en el cual se incluya el perfil estratigráfico del corredor.

3.5.2 Sistema de Transporte por utilizar.





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



En términos generales, las ampliaciones motivo de esta Licitación son para un sistema tipo monorriel, igual al de las Líneas 4 y 6, actualmente en construcción. La Convocante proporcionará al Licitante ganador, la información esencial del Proyecto que está actualmente en construcción, para que el Proyecto Ejecutivo motivo de esta Licitación, se homologue con él. Sin embargo, el contratista ganador de la presente Licitación deberá considerar como parte de sus alcances, interactuar con los contratistas, tanto del Proyecto Integral de los sistemas ferroviarios para los tramos de las ampliaciones de las Líneas 4 y 6, como los contratistas del Proyecto Integral de las Líneas 4 y 6. Asimismo, con todas aquellas entidades públicas y privadas que estén involucradas.

3.5.3 Requisitos particulares solicitados por la Convocante.

El Proyecto Ejecutivo de las ampliaciones deberá cumplir obligatoriamente, para que su operación sea integral con las de la primera etapa. Es decir, todos los sistemas ferroviarios de las ampliaciones de las líneas 4 y 6, deben de ser iguales a los de las líneas actualmente en construcción. Asimismo, los vehículos tipo monorriel necesarios para las extensiones, serán totalmente compatibles con los de la primera etapa, de tal forma que por la infraestructura de la primera etapa de las líneas 4 y 6, y la de sus extensiones, transiten los trenes de ambas sin restricción operativa alguna.

3.6 EN CUANTO AL PROYECTO EJECUTIVO

El Proyecto Ejecutivo desarrollará y definirá todos los aspectos de la ingeniería de la Obra pública motivo de esta Licitación.

El Proyecto Ejecutivo deberá incluir todos los documentos técnicos necesarios para la materialización de la Obra Pública motivo de esta Licitación. Los alcances mínimos, más no limitativos, que el Contratista deberá elaborar, son:

- Plan de Operación Preliminar. Definirá como mínimo:
 - Frecuencia de paso de trenes para satisfacer la demanda en el año horizonte de diseño.
 - Tiempos de viaje mínimos/velocidad de viaje (incluyendo paradas) soportados por simulaciones de marcha coherentes con las características del material rodante (establecido en líneas 4 y 6 del





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



- metro).
- Número de Servicios a la hora, en horas punta y horas valle.
- Plan de Operación en Modo Degradado (incluyendo evacuación viajeros en cada caso compatible con la solución de las líneas 4 y 6 STC Metrorrey).
- Proyecto Geométrico. A partir del corredor urbano propuesto por la Dependencia, el contratista deberá desarrollar, sin ser limitativo, lo siguiente:
 - Definición de las características geométricas del eje del viaducto y de las vigas de rodadura, según los requerimientos del material rodante.
 - Definición de las características de confort y diseño adoptadas por el proponente.
 - Solucionar apropiadamente la interfaz del proyecto geométrico del metro, con los sistemas ferroviarios, estructurales, y el ordenamiento urbano.
 - Proponer y definir la implantación de las estaciones de pasajeros.
 - Elaboración de planos que muestren las plantas y elevaciones longitudinales de trazado geométrico (definición de eje de plataforma y grafismo completo de elementos)

Los parámetros de diseño solicitados para el material rodante de las Líneas 4 y 6, son:

- Velocidad de diseño de forma general de 80 km/h
- Diseño de cambios de vía y escapes para 50 km/h
- Los trenes en operación normal se detienen en todas las estaciones de la línea. Aplica solo para las estaciones que estén construidas e integradas en la operación.
- En caso de que un tren no pare en estación, la velocidad de paso en estaciones será de 50 km/h. Aplica solo para las estaciones que estén construidas e integradas en la operación.
- Velocidad comercial del sistema de 35 km/h
- Los cambios de vía deben de colocarse en alineaciones en tangente y con pendiente 0.0%
- Distancia andén eje de vía, tanto horizontal como vertical, debe de cumplir con la normatividad de accesibilidad para personas de movilidad reducida.
- Los andenes deben de estar en alineación horizontal recta y con pendiente vertical 0.0%
- La velocidad de paso en curva (combinación radio, peralte) se calculará de forma que provoque una aceleración transversal ya compensada



Página 16 de 90

www.nl.gob.mx/metrorrey | Tel. 81 2033 5000

Av. José María Pino Suárez 1123 Norte, Colonia Centro, Monterrey, N.L., C.P. 64000

@MetrorreyOficial  @metrorreynlofi  @metrorrey.oficial 



**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



- inferior a 1 m/s^2
 - El diseño de curvas en planta coordinado con el diagrama de marchas en operación normal
 - Las curvas de transición serán tipo clotoideas
 - El jerk lateral deberá ser inferior a 0.5 m/s^3
 - Curvas verticales tipo parabólicos
 - Jerk longitudinal de 0.7 m/s^3
 - El diseño deberá considerar e incluir todo lo necesario para permitir la evacuación de emergencia de pasajeros de manera ágil y segura, tanto en viaducto, como en estaciones.
- Exploración Geotécnica complementaria para determinar las características y parámetros del suelo donde estarán alojadas y desplantadas las estructuras de la obra pública motivo de esta Licitación.
- Proyecto Ejecutivo de cimentaciones para viaductos, estaciones y edificios auxiliares contemplados para esta etapa y subsecuentes. A partir de los estudios topográficos, geológicos y geotécnicos entregados por la Dependencia, y los complementarios que realice el contratista al que se le adjudique el contrato correspondiente de la presente Licitación, deberá presentar:
 - La elección de los materiales básicos a emplear en los diferentes elementos que conformen la cimentación.
 - Cálculo y diseño de las cimentaciones de acuerdo con el estudio de mecánica de suelos existentes y resultados de la campaña geotécnica complementaria.
 - Con los resultados de los análisis estructurales por cargas gravitacionales y accidentales, se obtendrán envolventes de diseño que surjan de la adaptación de las normativas aplicadas en los proyectos de las líneas 4 y 6 del STC Metrorrey para los miembros estructurales de cimentación.
 - Se deberán entregar memorias, planos y cuantificación de materiales de todas las cimentaciones requeridas para las ampliaciones de las Líneas 4 y 6.
- Viaducto elevado. Los elementos estructurales íntimamente ligados con los sistemas ferroviarios son las vigas de rodadura sobre las que transita el



Página 17 de 90

www.nl.gob.mx/metrorrey | Tel. 81 2033 5000

Av. José María Pino Suárez 1123 Norte, Colonia Centro, Monterrey, N.L., C.P. 64000

@MetrorreyOficial  @metrorreynlof1  @metrorrey.oficial 



**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**

GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



EL GOBIERNO DEL
**NUEVO
NUEVO LEÓN**

monorriel. Son vigas de concreto presforzado que deben cumplir con las especificaciones del proyecto geométrico, es decir, con los alineamientos, pendientes, y curvaturas horizontales y verticales. Son vigas de alta especificación geométrica, estructural y de durabilidad que deben satisfacer ampliamente al sistema ferroviario. El claro tipo óptimo es de 30 m. El sistema estructural del viaducto es a base de pórticos tipo de 120 m de longitud, con cinco apoyos y cuatro claros de 30 m. En este esquema básico se tienen tres apoyos intermedios, normalmente el apoyo es una columna, aunque en ocasiones el apoyo se tiene que puentear con un marco para salvar las interferencias viales. Los apoyos de extremo se deben diseñar para permitir que sean una junta de expansión de la estructura. Cada viga de rodadura es particular para su lugar dentro del viaducto. La altura del viaducto, y sus estaciones, depende principalmente de los gálibos vehiculares y ferroviarios por donde se aloja. Una situación crítica se presenta en los pasos vehiculares elevados. La altura de las columnas son una consecuencia natural del alineamiento vertical del viaducto. El caso tipo de apoyo es el de una sola columna que en la parte superior remata con un capitel sobre los que se apoyan las vigas de rodadura. La separación aproximada entre las vigas de rodadura es de 4.90 m en tramo tangente, en medio de ellas se aloja un pasillo de evacuación de pasajeros y algunas charolas de servicio. La separación de vigas se amplía en las curvas dependiendo el radio de curvatura del eje de metro. La cimentación de un apoyo tipo de una sola columna, es con una sola pila; para las columnas de sección rectangular se requiere un dado de conexión para hacer la transición a la sección de la pila. Cuando se requiera que el claro entre apoyos sea mayor a 30 m, habrá necesidad de proyectar un pórtico especial que satisfaga las necesidades del entorno. Asimismo, en zonas donde se tengan equipos especiales como intercambiadores, por ejemplo, la estructura del viaducto tendrá que ser diferente a la de los pórticos tipo. Tomando en consideración lo anterior, el enfoque del proyecto ejecutivo estructural del viaducto estará basado en la elaboración de las ingenierías de los pórticos. Estos componentes estructurales incluyen: las cimentaciones a base pilas, dados de conexión y/o zapatas cabezal, columnas, capiteles, vigas de rodadura, y estructuras de puenteo donde se requiera. Incluye la elaboración de todos los documentos necesarios para justificar el proyecto, y la elaboración de todos los documentos necesarios para su correcto entendimiento e interpretación. Deberá incluir, sin ser limitativo:

- Memoria descriptiva de cada uno de los Sistemas de Especialidades del



Página 18 de 90

www.nl.gob.mx/metrorrey | Tel. 81 2033 5000

Av. José María Pino Suárez 1123 Norte, Colonia Centro, Monterrey, N.L., C.P. 64000

@MetrorreyOficial  @metrorreynlofi  @metrorrey.oficial 



**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



- viaducto que incluyan la descripción de las soluciones adoptadas, justificaciones técnicas de la misma y procedimientos constructivos para su implementación.
- Memorias de cálculo que justifiquen los diseños de los elementos y componentes de los Sistemas de Especialidades.
 - Planos de las soluciones estructurales, elaborados conforme a los requerimientos establecidos por la Dependencia.
 - Planos de implementación de las estructuras sobre el trazo propuesto.
 - Diseño, memorias de cálculo, dibujos de detalle y/o planos de los elementos complementarios del viaducto (uniones entre elementos, juntas de dilatación, barreras o protecciones laterales, sistema de drenaje del viaducto, charolas para canalizaciones de servicio, pasarela de evacuación de emergencia, escaleras de emergencia, pantallas acústicas, impermeabilización, etc.).
 - Renders para la presentación del viaducto en las zonas más emblemáticas.
 - Cuantificación de materiales y volúmenes de obra.
- Estaciones. El contratista al que se le adjudique el contrato de la presente licitación deberá elaborar el Proyecto Ejecutivo de siete estaciones: una estación terminal en Santa Catarina para Línea 4, tres estaciones de paso para Línea 4, dos estaciones de paso para Línea 6, y una estación terminal cerca al aeropuerto de Monterrey.

Las estaciones de paso no se construirán en la primera etapa de la obra. Por tal motivo, estas estaciones deberán diseñarse para que las vigas de rodadura y su estructura de soporte puedan construirse en la primera etapa, y en una etapa posterior, se complemente la estructura del resto de la estación.

En términos generales, los componentes que forman una estación son la pista ferroviaria, los andenes, el área de vestíbulo donde se aloja el equipo de peaje, los accesos a nivel banqueta, las escaleras de circulación –de los accesos a vestíbulo, y de vestíbulo a andén-, y los otros componentes también de gran importancia: cubiertas y fachadas. Por las características del proyecto, las estaciones terminales, Línea 4 y Aeropuerto, serán diferentes entre sí y también diferentes a las estaciones de paso. En cuanto a las cinco estaciones de paso, aunque compartirán el mismo esquema de solución, pueden presentar variantes en la estructura principal de soporte y en la definición de los accesos que tendrán





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



que adecuarse al entorno. Por esta razón, el proyecto ejecutivo de la estación de paso deberá aprovechar todas las similitudes que tengan entre sí, pero deberá cubrir las variantes que tengan entre ellas.

El Licitante al que se le adjudique el contrato motivo de esta Licitación, deberá desarrollar los anteproyectos de las estaciones a partir de la descripción general que se proporcionó para los proyectos de las Líneas 4 y de la Línea 6, y a los ajustes que se han realizado hasta el momento. Cabe señalar que esta información se proporciona para dar una idea global de lo que se espera de las estaciones de las ampliaciones, pero aclarando que, durante el proceso de definición y desarrollo del proyecto ejecutivo, pueden resultar variantes.

Descripción general de las estaciones:

- Todas las estaciones serán elevadas.
- Dispondrán de 3 niveles: en el superior se ubicarán los andenes y la pista ferroviaria; en el intermedio se ubicarán el vestíbulo, los locales operativos, y los locales técnicos, y; en el inferior, nivel banquetta, se ubicarán los accesos y las zonas de intercambio modal.
- Los andenes tendrán una longitud mínima de 85 m y máxima de 100 m.
- Las estaciones de paso y la estación aeropuerto tendrán andenes laterales, uno a cada lado de las vías. Los anchos mínimo y máximo esperado de los andenes serán entre 4 m y 6 m, respectivamente.
- La estación terminal de la Línea 4 será de dos andenes centrales y tres vías sencillas. Los anchos mínimo y máximo de los andenes serán entre 10 m y 14 m, respectivamente.
- La penúltima estación de la ampliación de la Línea 6, una antes de la final en el aeropuerto, se considerará con un esquema de vías que permita la rotura de frecuencia del servicio.
- Según lo permita el entorno de la ubicación, cada estación dispondrá de, al menos, 4 accesos, dos a cada lado de la avenida sobre la que discurre el trazado. Los puentes peatonales que conectan los accesos serán zona “no pago”, de manera que puedan ser utilizados por los ciudadanos para el cruce sobre la vialidad.
- Las entradas a nivel banquetta deberán estar bien posicionadas en relación con las vías de acceso, el tráfico peatonal, los locales comerciales o negocios, el desarrollo urbano del entorno y serán fácilmente reconocidas por los usuarios.



Página 20 de 90

www.nl.gob.mx/metrorrey | Tel. 81 2033 5000

Av. José María Pino Suárez 1123 Norte, Colonia Centro, Monterrey, N.L., C.P. 64000

@MetrorreyOficial  @metrorreynlofi1  @metrorrey.oficial 



- El diseño debe ser lo más compacto posible cumpliendo las dimensiones mínimas requeridas para la cómoda circulación de usuarios y accesos a zonas de elevadores para las personas con movilidad reducida.
- Se dispondrán escaleras fijas entre todos los desniveles, tanto en los recorridos de entrada como de salida, así como una escalera eléctrica para cada recorrido.
- Las estaciones estarán adaptadas para el uso por personas con movilidad reducida y cumplirán la normativa vigente.
- Los niveles de acceso y de vestíbulo deberán ser diseñados
 - Con máximo nivel de iluminación y ventilación natural
 - Con garantía del 100% de estanqueidad (protección contra la lluvia)
 - Espaciosos
 - Funcionalmente bien decorados
 - Estéticamente placenteros
 - Armoniosos en color
 - Se deben evitar nichos y áreas difíciles de supervisar
 - Sin interrupción a cualquier tipo de letreros
- El vestíbulo se planeará como la zona de transición entre el nivel superficie y el nivel andén, en él se debe contemplar las áreas correspondientes a la zona paga y la zona no paga, locales para los ambientes operativos, salas técnicas, sanitarios, núcleos de circulación vertical (escaleras y elevadores), así como todos los servicios complementarios, de modo tal que se pueda lograr máxima vigilancia por parte del personal de supervisión de la estación sobre las máquinas de venta de tiquetes, escaleras mecánicas y ascensores, etc.
- Las máquinas de venta de tarjetas y recargas deberán ubicarse de manera tal que minimice los flujos cruzados de usuarios y proporcionen un espacio adecuado que no interfiera con la libre circulación. Las mismas deben ubicarse en zonas no pagas del vestíbulo
- Se evitarán pasillos y corredores estrechos junto con cambios innecesarios de dirección y nivel
- En principio, se requiere un espacio de circulación de 6.5 m como mínimo para el flujo de usuarios en la parte superior e inferior del





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



módulo de las escaleras mecánicas y físicas, el cual podrá reducirse en caso de comprobarse que un espacio menor cumple con las normas para una operación normal y para una evacuación de emergencia. De igual manera, el ancho mínimo indicado por principio, deberá incrementarse por las mismas razones. En las zonas vestibulares de los ascensores, se deberá prever un ancho mínimo de 3 m en la dirección de carga y descarga, de manera que el área no interfiera con los carriles de circulación peatonal existentes.

- Los andenes tendrán un espacio de circulación y de espera adecuado para la demanda de cada estación, libre de obstáculos.
- Para la operación de servicio normal, las dimensiones de los espacios de la estación deben estar diseñados para proporcionar un nivel de servicio (NDS) "C" en general, según se define en las especificaciones del TCRP Report 165 (Transit Cooperative Research Program). Transit Capacity and Quality of Service Manual.
- Para el cálculo y dimensionamiento de los espacios de las estaciones en una evacuación de emergencia, se emplearán las especificaciones de la NFPA-130.
- Es responsabilidad del Contratista verificar el dimensionamiento de la estación, las zonas de circulación, el tamaño de las escaleras, vestíbulo, y andenes, y elaborará un informe donde incluya el cálculo y/o la simulación operativa.
- En el diseño de las estaciones se emplearán materiales de acabado de calidad, antivandálicos y de bajo mantenimiento.

El proyecto ejecutivo de estaciones incluye la propuesta y definición de todos los Sistemas de Especialidades descritos en los documentos de esta Licitación. Deberá incluir, sin ser limitativo:

- Memorias descriptivas de cada uno de los Sistemas de Especialidades de las estaciones terminales y de las estaciones de paso (futures) que incluya la descripción de la solución adoptada, justificaciones técnicas de la misma y procedimientos constructivos para su implementación.
- Memorias de cálculo que justifiquen los diseños de los elementos y componentes de los Sistemas de Especialidades y que son parte integral de los proyectos ejecutivos de las estaciones.
- Planos que muestren, describan, especifiquen y detallen las soluciones,



Página 22 de 90

www.nl.gob.mx/metrorrey | Tel. 81 2033 5000

Av. José María Pino Suárez 1123 Norte, Colonia Centro, Monterrey, N.L., C.P. 64000

@MetrorreyOficial  @metrorreynlof1  @metrorrey.oficial 



**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



tanto arreglos de conjunto, como detalles constructivos, para que pueda construirse correctamente conforme a lo propuesto.

- Renders para la presentación de las estaciones.
 - Cuantificación de materiales y volúmenes de obra. Catálogos de conceptos.
-
- Edificios auxiliares. Estos edificios deberán ser los necesarios para albergar subestaciones, accesos intermedios al viaducto, equipo de señalización y control, antenas de telecomunicaciones, equipos de bombeo del sistema de PCI, así como cualquier otro cuarto técnico, entre otros. Deberá incluir, sin ser limitativo:
 - Memoria descriptiva de cada uno de los Sistemas de Especialidades de los edificios auxiliares, que incluya la descripción de la solución adoptada, justificaciones técnicas de la misma y procedimientos constructivos para su implementación.
 - Memorias de cálculo necesarias para el dimensionamiento, especificación y detallado de todos los componentes de los Sistemas de Especialidades presentes en cada una de ellas.
 - Planos que muestren, describan, especifiquen y detallen las soluciones, tanto arreglos de conjunto, como detalles constructivos, para que pueda construirse correctamente conforme a lo propuesto.
 - Renders para la presentación de los edificios auxiliares.
 - Cuantificación de materiales y volúmenes de obra. Catálogo de conceptos.

 - Estructuras. Todas las estructuras, y cada una de sus partes, tanto del viaducto, como de las estaciones, edificios de apoyo, y de las obras complementarias del proyecto, deberán diseñarse para cumplir con los requisitos básicos siguientes:
 - El proyecto de estructura deberá estudiar y proponer modelos racionales y compatibles con los requerimientos de los sistemas ferroviarios, del diseño arquitectónico y de las condiciones del terreno y del entorno donde se aloja, según análisis técnico, económico y normativo.
 - Tener seguridad adecuada contra la aparición de todo estado límite de





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



falla posible ante las combinaciones de acciones más desfavorables que puedan presentarse durante su vida esperada.

- No rebasar ningún estado límite de servicio ante combinaciones de acciones que corresponden a condiciones normales de operación.
- Colaborar en la elección de los materiales básicos a emplear en los diferentes elementos resistentes que conformen.
- Análisis y diseño, que consistirá en lo siguiente:
 - Análisis estructural por cargas gravitacionales, muertas y vivas, en función de los usos de cada área. La Dependencia proporcionará al licitante al que se le adjudique el contrato de la presente Licitación, el tren de cargas de diseño del monorriel.
 - Análisis por cargas accidentales, sismo y viento, de acuerdo con la normativa aplicable. Para estos casos, los Manuales de Diseño de Obra Civil de la Comisión Federal de Electricidad: CFE Diseño por Sismo, CFE Diseño por viento; ambos en sus versiones más recientes.
 - Con los resultados de los análisis estructurales, se pueden obtener envolventes para el diseño de los elementos estructurales, en caso de así convenir.
 - En general, los diseños de pilas, columnas y conexiones pila columna, serán en concreto reforzado, asimismo los capiteles de viaducto.
 - Lo común es que las trabes del viaducto sean prefabricadas en concreto presforzado; es posible emplear prefabricados en concreto presforzado, en los sistemas de entrepiso de las estaciones. Todo lo anterior, siempre y cuando lo permita la solución técnica de los mismos.
 - Las vigas de rodadura se deberán diseñar para que la deflexión máxima por carga viva sea no mayor al claro entre mil (delta máx. por carga viva $< L/1000$).
- Ruido y vibraciones.
 - El contratista deberá realizar una predicción de los niveles esperables de emisión de ruido y vibraciones al entorno a causa de la nueva línea.
 - El contratista deberá realizar un estudio de los receptores



Página 24 de 90

www.nl.gob.mx/metrorrey | Tel. 81 2033 5000

Av. José María Pino Suárez 1123 Norte, Colonia Centro, Monterrey, N.L., C.P. 64000

@MetrorreyOficial  @metrorreynlof1  @metrorrey.oficial 



**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



sensibles que se puedan ver afectados la línea por los ruidos y vibraciones.

- En base a la normativa aplicable (a nivel federal, estatal y local) se identificarán el conjunto de actuaciones de atenuación acústica y vibratoria, tanto en fase de obra como en fase de explotación comercial de la línea.
- Energía en Baja Tensión para estaciones y edificios auxiliares. Contarán con el sistema eléctrico en baja tensión para:
 - Alumbrado en Estaciones y edificios auxiliares.
 - Alumbrado en áreas públicas y no públicas.
 - Contactos Monofásicos de uso general.
 - Contactos Trifásicos de uso general.
 - Cargas de fuerza para Sistemas de Climatización.
 - Cargas de fuerza de Sistemas para Protección Contra Incendio.
 - Cargas de fuerza para Elevadores y Escaleras Eléctricas.
 - Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI).
 - Cargas diversas para el Sistema de Control, Señalización y Comunicaciones.

De lo anterior y para la alimentación de energía eléctrica en baja tensión de acuerdo con los niveles necesarios, se deberá considerar al menos los Tableros de Distribución conforme al tipo de carga conectada y al uso específico a realizar, considerando las cargas preferentes y emergentes conforme al Sistema especificado; por lo que, de manera particular, se deberían considerar al menos los siguientes:

Tablero de Servicio Normal. El Tablero de Distribución General en Servicio Normal se deberá localizar en el Local Técnico asignado para fines específicos, ya sea Cuarto Eléctrico y/o Subestación Eléctrica para Alumbrado y Fuerza, siendo que la alimentación al mismo debe ser en niveles de tensión por debajo de los 1000 V al considerarse un Sistema en Baja Tensión, por lo que los niveles nominales conforme a las características del equipo Reductor de Tensión (Transformador de Distribución) es de 220/127 V en Corriente Alterna, siendo esta la derivación en el lado secundario del mismo equipo, de igual manera con una frecuencia nominal de 60 Hz.





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



De lo anterior, se deberá considerar que en los Tableros de Servicio Normal se integrarán las protecciones necesarias (Interruptores) para los circuitos derivados principales siendo que serán las protecciones principales para la carga total conectada de los Tableros derivados, por lo que los mismos deberán ser trifásicos de capacidad conforme a la carga conectada, considerando los criterios de cálculo con una coordinación adecuada para la protección de los alimentadores, cumpliendo con las condiciones de Factores de Demanda y Carga de Reserva por Instalar en los Tableros.

Los tableros de distribución general y derivados son equipos que integran a un bus común las protecciones y terminales para derivación de alimentadores principales y de distribución a cargas. Los tableros generales deberán incluir un equipo de monitoreo digital, así como un sistema de protección contra sobretensiones transitorias.

Las cargas en servicio normal se deberán referir a aquellos equipos o sistemas auxiliares que en caso de ausencia del suministro eléctrico no afecten el funcionamiento normal ni la operación y no pongan en riesgo la integridad de los operadores y usuarios. Las cargas en servicio normal consideradas deberán ser al menos de los tipos siguientes:

- Alumbrado normal.
- Contactos monofásicos y trifásicos de servicios.
- Elevadores.
- Escaleras eléctricas.

Tablero de Servicio Emergente. A partir del primer Tablero, denominado como Tablero de Servicio Normal, se implementará un segundo sistema denominado Sistema Emergente, mismo que estará integrado por un Tablero de Distribución con el número de polos/circuitos necesarios conforme a la carga total instalada y a los servicios por alimentar en sistema emergente. De ello su alimentación deberá ser a través de un Sistema integrado por un Equipo de Emergencia, ya sea Planta de Emergencia o sistema ininterrumpido de alimentación (UPS).

Este servicio deberá contemplar las cargas que en caso de falla eléctrica afectan a la operación de la línea y ponen en riesgo la integridad de operadores y usuarios. Estos sistemas deberán requerir una continuidad eléctrica proporcionado por un sistema UPS para los equipos eléctricos que no puede pasar por cero en ningún instante (crítico):





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



- Telecomunicaciones.
- Control.
- Señalización.
- Alumbrado de emergencia
- Sistemas de Protección Contra Incendio
- Peaje

Los **Tableros de Distribución** por emplearse estarán en función al tipo de distribución y se tendrán los siguientes:

- **Tableros principales.** Estos tableros reciben la acometida proporcionada por el transformador media tensión y distribuyen energía a los tableros secundarios.
- **Tablero de transferencia.** Este tipo de tablero se utiliza para hacer la conmutación entre dos acometidas.
- **Tableros de alumbrado con control inteligente.** Estos tableros se emplean para la distribución a los circuitos de alumbrado en la estación proporcionando un sistema de control automático y programado por registros horarios o zonales. Los tableros tendrán las interfaces necesarias para que puedan ser monitoreados y controlados desde el local del responsable de estación (mando local) o bien desde el centro de control (mando remoto).
- **Tableros de distribución de contactos.** Estos tableros serán para la distribución de los circuitos de contactos de uso general.
- **Tableros de fuerza.** Serán los encargados de suministrar energía a los equipos de climatización, ventilación, bombeo o cualquier carga que su operación dependa de un motor eléctrico.

Canalizaciones Eléctricas. Todos los conductores portadores de energía eléctrica deberán estar protegidos contra daños físicos conforme a lo indicado en la normatividad vigente aplicable, siendo que se deberán emplear canalizaciones eléctricas metálicas y no metálicas con su respectivo sistema de tierras a través de los conductores desnudos correspondientes conectados a la red del sistema de puesta a tierra, por lo que la trayectoria además de ser





firme, deberá ser segura a lo largo de toda su longitud.

Las canalizaciones eléctricas se deberán dimensionar considerando un margen de reserva conforme a lo establecido en la normatividad nacional e internacional vigente aplicable, contemplando y evitando un sobrecalentamiento en las terminales que se albergarán en dichas canalizaciones, siendo propensa a fallas en el sistema eléctrico que conlleve a la falla del equipamiento alimentado mediante los circuitos eléctricos derivados.

Las canalizaciones que se deberán emplear en los Sistemas Eléctricos antes enunciados deberán ser al menos de los siguientes tipos conforme al tipo de instalación y espacio donde se realice la misma, siempre y cuando se cumpla con el debido dimensionamiento para la utilización del sistema eléctrico:

- Tubería conduit pared gruesa galvanizada de diámetros normalizados.
- Charola porta cables de aluminio tipo escalerilla en dimensiones normalizadas.
- Tubería PVC policloruro de vinilo de diámetros normalizados.
- **Conductores Eléctricos.** Los conductores eléctricos seleccionados se deberán dimensionar conforme a la capacidad de corriente que circulará a través de ellos, esto de acuerdo con la carga conectada en cada uno de los circuitos derivados de los Tableros de Distribución para Servicio Normal y para Servicio Emergente. Para ello, se deberán tomar en cuenta las siguientes consideraciones:
 - Resistentes a la humedad, aceites y agentes químicos.
 - No propagador de flama.
 - Resistente a la propagación de incendio.
 - Mínima generación de humos
 - Temperaturas del conductor:
 - Ambiente húmedo: 75°C
 - Ambiente seco: 90°C
 - Sobrecarga: 105°C
 - Cortocircuito: 150°C

El Nivel de Tensión de cada uno de ellos deberá ser el adecuado conforme a la tensión de diseño, siendo que nominalmente tienen valores de alrededor a los 600 V en Corriente Alterna. De la misma manera, se debe considerar el tipo de





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



aislamiento con el que contarán cada uno de los alimentadores, de acuerdo con la corriente que circulará sobre ellos, el tipo de utilización, el nivel de tensión y las consideraciones para instalación.

Alumbrado Normal y Emergente. Para el desarrollo del Sistema de Alumbrado en Servicio Normal y en Servicio Emergente, se deberá realizar el dimensionamiento conforme a los niveles lumínicos establecidos en la normatividad nacional vigente aplicable conforme a las recomendaciones correspondientes, siendo así que tendrán la función de iluminar todas las áreas públicas y no públicas bajo los niveles lumínicos de cada zona. Además de este tipo de alumbrado se contará con otro tipo de alumbrado que es del tipo decorativo y que no interviene en estos niveles de iluminación.

El diseño de la iluminación en cada área o cuarto técnico deberá cumplir con el nivel lumínico mínimo seleccionado y considerando que:

- La iluminación en cada zona deberá estar en función a la actividad que ahí se ha de desarrollar, contemplando los riesgos para la seguridad y salud de las personas.
- En todos los casos se preverá en tanto sea posible una iluminación natural.
- El tipo de alumbrado que se deberá implementar deberá ser tipo LED.
- El sistema de alumbrado será dividido en Sistema Emergente y Sistema Preferente.
- Para el desarrollo de cálculo de los niveles lumínicos deseados se deberá hacer uso de Software necesarios considerando las luminarias adecuadas conforme a los niveles deseados conforme a los locales asignados.
- Para la distribución de circuitos se realizará el dimensionamiento considerando un porcentaje de distribución, siendo que al menos el 30% de las luminarias indicadas en los documentos correspondientes deberán formar parte del Servicio de Emergencia

Adicional a lo anterior, los niveles de tensión para la alimentación del sistema de alumbrado normal y emergente deberá ser a través de los respectivos tableros de distribución en niveles de 127/220V en Corriente Alterna conforme a los requisitos técnicos de acuerdo con las luminarias seleccionadas, ya sea de alimentación monofásica o bifásica.





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



Contactos. Para el desarrollo del Sistema de Contactos se deberá realizar la distribución conforme al uso general dentro de los pasillos públicos y locales técnicos. El criterio de distribución de los contactos deberá estar en función a la zona especificada. En zonas públicas se deberán instalar en corredores, pasillos, vestíbulos y andenes, integrándose con los acabados arquitectónicos del sitio. En las zonas no públicas, en los locales técnicos, los contactos se deberán instalar al menos a 0.3 m del nivel de piso terminado y sus canalizaciones irán aparentes sobrepuestas en los muros o techos.

Dentro de los contactos monofásicos se instalarán contactos de falla a tierra GFCI en zonas consideradas de alta humedad. Todas las canalizaciones de los contactos en caso de ser aparentes deberán de ser del tipo Conduit Pared Gruesa Galvanizada de diámetros normalizados, y en caso de ser canalizaciones ocultas deberán ser del tipo PVC, contemplando los elementos de enlace correspondientes tales como coples, condulets, codos, etc.

Fuerza. Para el Sistema de Fuerza correspondiente se deberá contemplar la alimentación eléctrica en los niveles de tensión necesarios conforme al tipo de utilización de cada equipo. En este caso se contemplan los elementos que accionan los equipos tales como los que integran los siguientes sistemas:

- Climatización.
- Ventilación.
- Desplazamiento de Usuarios (Elevadores y Escaleras Mecánicas).
- Instalaciones Hidráulica.
- Protección Contra Incendio.

Sistema de puesta a tierra. Tal como se menciona anteriormente, se deberá llevar a cabo el dimensionamiento del Sistema de Puesta a Tierra mediante el conocimiento de las mediciones de resistividad eléctrica del terreno en el área donde se instalaría dicho Sistema, determinando a su vez las dimensiones del Sistema a fin de verificar las necesidades para el Sistema, o en su defecto, mejorar las características eléctricas del terreno. De lo anterior, se deberá contar con los parámetros necesarios para realizar el Estudio Geo eléctrico necesario para dimensionamiento del Sistema, considerando al menos la comprobación mediante un Software de análisis para sistemas eléctricos, para lo anterior se deberán desarrollar al menos los siguientes documentos tal como se indica en





los apartados anteriores:

- Memoria Técnico-Descriptiva y de Cálculo que integra el Estudio Geo eléctrico desarrollado.
- Especificaciones Técnicas de los elementos que integran el Sistema de Puesta a Tierra.
- Planos de Detalle.
- Planos con distribución de elementos que integran el Sistema de Puesta a Tierra.

Para lo anterior se deberán llevar a cabo las interfaces necesarias a fin de verificar que no se produzcan interferencias que afecten el desarrollo en la ejecución de los trabajos correspondientes.

Alimentación ininterrumpida.

- Suministro de Baterías en estaciones, cualquier tipo excepto níquel-cadmio por estar fuera de norma ambiental en la zona del Proyecto.
 - Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tipo on-line mediante equipamiento único por estación, dimensionado para soportar la carga del equipamiento de señalización, telecomunicaciones, operación y alumbrado durante un mínimo de 2 h. Las baterías del SAI serán sin mantenimiento con una vida útil de 10 años.
- Sistema de puesta a tierra. Al igual que el dimensionamiento de los alimentadores para el Sistema de Baja Tensión, se deberá considerar el dimensionamiento para la Red del Sistema de Puesta a Tierra, de acuerdo con lo establecido en la normatividad nacional e internacional vigente aplicable, para ello se deberán considerar al menos los siguientes elementos conforme a los resultados producto de los Estudios de Isorresistividad del terreno producto de la Exploración Geotécnica que se deberá realizar para cumplir con las condiciones de seguridad eléctrica para protección de estructuras por corrientes excedentes en el Sistema Eléctrico:
 - Varillas tipo Copperweld.
 - Cable de Cobre suave desnudo.
 - Registro para colocación de Varillas tipo Copperweld.
 - Conectores a presión.
 - Barras terminales.





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



- Conectores a presión aprobados para puesta a tierra de equipos y para unión.
- Conexiones soldables.
- Procesos de soldadura exotérmica.
- Abrazaderas tipo tornillo.
- Conexiones.
- Otros medios aprobados.

Tal como se menciona anteriormente, se deberá llevar a cabo el dimensionamiento del Sistema de Puesta a Tierra mediante el conocimiento de las mediciones de resistividad del terreno en el área donde se instalaría dicho Sistema, determinando a su vez las dimensiones del Sistema a fin de verificar las necesidades para el Sistema o en su defecto mejoramiento del terreno. De lo anterior, se deberá contar con los parámetros necesarios para realizar el Estudio Geo eléctrico para el dimensionamiento del Sistema, considerando al menos la comprobación mediante un Software de análisis para sistemas eléctricos, para lo anterior se deberán desarrollar al menos los siguientes documentos tal como se indica en los apartados anteriores:

- Memoria Técnico-Descriptiva y de Cálculo que integra el Estudio Geo eléctrico desarrollado.
- Especificaciones Técnicas de los elementos que integran el Sistema de Puesta a Tierra.
- Planos de Detalle.
- Planos con distribución de elementos que integran el Sistema de Puesta a Tierra.

Para lo anterior se deberán llevar a cabo las interfaces necesarias a fin de verificar que no se produzcan interferencias que afecten el desarrollo en la ejecución de los trabajos correspondientes.

Sistema de protección contra descargas atmosféricas. Con el objetivo de mantener a salvo el equipamiento eléctrico y electromecánico dentro de las Estaciones y edificios auxiliares que contemplan las Líneas en mención, se deberá considerar un Sistema de Protección Contra Descargas Atmosféricas (SPTE) tomando en consideración el diseño y dimensionamiento conforme a los parámetros establecidos para el diseño de estos, mientras se encuentren plasmados en la normatividad nacional e internacional vigente aplicable.





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



Para lo anterior se deberán contemplar al menos los siguientes elementos en el diseño y dimensionamiento del Sistema:

- Punta captadora ionizante con radio de protección de acuerdo con la longitud total del área a proteger.
- Contador de descargas atmosféricas.
- Placas de acero inoxidable para soporte de los mástiles correspondientes.
- Mástil para montaje de pararrayos.
- Cable de cobre para interconexión entre pararrayos y Malla del Sistema de Puesta a Tierra.
- Varillas Copperweld.
- Cable de cobre suave para bajante de Pararrayos.
- Registro para colocación de varillas

No obstante, adicional al Sistema de Protección Contra Descargas Atmosféricas se deberán considerar los siguientes elementos para el Sistema de Puesta a Tierra que interconectará los elementos del SPTE:

- Conectores a presión.
- Conectores a presión aprobados para puesta a tierra de equipos y para unión.
- Procesos de soldadura exotérmica.
- Abrazaderas.
- Conexiones mecánicas y soldables.
- Otros medios aprobados.

Además de contemplar el Sistema de Protección Contra Descargas Atmosféricas, cada uno de los equipos eléctricos y electromecánicos deberá contar con el medio para realizar el aterrizaje, ya sea mediante puentes de unión principal para su enlace con la Malla correspondiente.

Adicional, se deberá considerar que la Malla del Sistema de Puesta a Tierra para el Sistema de Protección Contra Descargas Atmosféricas no deberá ser mayor a 5 ohms, de caso contrario se deberán instalar varillas adicionales o en su defecto, se deberá optar por un mejoramiento del terreno mediante el uso de GEM, dando cumplimiento a los requerimientos establecidos en la normatividad nacional vigente aplicable.

Para el cálculo del diseño antes mencionado, se deberán considerar los



Página 33 de 90

www.nl.gob.mx/metrorrey | Tel. 81 2033 5000

Av. José María Pino Suárez 1123 Norte, Colonia Centro, Monterrey, N.L., C.P. 64000

@MetrorreyOficial  @metrorreynlofi1  @metrorrey.oficial 



**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



siguientes pasos principales cumpliendo con lo establecido en la normatividad vigente aplicable:

- Valoración del riesgo.
- Obtención de Tipo, ubicación y altura de terminales aéreas.
- Obtención de Tipo, cantidad y ubicación de conductores de bajada.
- Dimensionamiento del Sistema Principal de Puesta a Tierra.
- Unión equipotencial entre Mallas del Sistema de Puesta a Tierra.
- Determinación de Puntos de Conexión al Sistema de Protección Contra Descargas Atmosféricas.
- Diseño del Supresor de sobretensiones transitorias.

Se debe considerar como parte del sistema de tierras, así como de protección contra corrientes parásitas, la puesta a tierra de los viaductos y super estructuras metálicas o de soporte para el material móvil, esta puesta a tierra consiste en garantizar una conexión firme a tierra para cada columna y elementos del armado con continuidad eléctrica tanto transversal como longitudinalmente, dejando embebidas a nivel vigas y losa de rodamiento placas de conexión para la apuesta a tierra de elementos metálicos de los diferentes sistemas (canalizaciones, señales, barandillas, motores, etc.)

- Electromecánicos. El Sistema encargado para el desplazamiento de los usuarios dentro las estaciones, lo integra el equipamiento de Elevadores y Escaleras Mecánicas, los cuales se deberán dimensionar y describir conforme a los criterios de instalación correspondientes, tomando en cuenta que su aplicación tiene presencia en los diferentes sistemas que comprende el Proyecto en mención, tal como es su interfaz con el Sistema de Red de Comunicaciones, Detección de Incendio, Eléctrico y Alumbrado, Instalaciones Hidrosanitarias, entre otros.

El equipamiento y sistema que comprende el Sistema en mención se integra por los siguientes elementos de forma general:

- Elevador.
- Escalera Mecánica.

En el caso de los Elevadores, se considera que la distancia es variable conforme al recorrido y altura contemplada para cada Estación del Proyecto en mención, por lo que se deberá considerar lo anterior para el dimensionamiento y



Página 34 de 90

www.nl.gob.mx/metrorrey | Tel. 81 2033 5000

Av. José María Pino Suárez 1123 Norte, Colonia Centro, Monterrey, N.L., C.P. 64000

@MetrorreyOficial  @metrorreynlof1  @metrorrey.oficial 



**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



elaboración de Guías Mecánicas particulares por dimensiones del equipamiento, así como las características técnicas eléctricas, mecánicas y preparaciones civiles necesarias para dar cumplimiento con los criterios de instalación.

Dentro del desarrollo del Proyecto Ejecutivo se deberá describir de manera detallada los siguientes puntos:

- Características principales del equipamiento eléctrico y electromecánico que integran el Sistema para el Desplazamiento de Usuarios.
- Servicios necesarios para la correcta ejecución de los trabajos de adquisición, suministro e instalación del equipamiento del Sistema de Desplazamiento de Usuarios.
- Servicios adicionales para considerar como necesarios para el correcto funcionamiento del equipamiento que integran el Sistema de Desplazamiento de Usuarios.
- Especificaciones Técnicas y/o Particulares del equipamiento que integra el Sistema para el Desplazamiento de Usuarios.
- Consideraciones para el Almacenaje, Transporte, Instalación, Inspección, Pruebas, Sistema de Aseguramiento de la Calidad, Gestión en la elaboración de la documentación correspondiente, documentación a recibir tras la adquisición del equipamiento, garantías y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos para el buen funcionamiento del Sistema de Desplazamiento de Usuarios.
- Descripción detallada del equipamiento eléctrico para el suministro del equipamiento para el Sistema de Desplazamiento de Usuarios.

Los documentos entregables que se deberán considerar para el desarrollo del Proyecto Ejecutivo en el presente Sistema deberán ser al menos los siguientes:

- Especificación Técnica para el Desplazamiento de Usuarios (Elevadores y Escaleras Mecánicas).
- Memoria Técnico-Descriptiva y de Cálculo para el Desplazamiento de Usuarios (Elevadores y Escaleras Mecánicas).
- Plano de Vista Superior de Instalación de Elevadores y Escaleras Mecánicas.
- Plano de Isométrico de Disposición de Elevadores y Escaleras Mecánicas.
- Plano de Alimentadores Generales a Elevadores y Escaleras Mecánicas.

Elevadores. Son para el uso de personas con movilidad reducida, por lo que





deben cumplir con los requerimientos de accesibilidad.

Las características principales para contemplar deberán ser las siguientes:

- Elevador de Pasajeros con velocidad de desplazamiento de 1.0 m/s, 3 paradas, maniobra selectiva colectiva, para operación de hasta 180 arranques por hora, 3f, 4h y tierra física, alimentación eléctrica principal 220 Vca, 60 Hz, alimentación eléctrica de cabina 127 Vca (+/-10%) y Potencia de Motor conforme al número de pasajeros.
- Para la definición de cabina del Elevador en mención se deberán tomar en cuenta las siguientes características, siendo estas mínimas necesarias:
 - Las dimensiones mínimas interiores de la cabina serán 1.4m*1.1m
 - La altura interior será como mínimo 2.1m
 - Acabado en acero inoxidable.
 - Iluminación linear.
 - Monitoreo por CCTV en el interior de los elevadores
 - Paredes laterales de acero inoxidable.
 - Pared Posterior de acero inoxidable.
 - Panel frontal de acero inoxidable.
 - Decoración en plafón de acero inoxidable.
 - Acabado en piso de chapa estriada de aluminio.
 - Zoclo de cabina de acero inoxidable.
 - Pasamanos con diseño recto en paredes posteriores, lateral izquierda y lateral derecha.
- Para las dimensiones y acabados en puertas del Elevador en mención se deberán tomar en cuenta las siguientes características:
 - Tipo de apertura automática de 2 hojas de apertura telescópica izquierda.
 - Acabado en puerta de cabina de acero inoxidable.
 - Acabado de puerta de piso de acero inoxidable.
 - Certificado de Protección contra fuego en base a la normativa aplicable.
 - Material de Sardinell de Aluminio.
- Con respecto a las Botoneras en Cabina e Indicadoras de Pisos se deberá considerar lo siguiente:





- Botoneras Antivandálicas.
- Botonera en Cabina de Acero Inoxidable.
- Botoneras de Piso de enrase en pared hechas de acero inoxidable.
- Indicador de Piso en superficie de pared.
- De la misma manera, se deberá contemplar un sistema de desagüe para foso de elevador, con las siguientes características al menos:
 - Sistema de Drenaje en Fosos a base de Coladera de Fierro Fundido, Tubería y Conexiones de PVC DWV Cédula 40 (Tubería y Codos) de 100 mm de diámetro.
- De la misma manera, se deberá considerar todo lo necesarios para conectividad con el Sistema de Comunicaciones:
 - Elementos que permitan la comunicación del equipo vía datos sobre red Ethernet con protocolo Modbus TCP/IP con un Sistema de Control Central, la pasarela de conversión de protocolo a Ethernet, en caso de ser necesaria, y la conexión e instalación del cableado UTP categoría 6e correspondiente desde el equipo hasta el nodo de comunicaciones ubicado a no más de 3 m de distancia
 - Se incluirá dentro del equipamiento, los elementos que permitan la comunicación del equipo a través de datos con un sistema de control central y la conexión e instalación del cableado tipo UTP correspondiente desde el equipo hasta el nodo de comunicaciones (entrada y salida).
 - Los elevadores deberán funcionar de manera automática y serán monitoreados y controlados desde el puesto de control zonal y desde el centro de control.
 - Los elevadores deberán contar con un sistema de mando, control y operación dentro de la cabina y en los sitios de embarque, de tal forma que permita hacer los llamados de los usuarios mediante el uso de la tarjeta sin contacto de Metrorrey.
 - Como parte de las señales y estados a monitorear por los Elevadores se deberá contemplar lo siguiente:
 - Posición del Elevador.
 - Velocidad de Operación.
 - Número de recorridos.
 - Tiempo de operación.





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



- Status de alarma de sobre velocidad,
- Status de alarma de sobrepeso, generada por el peso de carga en cabina.
- Status de sensor sísmico.
- Status de puertas de embarque.

La interfaz con el Sistema de Telemando será el punto de ubicación del tablero de control del elevador posicionado a un lado de la puerta del pasillo del piso terminal superior.

El diseño deberá ser adecuado para su uso exterior intemperie y rudo. Las condiciones de operación y los sistemas de protección usuales para un funcionamiento deberán de proporcionar la seguridad suficiente. Estará diseñado de tal forma que permita una fácil inspección, limpieza, mantenimiento y reparación, y para una operación en la cual la continuidad del servicio es de primordial importancia. El suministro comprende todos los componentes mecánicos, eléctricos y de control y estructural para cumplir con lo requerido.

El equipo para el desplazamiento de usuarios será diseñado para servicio continuo de 140 horas por semana, comprendiendo periodos de uso por jornada diaria de 20 horas, los 365 días por año. Los elevadores deben ser nuevos de fabricación reciente, diseñados para que todos sus componentes y accesorios sean de fácil reposición.

Escaleras mecánicas. Las características principales deberán ser las siguientes:

- Escalera Mecánica para Estaciones con ángulo de inclinación de 30°, recorrido vertical a definir en geometría, ancho de peldaño / tablilla de 1000 mm, velocidad de desplazamiento de 0.65 m/s (+/-10%), localización a intemperie sin cubierta con disposición sencilla y eficiencia energética, Potencia nominal del motor según la necesidad, frecuencia de 60 Hz, Voltaje para alimentación de motor de 220 Vca.

Como características técnicas generales se deberá considerar lo siguiente:

- El equipo deberá ser adecuado para uso exterior intemperie.
- Las condiciones de operación y los sistemas de protección usuales para un funcionamiento deberán de proporcionar la seguridad suficiente.





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



- Estará diseñado de tal forma que permita una fácil inspección, limpieza, drenaje, mantenimiento y reparación y para una operación en la cual continuidad del servicio es de primordial importancia.
- El suministro deberá comprender todos los componentes mecánicos, eléctricos y de control y estructuras para cumplir con lo requerido.
- El equipo especificado deberá ser para uso de servicio continuo de al menos 140 horas por semana, comprendiendo periodos de uso por jornada diaria de 20 horas durante los 365 días por año (uso pesado de transporte público).
- Las escaleras deberán ser de fabricación reciente, diseñados para que todos sus componentes y accesorios sean de fácil reposición.
- Las escaleras deberán ser accionadas con equipamiento eléctrico de tracción del tipo sin cuarto de máquinas fuera de su estructura.
- Las escaleras deberán funcionar de manera automática y serán monitoreados y controlados desde el local del jefe de estación o puesto de control zonal y desde el centro de control.
- La plataforma de acceso deberá ser en placas de acero inoxidable antiderrapantes.
- Los componentes y sistema en general de la escalera deberán tener propiedades contra la oxidación, anticorrosivas y todas las propiedades adecuadas para su uso en la intemperie.
- Estará fabricada en estructura metálica, sólidamente soldada y atornillada con lámina inferior para evitar el traspaso de aceite con protección galvanizada.
- Las escaleras deberán contar con un sistema de iluminación lineal a lo largo de los pasamanos.

Para las dimensiones y cargas a considerar con respecto a la altura total de la Escalera Mecánica se contemplará como datos por definir conforme a la Arquitectura definitiva los siguientes criterios:

- Cantidad de Secciones.
- Altura de armazón.
- Cantidad de Puntos Intermedios.
- Peso del armazón.
- Reacciones en los apoyos superiores.
- Reacciones en los apoyos inferiores.





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



- Longitud horizontal requerida.

Conforme a los datos a considerar para el sistema eléctrico y de fuerza se tienen los siguientes parámetros técnicos a considerar en el diseño de los sistemas de utilización propios de la escalera mecánica:

- Potencia nominal del motor.
- Sistema de Eficiencia Estándar.
- Sistema que permite reducir la velocidad de la escalera mecánica a un 30% de la velocidad nominal generando ahorros de energía de hasta el 70% ajustando la velocidad al cambiar los requerimientos de operación.
- Frecuencia de operación de 60 Hz.
- Voltaje de alimentación al motor en 220 Vca.
- Voltaje para el Sistema de Iluminación de 127 Vca.
- Voltaje del Circuito de Seguridad de 127 Vca.
- Corriente nominal del motor.
- Corriente de arranque del motor de 42 A.
- Grado de protección eléctrica del motor IP55.
- Grado de protección eléctrica de instalación IP65.

Para el Sistema de Puesta a Tierra, se contemplará lo siguiente:

- Se conformará de un conductor de Puesta a Tierra adosado a lo largo del desarrollo vertical de la escalera por la parte interna.
- El cableado del Sistema de Puesta a Tierra se rematará hacia la Red General con el Sistema Estructural de la Estación en el registro de conexiones en el apoyo inicial de la escalera.
- La trayectoria, conexiones, recorridos y fijaciones serán las adecuadas conforme a lo permitido por la normatividad eléctrica para los casos aplicables.

Para el Sistema de Seguridad se deberá contar al menos con los siguientes elementos:

- Botón de parada de emergencia con cubierta preventiva de abuso.
- Botones de parada de emergencia, fácilmente accesibles, montados en las cubiertas de la entrada del pasamanos en ambos accesos.
- Freno de parada suave que se accione ante una interrupción de energía eléctrica.





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



- Regulador de velocidad que se acciona en caso de que la velocidad nominal sea alternada.
- Detector de recorrido anormal para la operación cuando algún objeto se introduce entre los escalones, deteniendo el funcionamiento de esta.
- Se incluirá un Sistema de Monitoreo y Control remoto para supervisar las condiciones de operación y fallas en tiempo real el cual incluirá los software y hardware necesarios, así como el licenciamiento correspondiente.
- La Escalera deberá contar con un sistema de voz anunciante para asegurar la integridad de pasajeros abordando la escalera principalmente a personas invidentes o de capacidades reducidas.
- La Escalera contará con un Sistema de Seguridad que hará que la escalera detenga su funcionamiento y despliegue un código de falla para las siguientes situaciones de emergencia.
- Iluminación entre peldaños LED's color verde.
- Los peldaños deberán ser de aluminio natural sin pintar.

Para el diseño de los acabados y revestimientos se deberán tomar en cuenta las siguientes características:

- Contará con un pasamanos sobre el perfil invisible montado sobre paneles verticales.
- Las placas de descanso y portapeines serán de acero inoxidable grabado con color natural.
- Los peines serán mediante segmentos de peine sustituibles individualmente en aluminio color natural.

Para el mantenimiento e instalación se deberá considerar el acabado del material siguiente:

- El armazón deberá contar con protección anticorrosiva con pintura de acabado adicional.
- Para el mantenimiento se deberá contar con barreras de seguridad para la fosa con una Pantalla LCD de 2 dígitos en la balaustrada que indica el estado del equipo.
- Para la lubricación se deberá considerar la lubricación automática con bomba de todas las cadenas.

Para la conectividad con el Sistema de Comunicaciones se deberán contemplar



Página 41 de 90

www.nl.gob.mx/metrorrey | Tel. 81 2033 5000

Av. José María Pino Suárez 1123 Norte, Colonia Centro, Monterrey, N.L., C.P. 64000

@MetrorreyOficial  @metrorreynlof1  @metrorrey.oficial 



las siguientes consideraciones:

- Interfaces necesarias que permitan el monitoreo y control remoto.
- Elementos que permitan la comunicación del equipo vía datos sobre Red Ethernet con protocolo Modbus TCP/IP con un Sistema de Control Central, pasarela de conversión Ethernet en caso de ser necesaria y la conexión e instalación del cableado tipo UTP categoría 6e correspondiente desde el equipo hasta el nodo de comunicaciones a localizar a no más de 3 m de distancia.
- Como parte de las señales y estados a monitorear por los Escaleras Mecánicas se deberá contemplar los siguientes:
 - Velocidad de Operación.
 - Número de recorridos.
 - Tiempo de operación.
 - Status de alarma de sobre velocidad.
 - Status de alarma de sobrepeso, generada por el peso de carga.
 - Status de alarma de bloqueo.
 - Status de sensor sísmico.
 - Status del modo de operación: normal, emergencia o mantenimiento.
- A partir de la toma de datos, se llevará hasta los centros de mando local o mando de línea el cual tendrá la interfaz con el sistema de comunicación.
- La interfaz del Sistema de Telemando será el punto de ubicación del Tablero de Control de la escalera en el registro de instalaciones.
- El cable de conexión de datos de las escaleras será conforme a un cable FTP.

Se debe incluir lo siguiente para el Sistema de Desagüe en el Foso de la Escalera Mecánica:

- Sistema de Drenaje en Fosos a base de Coladera de Fierro Fundido, Tubería y Conexiones de PVC DWV Cédula 40 (Tubería y Codos) de 100 mm de diámetro.
- La unión de la tubería de PVC denominada como UNICOPLE se realiza el acoplamiento de la espiga con la campana y sella con un empaque de hule.





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



- El acabado interior de la tubería de PVC permitirá la descarga más rápida, por su bajo coeficiente de fricción mejorando el funcionamiento del sistema de drenaje al evitar las sedimentaciones que provocan obstrucciones.

Para el Sistema de Detección de Incendio, se deberán tomar en consideración que:

- Se contará con un Sistema que permita la detección oportuna de conatos de incendio y así proteger a los mecanismos y sistemas propios de la escalera.
- **Clima y Ventilación.** En el desarrollo de la Ingeniería Ejecutiva para el presente Sistema, se deberán contemplar las instalaciones HVAC para los diferentes locales que conforman las Estaciones y edificios auxiliares, evaluando la utilización de los equipos que lo conforman, de acuerdo con la distribución de equipos eléctricos, electrónicos y electromecánicos que se albergarán dentro de las instalaciones asignadas de acuerdo con el diseño arquitectónico para cada uno de ellos; es por eso que el presente Sistema contempla los elementos para Ventilación mediante Aire Acondicionado y Ventilación Mecánica mediante Equipos de Extracción.

Adicional para los locales de centro de control, señalización y telecomunicaciones se deberá considerar un sistema de aire acondicionado de precisión con redundancia que permita garantizar la temperatura, humedad, partículas para la operación adecuada de los equipos electrónicos de comunicaciones y señalización.

Para el diseño del Sistema de Climatización y Ventilación (HVAC) en la Ingeniería de Detalle se deberá contemplar la aplicación y apego a la Normatividad Nacional e Internacional aplicable vigente; para ello se desarrollará el conjunto de documentos contemplando los elementos Fan and Coil y Unidades Minisplit para Aire Acondicionado, así como Ventiladores y Louvers para la Ventilación Mecánica.

Los equipos de climatización a considerar deberán contar en la estación con equipos tipo Fan and Coil y Minisplits de expansión directa que incluirán unidades condensadoras y evaporadoras y para la Ventilación, se deberá contar





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



con ventiladores y louvers de toma de aire. La alimentación a estos equipos se deberá realizar desde un tablero de distribución trifásico a 220/127 V, 3F-4H + PT conectado al sistema de emergencia o normal según requisitos.

Para cada uno de los subsistemas, se deberán contemplar los documentos entregables necesarios, conforme a los espacios de trabajo, considerando los diferentes niveles, así como en donde sea necesario para cada uno de los Sistemas. De la misma forma, se deberán contemplar los detalles necesarios para llevar a cabo la ejecución en Obra de los elementos Proyectados.

De la misma forma, previendo la adquisición de los elementos plasmados en los documentos, se indicará en las Especificaciones correspondientes, los datos técnicos proporcionados por los fabricantes o proveedores según sea el caso, a fin de verificar el cumplimiento conforme a las necesidades de operación del Proyecto, siendo esta de forma preliminar, quedando a consideración del contratista, la selección de los equipos en su fase final, contemplando lo indicado en la Ingeniería de Detalle.

Para el diseño de las Instalaciones de Climatización y Ventilación en la Ingeniería de Detalle se deberá contemplar la aplicación y apego a la normatividad vigente; para ello se deberá desarrollar el conjunto de documentos, contemplando los elementos que integren cada uno de estos, mismos que sean necesarios para la correcta operación del Sistema.

Se deberá considerar que los equipos de climatización y ventilación estarán monitoreados en tiempo real desde el centro de control por lo cual deberá integrar un módulo de comunicaciones compatible con el sistema scada y con la disponibilidad de envío de señales.

- Criterios de Diseño de Aire Acondicionado y Ventilación en Estaciones y edificios auxiliares.
- Especificación Técnica para Equipamiento General para Aire Acondicionado en Estación, Locales Técnicos y edificios auxiliares.
- Especificación Técnica para Equipamiento General para Ventilación (Inyección y Extracción) en Estación, Locales Técnicos y edificios auxiliares.





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



- Memoria Técnico-Descriptiva de Balance Térmico y Selección de Equipos de Aire Acondicionado y Ventilación Mecánica en Estaciones, locales técnicos y edificios auxiliares.
- Cálculo para el Dimensionamiento y Disposición del Equipamiento de Ventilación Menor en Estaciones, locales técnicos y edificios auxiliares.
- Cálculo para el Dimensionamiento y Disposición del Equipamiento de Extracción en Subestación Alimentadora de Fuerza.
- Cálculo para el Dimensionamiento y Disposición del Equipamiento de Ventilación Menor en SITE de Comunicaciones.
- Cálculo para el Dimensionamiento y Disposición del Equipamiento de Extracción en Subestación Rectificadora.
- Plano de Isométrico de Disposición de Equipamiento de Ventilación menor en Estaciones, locales técnicos y edificios auxiliares.
- Plano de Vista Superior y Lateral de Equipamiento de Ventilación menor en Estaciones, locales técnicos y edificios auxiliares.
- Plano de Detalles Generales de Aire Acondicionado y Ventilación.
- Plano de Isométrico de Disposición de Equipamiento de Extracción en SR.
- Plano de Vista Superior y Lateral de Equipamiento de Extracción en SR.
- Plano de Detalles Generales en Subestación Rectificadora.

Conforme a lo anterior, a fin de brindar las herramientas necesarias para la correcta adquisición de los equipos que comprenden este sistema y garantizar el cumplimiento conforme a lo propuesto y especificado, en los documentos antes citados, según sea el caso que aplique, se indicarán los siguientes alcances como mínimo, y cumplimiento conforme a normatividad aplicable:

- Condiciones ambientales exteriores.
 - Condiciones de diseño para los diferentes espacios.
 - Formularios matemáticos y tablas indicativas para rangos aceptables.
 - Aplicación de software de cálculo para la justificación y posterior desarrollo de la ingeniería propuesta.
 - Resultados de estudios preliminares.
 - Dimensionamiento de locales técnicos y/o propuesta de ellos considerando los espacios necesarios conforme al espacio de ocupación de los equipos de ventilación.
- Instalaciones Hidráulicas. Para el Sistema de Instalaciones Hidráulicas se deberá contemplar la aplicación y apego a la normatividad aplicable vigente; para ello se



Página 45 de 90

www.nl.gob.mx/metrorrey | Tel. 81 2033 5000

Av. José María Pino Suárez 1123 Norte, Colonia Centro, Monterrey, N.L., C.P. 64000

@MetrorreyOficial  @metrorreynlof1  @metrorrey.oficial 



**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



deberá desarrollar el siguiente conjunto de documentos contemplando los elementos que integren cada uno de estos, mismos que sean necesarios para la correcta operación del Sistema.

- Especificación Técnica para Instalaciones Hidráulicas.
- Memoria Técnico-Descriptiva y de Cálculo para Instalación Hidráulica.
- Plano con Vista en planta de Instalación Hidráulica por nivel.
- Plano con Vista en corte e isométrico de la instalación hidráulica por nivel.
- Plano de Diagrama de Funcionamiento.
- Plano Isométrico de Disposición de Equipamiento.
- Plano de Dimensionamiento de Cuarto de Máquinas – Cisterna-Equipo de bombeo
- Planos de Detalles Generales.
- Catálogo de conceptos y listado de materiales.

El alcance del presente sistema deberá corresponder a la trayectoria desde la Toma Domiciliaria o fuente de abastecimiento, su conducción hacia la cisterna de almacenamiento, tratamiento, el equipo hidroneumático, su arreglo de tuberías y el suministro hacia cada uno de los muebles.

Para el dimensionamiento de los elementos, se deberá contemplar en el desarrollo de la Memoria Técnico-Descriptiva y de Cálculo antes enunciada, lo correspondiente a lo siguiente:

- Cálculo de Dotación de Agua Potable.
- Cálculo de Demanda Diaria.
- Cálculo de los gastos hidráulicos de diseño.
- Cálculo de la toma domiciliaria o línea de conducción
- Cálculo de volúmenes de almacenamiento de agua dentro del predio.
- Cálculo y diseño de las redes generales de alimentación.
- Diseño del Sistema de Bombeo.

De la misma manera, en el diseño del proyecto ejecutivo, se deberán contemplar las características técnicas proporcionadas por los proveedores de los equipos y materiales propuestos seleccionados, a fin de contemplar la interfaz que pudiese producir con los sistemas que integran el presente Proyecto, dando cumplimiento a la normatividad vigente aplicable.

- Instalaciones Sanitarias. Para el Sistema de Instalaciones Sanitarias se deberá contemplar la aplicación y apego a la normativa vigente; para ello se deberá





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



desarrollar el siguiente conjunto de documentos contemplando los elementos que integren cada uno de estos, mismos que sean necesarios para la correcta operación del Sistema.

- Especificación Técnica para Instalaciones Hidráulicas.
- Memoria Técnico-Descriptiva y de Cálculo para Instalación Hidráulica.
- Plano con Vista en planta de Instalación Hidráulica por nivel.
- Plano con Vista en corte e isométrico de la instalación hidráulica por nivel.
- Plano de Diagrama de Funcionamiento.
- Plano Isométrico de Disposición de Equipamiento.
- Plano de Dimensionamiento de Cuarto de Máquinas – Cisterna-Equipo de bombeo
- Planos de Detalles Generales.
- Catálogo de conceptos y listado de materiales.

El alcance del presente sistema deberá corresponder a la trayectoria desde la Toma Domiciliaria o fuente de abastecimiento, su conducción hacia la cisterna de almacenamiento, tratamiento, el equipo hidroneumático, su arreglo de tuberías y el suministro hacia cada uno de los muebles.

Para el dimensionamiento de los elementos, se deberá contemplar en el desarrollo de la Memoria Técnico-Descriptiva y de Cálculo antes enunciada, lo correspondiente a lo siguiente:

- Cálculo de Dotación de Agua Potable.
- Cálculo de Demanda Diaria.
- Cálculo de los gastos hidráulicos de diseño.
- Cálculo de la toma domiciliaria o línea de conducción
- Cálculo de volúmenes de almacenamiento de agua dentro del predio.
- Cálculo y diseño de las redes generales de alimentación.
- Diseño del Sistema de Bombeo.

De la misma manera, en el diseño del proyecto ejecutivo se deberán contemplar las características técnicas proporcionadas por los proveedores de los equipos y materiales propuestos seleccionados, a fin de contemplar la interfaz que pudiese producir con los sistemas que integran el presente Proyecto, dando cumplimiento a la normatividad vigente aplicable.

- Instalaciones del Drenaje Pluvial. Para el Sistema de Instalaciones Pluviales se deberá contemplar la aplicación y apego a la normatividad aplicable vigente; para



Página 47 de 90

www.nl.gob.mx/metrorrey | Tel. 81 2033 5000

Av. José María Pino Suárez 1123 Norte, Colonia Centro, Monterrey, N.L., C.P. 64000

@MetrorreyOficial  @metrorreynlof1  @metrorrey.oficial 



**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



ello se deberá desarrollar el siguiente conjunto de documentos contemplando los elementos que integren cada uno de estos, mismos que sean necesarios para la correcta operación del Sistema.

- Especificación Técnica para Instalaciones Pluviales.
- Especificación Técnica de Equipamiento general para Instalaciones Pluviales.
- Memoria Técnico-Descriptiva y de Cálculo para Instalación Pluvial.
- Plano de Vista en planta de Instalación Pluvial por nivel.
- Plano con Vista en corte e isométrico de la instalación Pluvial por nivel.
- Plano de Diagrama de Funcionamiento.
- Plano con Isométrico de Disposición de Equipamiento.
- Planos de Detalles Generales.

El alcance del presente sistema deberá corresponder a la trayectoria desde su captación en la cubierta o azotea de cada edificio hasta su conducción y disposición final. Este contemplará de manera enunciativa más no limitativa los criterios siguientes:

- Cálculo de los parámetros de diseño del sistema: intensidad pluvial, periodo de retorno y duración de tormenta.
 - Cálculo de los gastos de diseño pluvial.
 - Cálculo de los gastos de agua pluvial esperados en las coladeras y bajantes de la red.
 - Cálculo de la capacidad hidráulica en cada tramo de la red.
 - Cálculo del dimensionamiento geométrico de la red: Longitudes, pendientes, niveles de plantilla de la tubería, etc.
 - Diseño del sistema de bombeo
- Protección contra incendios. Para el Sistema de Protección Contra Incendio (PCI) se deberá contemplar la aplicación y apego a la normatividad aplicable vigente (NFPA); El Sistema de Protección Contra Incendio se deberá diseñar de acuerdo con la clasificación de la instalación, evaluando el riesgo de incendio y la clase de fuego, de tal forma que permita disminuir al máximo los riesgos, poder extinguirlos y atenuarlos, dando la oportunidad de que llegue Protección Civil y salvaguardar la integridad física de los usuarios con una evacuación segura.

Se deberá desarrollar el siguiente conjunto de documentos contemplando los elementos que integren cada uno de estos, mismos que sean necesarios para la





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



correcta operación del Sistema.

Los documentos mínimos, sin ser limitativos, y según aplique conforme a normativa son los siguientes:

- Memoria Técnico-Descriptiva para la Protección, Detección y Extinción de Incendios.
- Cálculos hidráulicos
- Plano de localización de equipos de extinción y detección
- Isométricos
- Planos de tuberías del sistema de extinción
- Plano de ruta de tubería eléctrica del Sistema de Detección y Alarma.
- Plano de Detalles Generales.
- Especificación Técnica para el Sistema de Detección y Alarmas Contra Incendio.
- Especificación Técnica para el Sistema de Extinción de Incendios

Se deberán elaborar los documentos necesarios, considerando los antes enunciados, conforme a los espacios de trabajo, considerando los diferentes niveles en Planta, Espacios de Trabajo, Locales Técnicos, Viaducto, Inter tramos y en donde sea aplicable el Sistema en mención, así como los detalles necesarios para llevar a la ejecución en Obra los elementos Proyectados, siendo estos los típicos de instalación.

De la misma forma, previendo la adquisición de los elementos plasmados en los documentos, se deberá indicar en las Especificaciones correspondientes, los datos técnicos proporcionados por los fabricantes, a fin de verificar el cumplimiento conforme a las necesidades de operación del Proyecto, siendo esta de forma preliminar, quedando a consideración del contratista, la selección de los equipos en su fase final, contemplando lo indicado en la Ingeniería de detalle.

Para el presente Sistema se deberá contar con un Sistema de Protección Contra Incendio que permita disminuir al máximo los riesgos, poder extinguirlos y atenuarlos, dando la oportunidad de que llegue Protección Civil y salvaguardar la integridad física de los usuarios con una evacuación segura. El Sistema se deberá diseñar para cumplir con los requerimientos de los códigos nacionales e internacionales en su última edición a fin de cumplir con la seguridad e integridad del personal y protección de instalaciones.

Clasificación. El Sistema contra incendio se deberá diseñar de acuerdo con la



Página 49 de 90

www.nl.gob.mx/metrorrey | Tel. 81 2033 5000

Av. José María Pino Suárez 1123 Norte, Colonia Centro, Monterrey, N.L., C.P. 64000

@MetrorreyOficial  @metrorreynlofi1  @metrorrey.oficial 



**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



clasificación de instalación, evaluando la clasificación del riesgo de incendio y la clase de fuego en cada área.

- Extinción de Incendio. De acuerdo con la clasificación de la instalación y en cumplimiento con la normativa, todas las áreas que conforman la estación deberán contar con equipos y/o sistemas de extinción según aplique para la extinción de incendios, evitándose así la propagación de incendios a lo largo y ancho de todas las áreas.
- Detección de incendio. En Estaciones se deberá disponer de un sistema de detección y alarma diseñado de acuerdo con los requisitos especificados en las normativas aplicables, proporcionando cobertura en todas las áreas del conjunto.

El sistema de detección y alarma de incendio deberá ser del tipo inteligente y direccionable, el cual deberá operar a nivel local permitiendo el acceso a todas las funciones del sistema a través del panel de control y a nivel central notificará el estado del sistema, permitiendo al Centro de Control verificar la zona de ocurrencia del evento.

El sistema de detección y alarma de cada Estación se deberá integrar con un Panel de Control ubicado en el cuarto asignado, que comanda cada una de las señales recibidas por los dispositivos de iniciación, para enviar la señal correspondiente a los equipos de notificación y dar así una alerta inmediata para su pronta evacuación.

A su vez, deberá estar comunicado al Centro de Control. Todas las señales deberán ser remitidas las 24 horas al puesto de mando y control y a la central de control de la instalación, con terminal video e impresora para la grabación de todos los eventos.

Así, el sistema de detección y alarma deberá estar compuesto por los siguientes elementos:

- Panel de Control de alarma de incendios, inteligente y direccionable que permite identificar puntualmente el lugar donde se está produciendo el evento.
- Dispositivos de inicio y salida: detectores, estaciones manuales y alarmas visibles/audibles.





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



- Módulos de control. Permiten accionar o monitorear los elementos auxiliares desde el panel de control.

Todos los dispositivos deben estar conectados al panel de control mediante un lazo (circuito clase A). De esta manera, en caso de que se produzca una avería, apertura de circuito o un corto circuito, no se verá afectada la supervisión del sistema.

- Puertas de andén. Este sistema está orientado para la protección de usuarios en las Estaciones, cuando abordan o abandonan el tren. Hasta cierto punto, esta barrera representa una interfaz física entre los sistemas ferroviarios, y los sistemas propios de la estación. Por este motivo, el alcance del licitante al que se le adjudique el contrato motivo de esta licitación, sin ser limitativo, es:
 - Elaborar las especificaciones funcionales donde se defina, de manera general, los objetivos del sistema.
 - Establecer una lista de las funciones necesarias para garantizar con seguridad el intercambio de pasajeros, la operación de las puertas, y la protección de los usuarios y del personal operativo.
 - Determinar los criterios de desempeño del sistema en base de las funciones especificadas, definir las interfaces con los diferentes subsistemas que le correspondan.
 - Interactuar con el contratista proveedor del sistema, quien será responsable de elaborar el diseño de detalle, con el fin de conciliar y homologar las especificaciones funcionales, desde la perspectiva de ambos contratistas.
 - Incluirlo en el Proyecto Ejecutivo, donde sea necesario y de la manera que se requiera.

Elementos principales del sistema:

- Soportes fijos para las puertas y sus mecanismos de puesta en movimiento.
- Puertas deslizantes motorizadas situadas en la ubicación de las puertas del tren, en su punto de paro en el andén.
- Puertas de salida de emergencia batientes, maniobrables desde la vía y



Página 51 de 90

www.nl.gob.mx/metrorrey | Tel. 81 2033 5000

Av. José María Pino Suárez 1123 Norte, Colonia Centro, Monterrey, N.L., C.P. 64000

@MetrorreyOficial  @metrorreynlof1  @metrorrey.oficial 



desde el andén.

- Puertas de fin de andén para acceder al lado viaducto, con batientes para abrirlas desde el viaducto hacia el andén.
 - Paneles fijos de las Puertas (frontera entre el andén y el viaducto)
 - Paneles para ventilación en la parte superior de la estructura de las puertas.
 - Un Tablero de Control Local ubicado al centro longitudinal del andén, para cuando el servicio de operación sea manual, el operador pueda ver correctamente la interfaz entre las puertas del andén, y las puertas del tren, y la maniobra pueda realizarse con toda seguridad.
 - Un armario eléctrico ubicado en el local técnico
 - Cada puerta de andén tiene que estar identificada con una etiqueta que incluya las siglas de la estación, el número del andén y el número de la puerta.
- Especificaciones Funcionales para el equipamiento electromecánico de los Sistemas de Especialidad Ferroviarios. Incluye, sin ser limitativo:
 - Memorias que describan el funcionamiento de cada uno de los Sistemas de Especialidades de los Sistemas Ferroviarios, que definan la arquitectura funcional de los mismos, apegándose al requerimiento de ser compatibles con los de las Líneas 4 y 6 actualmente en construcción.
 - Planos a nivel anteproyecto del sistema, en los casos que se requiera para su correcta interpretación y comprensión.
 - Toda la documentación del proyecto ejecutivo que el Contratista genere y presente a la Dependencia, deberá entregarse en formato pdf y en formato editable, según la normativa de Metrorrey.

3.7 EN CUANTO A LA NORMATIVIDAD APLICABLE



En el Anexo 01 de este documento, se adjuntan como referencia una lista de normas para su aplicación en el proyecto ejecutivo. En todas aquellas partes del proyecto, que no sean cubiertas por ellas, se podrán emplear otras normas reconocidas, nacionales o internacionales, en el entendido de que deberán ser conciliadas previamente con Metrorrey para justificar su aplicación. En última instancia, para aquellos casos en que no exista una normativa aplicable, se podrá recurrir a las mejores prácticas de la industria, pero de igual manera, será necesario informar, conciliar y justificar previamente con Metrorrey su aplicación. En la aplicación de la normativa, su interpretación y los criterios de diseño a emplear, el licitante al que se le adjudique el contrato motivo de esta Licitación, siempre deberá considerar la seguridad de los usuarios, operadores del sistema y la sociedad en su conjunto.

En principio, el orden de prelación de estas normas será el siguiente:

- a) En primer lugar, se adoptará la normativa oficial mexicana aplicable.
- b) En el caso de no existir una normativa mexicana aplicable al servicio concreto, se aplicará una normativa norteamericana o internacional de reconocido prestigio.

Sin embargo, es conveniente señalar que, por la naturaleza del sistema de movilidad de que se trata, el grado de especialización técnica de las diferentes disciplinas es muy alto. La normativa oficial mexicana técnica especializada que puede ser aplicada con el criterio anterior, es aquella que tenga carácter de regulación nacional, o que sea resultado del conocimiento local, como lo es el caso de los diseños de estructuras por sismo y viento; o la generación, disposición, y/o manejo del algún recurso natural: energía eléctrica, hidrología, señales de comunicación, etc.

La normativa internacional para las especialidades de tecnología de punta, serán las más apropiadas para su aplicación en el proyecto. De cualquier manera, es responsabilidad del contratista elaborar, presentar y conciliar con Metrorrey, los criterios de diseño a emplear, incluyendo la normativa que utilizará.

En el caso de existir discrepancias en cuanto a la normatividad a aplicar, los criterios de diseño a emplear, prevalecerá siempre el criterio de La Dependencia.

3.8 EN CUANTO AL ASEGURAMIENTO DE LA FIABILIDAD, MANENTIBILIDAD, DISPONIBILIDAD SEGURIDAD (RAMS)



Para garantizar que las ampliaciones de las Líneas 4 y 6, cumplan con los requisitos de calidad y seguridad estipulados en las normas mundiales aplicables para este tipo de sistema de transporte, se encomendará a una empresa privada, debidamente acreditada bajo la normativa internacional ISO/IEC 17020, la realización del proceso técnico de Evaluación de la Conformidad y la correspondiente Certificación de Seguridad ISA.

El contratista ganador de esta licitación deberá proporcionar a la certificadora, toda la información correspondiente del Proyecto Ejecutivo, asegurando que corresponda a la última revisión disponible o aprobada; en caso de que la información sea actualizada, deberá de implementar los mecanismos para asegurar que la empresa certificadora cuente con la última versión y prevenir el uso no intencionado de información obsoleta. La información del proyecto ejecutivo que deberá proporcionar el licitante al que se le adjudique el contrato motivo de esta Licitación es, sin limitarse:

- Programas.
- Estudios.
- Procedimientos de fabricación, ensayos y pruebas.
- Certificados de laboratorios e instrumentos.
- Competencia del personal.
- Memorias de cálculo.
- Memorias descriptivas.
- Levantamientos.
- Bases y criterios de diseño.
- Especificaciones.
- Planos.

Durante el proceso de evaluación y certificación, la empresa certificadora podrá detectar deficiencias, desviaciones, incumplimientos, no conformidades a los requisitos establecidos en las leyes, normas, reglamentos, etc. aplicables al proyecto; el proceso de supervisión, verificación o certificación no eximen a la contratista de cumplir con sus responsabilidades contractuales y legales.

Las observaciones serán comunicadas a la contratista por la entidad contratante o su representante, por los medios de comunicación establecidos en el proyecto; la contratista está obligada a proporcionar la información adicional solicitada, corregir las deficiencias detectadas, reparar los elementos que lo requieran o implementar cualquier acción necesaria para dar cumplimiento a los requisitos aplicables, dentro de los tiempos acordados con la entidad contratante o su representante.



La atención de las observaciones no deberá representar un retraso del proyecto, la contratista deberá definir e implementar todas las acciones necesarias para mantener el programa contractual; la contratista deberá asumir los costos derivados de la atención de las observaciones que emita la empresa certificadora.

Gestión RAMS. En la medida que se requiera, se deberá implementar la metodología RAM para analizar los subsistemas que están dentro del alcance del proyecto ejecutivo para garantizar que se logre, en el proyecto integrado con todas las fases (proyecto ejecutivo, fabricación, construcción, implementación, puesta en marcha, etc.), lo siguiente:

- Mantener un proceso de Integración RAM unificado y aplicado en todo el Proyecto, y común para todos los colaboradores del Proyecto.
- El desarrollo de estándares/pautas que garanticen un enfoque coherente de Integración RAM en todo el Proyecto.
- La recopilación de objetivos RAM que respalden los requisitos de rendimiento para el Proyecto, y la verificación de esos objetivos RAM en todos los subsistemas y contratistas.
- Inclusión de requisitos integrales de RAM en las especificaciones de requisitos del sistema y de los subsistemas, capturados dentro de una base de datos de administración de requisitos.
- El modelado de RAM del sistema y los análisis de predicción para asegurar que el diseño del sistema sea compatible con los objetivos de RAM asignados.
- Informar de evaluaciones de riesgos cuantificadas.
- Llevar a cabo procesos de verificación y validación en la Gestión RAM del sistema a lo largo de las etapas de diseño, fabricación, instalación, validación, aceptación y puesta en marcha del Proyecto.

El ofertante será responsables de implementar y llevar a cabo su propio proceso de Gestión RAM para las actividades internas de sus respectivos subsistemas, aunque dicha tarea seguirá los procedimientos propuestos por la Gerencia Técnica o quien designe la Dependencia.

A nivel sistema global, los entregables incluidos para el alcance de la Gestión RAM, serán los siguientes:

- Estructura Desglosada del Sistema (SBS).
- Plan RAM del Sistema.
- Análisis de Modos de Fallo, Efectos y Criticidad del Sistema (FMECA).



- Informe de Análisis y Predicción RAM del Sistema.
- Demostración RAM del Sistema.
- Plan de Fallos y Acciones Correctivas del Sistema (FRACAS).

Este listado de documentos RAM para entregar al cliente, deberán contar con la aportación de información correspondiente de cada uno de los subsistemas que aplique, en cada una de las fases y en cada una de las unidades de obra del proyecto global, es decir: para todas las fases (proyecto ejecutivo, fabricación, construcción, montaje, etc.); y subsistemas y unidades de obra (civil, energía, electromecánicos, señalización y control, telecomunicaciones, radiocomunicaciones, peaje / control de acceso, material rodante, centro de control, talleres y cocheras).

Por lo tanto, para cada uno de estos subsistemas del proyecto ejecutivo, en lo que aplique, los entregables serán los siguientes:

- Plan RAM del Subsistema.
- Informe de Asignación RAM del Subsistema.
- FMECA del Subsistema.
- Análisis de Fallos de Causa Común (CCF) del Subsistema.
- Lista de Elementos Críticos de Fiabilidad (RCIL) Subsistema.
- Informe de Análisis y Predicción RAM del Subsistema.
- Informe de Piezas de Repuesto del Subsistema.
- Protocolo de Pruebas de Demostración RAM del Subsistema.
- Informe de Demostración RAM del Subsistema.
- Procedimiento FRACAS del Subsistema.

Gestión de Seguridad (Safety). La Gestión de Seguridad (Safety) es para asegurar que el diseño de los subsistemas bajo el alcance del Proyecto global garantice la minimización del riesgo de posibles accidentes a un costo razonable. Para garantizar este objetivo, se deberán utilizar técnicas sistemáticas de ingeniería y gestión para hacer que los subsistemas y fases (proyecto ejecutivo, fabricación, construcción, etc.) sean seguros a lo largo del ciclo de vida.

Gestión de Seguridad. El licitante al que se le adjudique el contrato de elaboración del proyecto ejecutivo, deberá proporcionar las evidencias necesarias para el proceso de certificación del ISA. Durante todo el desarrollo del Proyecto Ejecutivo, el equipo



encargado de la Gestión de Seguridad deberá colaborar con el ISA para aportar la información y los documentos necesarios para que el Proyecto global obtenga la certificación de la Seguridad.

En la medida que se requiera, se deberá implementar la metodología Gestión de Seguridad para analizar los subsistemas que están dentro del alcance del proyecto ejecutivo para garantizar que se logre, en el proyecto integrado con todas las fases (proyecto ejecutivo, fabricación, construcción, implementación, puesta en marcha, etc.), lo siguiente:

- Mantener un proceso de Integración de Seguridad unificado y aplicado en todo el Proyecto, y común para todos los colaboradores del Proyecto.
- Derivar los criterios de tolerabilidad de riesgo del Proyecto y desarrollar el proceso de aprobación de la Seguridad del sistema.
- Desarrollar directrices de Seguridad del sistema que garanticen un enfoque coherente para la Gestión de la Seguridad del sistema en todo el Proyecto.
- Revisión progresiva de los Dossiers de Seguridad de cada subsistema a través del ciclo de vida del Proyecto, y culminando con la elaboración del Dossiers de Seguridad Final para Operación.
- Aportar consideraciones sobre la Seguridad del sistema a lo largo de la etapa de diseño, incluido el refinamiento de los requisitos de Seguridad del sistema, la identificación de los peligros de Seguridad del sistema y los estudios de evaluación.
- Gestionar y asegurar la transferencia de riesgos de seguridad desde el diseño de ingeniería hasta el operador y mantenedor.
- Llevar a cabo procesos de verificación y validación en la Gestión de Seguridad del sistema a lo largo de las etapas de diseño, fabricación, instalación, validación, aceptación y puesta en marcha del Proyecto.

El ofertante será responsables de implementar y llevar a cabo su propio proceso de Gestión de Seguridad para las actividades internas de sus respectivos subsistemas, aunque dicha tarea seguirá los procedimientos propuestos por la Gerencia Técnica o quien designe la Dependencia.

Los entregables incluidos en el alcance de la Gestión de Seguridad, a nivel sistema global, serán los siguientes:

- Plan de Seguridad del Sistema.
- Análisis de Riesgos del Sistema.



- Análisis de Riesgos de las Interfaces del Sistema.
- Registro de Riesgos del Sistema (Hazard Log).
- Dossier de Seguridad Final del Sistema (Safety Case).

Este listado de documentos de Seguridad para entregar al cliente, deberán contar con la aportación de información correspondiente de cada uno de los subsistemas que aplique, en cada una de las fases y en cada una de las unidades de obra del proyecto global, es decir: para todas las fases (proyecto ejecutivo, fabricación, construcción, montaje, etc.); y subsistemas y unidades de obra (civil, energía, electromecánicos, señalización y control, telecomunicaciones, radiocomunicaciones, peaje / control de acceso, material rodante, centro de control, talleres y cocheras).

Por lo tanto, para cada uno de estos subsistemas del proyecto ejecutivo, en lo que aplique, los entregables serán los siguientes:

- Plan de Seguridad del Subsistema.
- Análisis Preliminar de Riesgos del Subsistema.
- Análisis de Riesgos del Subsistema.
- Análisis de Riesgos de las Interfaces (IHA) del Subsistema.
- Lista de Elementos Críticos de Seguridad (SCIL) del Subsistema.
- Registro de Riesgos (Hazard Log) del Subsistema.
- Dossier de Seguridad de Diseño del Subsistema.
- SRAC del Subsistema.
- Dossier de Seguridad Final del Subsistema.

3.9 EN CUANTO A LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS

Gestión de Interfaces. El objetivo de la Gestión de Interfaces es asegurar que todas las relaciones entre los Sistemas y Subsistemas del Proyecto estén completamente identificadas y evaluadas, y que las soluciones técnicas desarrolladas para resolver y cumplir con los requisitos que caracterizan estas relaciones cumplan con la funcionalidad integral del Sistema global.

El proceso de Gestión de Interfaces aplica al ciclo de vida completo del Proyecto, desde la etapa de diseño a las posteriores fases de suministro, construcción, instalación, pruebas y puesta en servicio. Por tanto, las interfaces identificadas serán rastreables a lo largo del Proyecto, así como la solución técnica adoptada para su resolución.

La Integración de Interfaces permite garantizar que:





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



- Todos los Sistemas y Subsistemas puedan trabajar adecuadamente entre ellos.
- Toda la infraestructura esté integrada con los Subsistemas ferroviarios.
- Todo funcione integradamente como esperado.
- Las interfaces estén cerradas antes del proceso de entrega de Proyecto.
- La planificación de los diferentes contratistas esté sincronizada y coordinada relacionando ciertos hitos con la resolución de las interfaces.

La Gestión de Interfaces se centrará en la identificación, definición y resolución técnica de los interfaces del Proyecto. Para cumplir con este objetivo, el Ofertante debe definir una estrategia e implementar una metodología de administración de interfaz robusta, así como la implementación de soluciones técnicas adecuadas. De este modo se podrán cumplir los siguientes objetivos:

- Mantener un proceso de Integración de Interfaces unificado y aplicado en toda el Proyecto y común para todos los colaboradores del Proyecto.
- Asignación de responsabilidades y propiedad de cada interfaz mediante la designación de responsables y propietarios técnicos de cada interfaz crítica.
- Identificación de los requisitos específicos de las interfaces y producción de los entregables del diseño de la interfaz.
- Registro y monitorización de los requisitos de los interfaces a través de la herramienta de gestión de requisitos.
- Supervisión de los interfaces durante todo el Proyecto, incluido el refinamiento de los requisitos, la identificación continua, el desarrollo de las especificaciones de prueba y los análisis de riesgos asociados.

El Proyecto Ejecutivo es un sistema del Proyecto global. Por tal motivo, debe estar alineado a los requisitos que lo rigen. Por lo tanto, al igual que para el proyecto global, los entregables incluidos en el alcance de la Gestión de Interfaces para el proyecto ejecutivo, serán los siguientes:

- Plan de Gestión de Interfaces (PGI).
- Registro de Interfaces (IR).
- Matrices de interfaz, internas y externas.
- Documentos de Control de Interfaces.
- Informes de situación (mensual).



Gestión de Requisitos. El objetivo de la Gestión de Requisitos es asegurar que los requisitos contractuales son capturados, analizados y acordados entre los distintos actores involucrados en el Proyecto. Asimismo, esta función permite controlar y supervisar los requisitos durante todo el ciclo de vida del Proyecto con el fin de demostrar que el diseño y su posterior implementación cumple con los requisitos contractuales. Por lo tanto, la Gestión de Requisitos es una herramienta que ha de permitir al Ofertante minimizar riesgos técnicos del Proyecto y demostrar que este es verificado y validado a medida que avanza en el tiempo.

La Verificación y Validación de Requisitos permite:

- Definir y controlar las necesidades de los contratistas.
- Definir funciones y operación de cada subsistema.
- Definir e identificar restricciones.
- Identificar factores humanos a tener presentes.
- Establecer la base para el diseño (baseline).
- Proporcionar la trazabilidad para interfaces, pruebas, etc.

La Gestión de Requisitos, como herramienta sobre la que se sustenta el proceso de Verificación y Validación de los requisitos, proporcionará las evidencias necesarias para el proceso de certificación. Por tanto, durante todo el Proyecto, el equipo de Gestión de Requisitos colaborará en la aportación de la información y los documentos necesarios para la certificación de seguridad.

Este objetivo se alcanzará implementado una estrategia de gestión de requisitos robusta, juntamente con la apropiada metodología, mediante los siguientes procesos:

- Implantación de la metodología en toda la estructura de desarrollo del Proyecto, incluyendo a todos los actores involucrados.
- La captura, seguimiento y validación de hipótesis, así como la inclusión de requisitos emanados de otros procesos transversales como gestión de interfaces, RAM, Safety, factores humanos, etc.
- Establecimiento de las correspondientes “líneas base” sobre las que se aplicará el control de cambios en los requisitos.
- Verificación continua y progresiva de los requisitos a lo largo del ciclo de vida del Proyecto.



El Proyecto Ejecutivo es un sistema del Proyecto global. Por tal motivo, debe estar alineado a los requisitos que lo rigen. Por lo tanto, al igual que para el proyecto global, los entregables incluidos en el alcance de la Gestión de Requisitos para el proyecto ejecutivo, serán los siguientes:

- Plan de Gestión de Requisitos (PGR).
- Matriz de Trazabilidad y Verificación de Requisitos (MTVR). Deberá entregarse en cada etapa del ciclo de vida del proyecto:
- MTVR Diseño Conceptual.
- MTVR Diseño Detallado.
- MTVR Puesta en Marcha (a completar con los resultados de las pruebas, tras la finalización de la etapa de Marcha en Blanco).
- Informe de Cumplimiento: se generará a partir de la tabla de requisitos gestionada en la herramienta de gestión de requisitos y contendrá una declaración sobre el proceso de verificación de requisitos, tendrá anexada la MTVR y un informe sobre Métricas de Requisitos. Se generará un informe de cumplimiento para cada etapa del ciclo de vida del proyecto.

Gestión de la Configuración y Cambios. El objetivo de la Gestión de la Configuración es garantizar la coherencia de todas las tareas incluidas en el ámbito del Proyecto. Este objetivo se consigue mediante el control de los cambios realizados en los datos o en la documentación inicial, la disponibilidad constante de una versión estable de cada documento por parte de cualquier persona implicada en el Proyecto y el análisis de los impactos que provocan los cambios en el Proyecto.

La Gestión de Configuración y Cambios permite:

- Controlar y validar los cambios que se producen a lo largo de un Proyecto.
- Dar visibilidad global a los cambios y mantener continuamente informados a todos los integrantes del Proyecto.
- Garantizar que todos los requisitos estén actualizados.
- Para asegurar que el Proyecto se implementa con la ingeniería actualizada.
- Establecer una trazabilidad de los cambios realizados.
- Una gestión adecuada de los cambios de alcance.

La trazabilidad de la configuración y los cambios del Proyecto proporcionará las evidencias



necesarias para el proceso de certificación. Durante todo el Proyecto, el equipo de gestión de la configuración colaborará en la aportación de la información y los documentos necesarios para la certificación de la Seguridad.

Este objetivo se logrará mediante la aplicación de una sólida estrategia y metodología de gestión de la configuración. Con ello se conseguirá lo siguiente:

- Mantener un proceso de Gestión de la Configuración y Cambios unificado y aplicado en todo el Proyecto, y común para todos los colaboradores del Proyecto.
- Definición de una línea de base para todas las etapas del ciclo de vida del Proyecto que defina exactamente los requisitos/bases.
- Definición de los elementos del Proyecto que se convertirán en elementos de configuración (CI), y que se someterán a la gestión de la configuración.
- Utilización de una única herramienta que permita a todas las partes interesadas ver y actualizar a distancia la información de configuración y los cambios, incluida la información de trazabilidad, las pruebas de implementación y las pruebas de validación.

El Proyecto Ejecutivo es un sistema del Proyecto global. Por tal motivo, debe estar alineado a los requisitos que lo rigen. Por lo tanto, al igual que para el proyecto global, los entregables incluidos en el alcance de la Gestión de Configuración y Cambios para el proyecto ejecutivo, serán los siguientes:

- Plan de Gestión de Configuración y Cambios (PGCC).
- Líneas de Base (Baselines) para Configuración de las distintas Fases del Proyecto.
- Registro de Cambios e Impacto.

Aseguramiento de la Integración de los Sistemas. Es responsabilidad del contratista del proyecto ejecutivo para las ampliaciones de las Líneas 4 y 6: coordinar, verificar, y garantizar que las soluciones técnicas desarrolladas cubran satisfactoriamente todas las interfaces entre sus sistemas, así como también, garanticen la correcta integración con los sistemas respectivos de las Líneas 4 y 6, para asegurar el correcto funcionamiento integral del Proyecto Global, consistente en las Líneas 4 y 6, y sus correspondientes ampliaciones. Por lo tanto, el contratista del proyecto ejecutivo motivo de esta licitación,



debe presupuestar los gastos y riesgos asociados a estas interfaces.

3.10 EN CUANTO A LA INTEGRACIÓN GLOBAL DEL PROYECTO

Es alcance y responsabilidad del contratista del Proyecto Ejecutivo, lo siguiente:

- Determinar todos los componentes, elementos y sistemas necesarios del proyecto de ampliación de las Líneas 4 y 6 del Metro.
- Integrar todos los sistemas y subsistemas necesarios que permitan satisfacer los requisitos de la ampliación de las Líneas 4 y 6 del Metro, y que dichas ampliaciones sean interoperables de forma física, eléctrica, electrónica y operativamente con las Líneas 4 y 6 que actualmente se construyen.
- Respecto a los sistemas de especialidades de los tramos de ampliación 4 y 6: prever y solucionar todas y cada una de las interfaces entre sí, así como también, con los de las Líneas 4 y 6 que actualmente se encuentran en construcción.
- Coordinarse técnicamente con el Contratista del Proyecto Integral de las Líneas 4, 5 y 6 del Metro, la Supervisión Externa de dicho contrato, la Certificadora de la Infraestructura y Evaluador ISA, la SMPU, METRORREY y cualquier otra entidad público o privada que participe en el desarrollo del proyecto de ampliación de las Líneas 4 y 6 del Metro, o bien de los tramos en construcción de las Líneas 4 y 6 del Metro, con objeto de resolver cualquier interface o interferencia de las propias Líneas, o de cualquier otra infraestructura o servicio existente en el trazo de dichas ampliaciones.

3.11 EN CUANTO AL PROGRAMA DE EJECUCIÓN

El propósito del Programa de Ejecución es suministrar a La Dependencia suficiente información sobre la planificación de los trabajos propuestos, como base para la evaluación de las ofertas y posteriormente para la administración de los tiempos del Contrato, así como verificar que los hitos establecidos en los Términos de Referencia se cumplan.

General

- El Proponente deberá presentar un Programa de Ejecución para cada tramo de ampliación, es decir, uno para la ampliación de la Línea 4, y otro,





para la ampliación de la Línea 6. Ambos programas de ejecución deberán realizarse para desarrollar el proyecto ejecutivo de cada tramo, en paralelo, es decir, deberán iniciar y avanzar a la par. En lo sucesivo, para referirnos a ambos Programas de Ejecución, se hará en singular, es decir, Programa de Ejecución.

- El Proponente deberá presentar su Programa de Ejecución y cumplir con los hitos estipulados. Durante el desarrollo de los trabajos el Contratista supervisará e informará periódicamente a La Dependencia su progreso contra el programa presentado, la periodicidad será establecida por la Dependencia previo al arranque de los trabajos.
- El Proponente deberá presentar su Programa de Ejecución ordenado de acuerdo con una estructura bien definida o WBS (Work Breakdown Structure).
- El Proponente deberá enumerar claramente todas las actividades del proyecto ejecutivo y se identificarán los hitos que se han de cumplir por parte del Contratista.
- El Proponente indicará la secuencia e interrelaciones necesarias para alcanzar cada tarea.
- El Proponente identificará claramente la ruta crítica en el Programa de Ejecución y la describirá en forma textual.
- El Proponente identificará claramente en las actividades, la naturaleza y el alcance del proyecto ejecutivo, a lo que deberá incluirse: duración, fecha de inicio, fecha de fin, holgura, predecesor, sucesor y cualquier otra actividad que pueda afectar el progreso de las tareas.
- Todas las interfaces necesarias del proyecto que puedan afectar el progreso de las ingenierías.
- El Proponente deberá incluir en el Programa de Ejecución sus obligaciones de trabajo.
- El Contratista debe considerar que en el Programa de Ejecución, los Programas detallados y todas las versiones y revisiones se someterán a La Dependencia para su aprobación.
- El Contratista debe presentar un Programa de avance físico financiero en concordancia con el Programa de Ejecución.

Metodología

El Programa de Ejecución se presentará por el Método de Ruta Crítica, utilizando el



Método de Diagramas de Gantt.

Software

El software para elaborar el Programa de Ejecución será Microsoft Project, en su versión más reciente. En su caso, el uso de versiones anteriores y posteriores del software deberá ser aceptado por La Dependencia. El Contratista deberá suministrar a La Dependencia, desde el inicio del proyecto, tres copias de los softwares de programación acordados junto con todos los manuales de instrucción pertinentes y licencias de uso para la duración del proyecto.

Entregables durante el período contractual

El Programa de Ejecución que se presentará después de la firma del Contrato, se basará en el Programa de Ejecución presentado en la Propuesta

El Contratista durante los primeros siete (7) días después de la firma del Contrato, presentará a la consideración de La Dependencia un programa de movilización, donde incluya todas las actividades que vaya a desarrollar durante los primeros sesenta (60) días del Proyecto. Este programa estará sustentado por escrito, explicando claramente las hipótesis formuladas, la identificación de riesgos y cualquier acción necesaria que tenga que ser llevada a cabo por La Dependencia.

Después de treinta (30) Días de la Firma del contrato, el Contratista presentará para consideración de La Dependencia, su programa inicial del proyecto ejecutivo. Este deberá ser basado en el Programa de Ejecución presentado en la Propuesta y deberá incorporar cualquier cambio acordado durante las negociaciones del Contrato

El Contratista deberá monitorear el progreso y rendimiento de sus Subcontratistas para asegurar el cumplimiento de sus obligaciones del Contrato

El Contratista deberá preparar y presentar mensualmente un informe de situación del proyecto. El informe debe de contemplar la siguiente información de manera enunciativa pero no limitativa: Situación general del proyecto, actividades realizadas en el periodo, actividades retrasadas en el periodo indicando la razón del mismo y los planes de recuperación para reconducir la situación, actividades críticas del próximo periodo, avance de las actividades de acuerdo a un sistema de medida de avance pactado entre las partes, programa de ejecución actualizado, situación de unidades de obra ejecutadas más significativas, etc.

La Dependencia tiene la potestad de requerir informes de avance con una periodicidad



menor a un mes si la situación del proyecto lo amerita.

Para la realización del avance físico se utilizará la metodología del valor ganado. Presentando las actividades en unidades medibles de 0% a 100% completado, comparando los avances con el último Programa de Ejecución aprobado, incluyendo también un avance físico financiero en coherencia con el Programa de Ejecución

La Dependencia presidirá reuniones de avance de los trabajos cada mes con el Contratista. Estas reuniones se celebrarán en las fechas y horarios propuestos por La Dependencia. Las reuniones de progreso se convocarán a más tardar diez (10) días tras la emisión del Informe Mensual de Avance de Trabajo del Contratista

A solicitud de la Dependencia, o su representante, el Contratista presentará el Programa de Ejecución actualizado, ya sea por alguna modificación, acuerdo o retraso, y tendrá un plazo máximo para presentarlo de treinta (30) días a partir de dicha solicitud. El incumplimiento en la presentación del nuevo Programa de Ejecución conllevará una retención en el pago del 5%

3.12 EN CUANTO A PROVISIONES GENERALES

Corre por cuenta del Contratista la obtención de permisos municipales, estatales y federales para la realización de los trabajos que lo requieran, en particular para los levantamientos topográficos y la exploración geotécnica; asimismo, todos los gastos relacionados con los mismos, y con la adquisición de predios que requiera para ejecutar tareas temporales, o como zonas de acopio.

Se debe remarcar que todas las actividades que se desarrollen, tanto en el área pública, como en propiedad privada, deberán cumplir con la normatividad y lineamientos de seguridad y salud establecidas en el sistema de gestión del Proyecto, así como, el cumplimiento de los compromisos ambientales vigentes y documentos vinculantes.

Los derechos de acceso que obtenga el Contratista a, y uso de, el Sitio de los trabajos (público o privado), no tienen carácter exclusivo y su único propósito es permitirle al Contratista ejecutar los Trabajos y cumplir con sus obligaciones bajo este Contrato hasta su terminación. Por lo tanto, el derecho de acceso a, y/o uso de, el Sitio, no podrá ser considerado como la creación de derecho o interés alguno a favor del Contratista distinto a aquel que se otorga por motivo de este Contrato.



3.13 EN CUANTO A LINEAMIENTOS PARA ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD

Plan de Calidad (Específico para la elaboración del Proyecto Ejecutivo)

El Contratista del proyecto ejecutivo deberá de elaborar un Plan de Calidad detallado y específico para el desarrollo del proyecto previo al inicio de la primera actividad, cumpliendo con las fechas que se establezcan en el proyecto. El plan deberá seguir las directrices indicadas en la ISO 10005 y contemplar como mínimo la siguiente lista de manera enunciativa, no limitativa:

- Identificación de los Procesos de gestión y operativos.
- Procedimiento Interno Aplicables.
- Formatos para evidencia de los procesos aplicables.
- Normativas Nacionales e Internacionales, especificaciones y requisitos aplicables a los procesos del Proyecto.
- Recursos necesarios.
- Responsables de la actividad.
- Las pruebas adecuadas, las inspecciones y exámenes.
- El método para medir la consecución de objetivos de calidad.
- Equipos de medición aplicables.
- Criterios de aceptación y rechazo.
- Frecuencia de Seguimiento y medición.
- Indicadores de Control de calidad (en caso de aplicar).
- Métodos de reacción.
- Las Subcontratistas podrán adoptar los planes de su Contratista.

Plan de Ejecución del Proyecto

El Contratista del proyecto ejecutivo deberá presentar un plan de ejecución del proyecto previo a las actividades, cumpliendo con las fechas que se establezcan en el programa del proyecto. El plan deberá contar con lo siguiente, sin ser limitativo:

- Actividades en secuencia.
- Asignación de responsabilidades operacionales.
- Estimaciones de tiempos.
- Recursos de costos.
- Dossier Final de Proyecto.





Consideraciones Generales

Política de Calidad. El Contratista del proyecto ejecutivo deberá establecer una metodología para difundir a todo el personal de su organización y sus subcontratistas, la política de calidad del proyecto. Es responsabilidad del Contratista del proyecto ejecutivo, difundir la política de calidad del proyecto a todo su personal, esta difusión deberá estar en todo momento evidenciada objetivamente.

Equipos de Seguimiento y Medición:

- El Contratista deberá controlar sus equipos de mediciones que requieran para evidenciar la conformidad de realización del producto.
- Los equipos deben estar calibrados por organismos acreditados ante EMA.
- La vigencia de la calibración de los equipos deberá no ser mayor a un año.
- Los certificados de estas calibraciones deberán estar controlados por los encargados del Diseñador.
- Una copia de estas calibraciones deberá estar con los instrumentos de medición en los sitios de trabajo donde sean requeridos.
- Los equipos deberán ajustarse o reajustarse conforme a los requerimientos del fabricante.
- Los equipos deberán estar debidamente identificados individualmente para identificar su estado de calibración.
- Los equipos de medición deben protegerse contra daños y deterioro por la manipulación y uso de acuerdo con las características de la obra.

El control establecido de los equipos de medición debe contener como mínimo:

- Nombre del equipo.
- Código interno del equipo.
- Número de serie del equipo.
- Marca.
- No. De certificado.
- Fecha de calibración.





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



- Vigencia de calibración.
- Estado del equipo.

El control deberá ser actualizado conforme al ingreso, calibración, recalibración, etc. e informar a la Dependencia conforme al procedimiento de comunicación entre las partes.

Los equipos de medición utilizados deberán estar en el control y contar con su registro de calibración aun cuando exista baja de alguno de estos.

Representante de gestión de Calidad. El Contratista designará a personas idóneas, a tiempo completo, debidamente calificada y con experiencia como representantes de la gestión de calidad, quienes serán los responsables de establecer el Sistema de Gestión de Calidad y garantizar que el mismo sea implementado de una forma eficaz.

Los representantes de la Gestión de Calidad deberán ser competentes en base a:

- Educación.
- Formación.
- Habilidades.
- Experiencias.

Esta competencia deberá ser apropiada a las actividades para la cual fueron contratados.

Los representantes de la Gestión de Calidad del Contratista deberán contar y controlar la evidencia documentada de la competencia del personal que labora para su empresa, esta evidencia será enviada cada que se actualice al área de calidad conforme al procedimiento de comunicación entre las partes. Los representantes de la gestión de calidad serán directamente los responsables ante el alto nivel de directivos del Contratista, y serán capaces de desempeñar sus funciones sin impedimento ni restricción. Además, el Contratista deberá poner a disposición todos los recursos que sean necesarios para asegurar la aplicación efectiva del Sistema de Gestión de Calidad.

El Contratista presentará para revisión de la Dependencia, el Currículo Vitae (CV) de cada uno de los representantes de gestión de calidad, indicando el grado de autoridad y responsabilidad en el Proyecto.





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



Personal Calificado en Sitios de Trabajo. Es obligación de la Contratistas y sus Subcontratistas, contar con personal Técnico Calificado que asegure el Seguimiento y Medición de los procesos en todo momento, y que sea responsable de:

- La disponibilidad de la documentación requerida en los sitios de trabajo.
- Los equipos y maquinaria apropiados.
- Los equipos de seguimiento y medición apropiados.
- Asegure la aplicación de los procedimientos.
- Se asegure o realice las actividades de inspección y liberación en las actividades.
- Se asegure o realice los registros correspondientes a la actividad como evidencia objetiva.
- Identifique y controle los productos no conformes derivados de las actividades.
- Asegure la disposición de los productos no conformes identificados.

Auditorías de calidad. El Contratista deberá llevar a cabo las auditorías de calidad en las obras, a intervalos trimestrales, para asegurar el cumplimiento y la eficacia del Sistema de Gestión de Calidad. Cada informe de auditoría deberá presentarse a la Dependencia para su revisión a no más de 15 días después de realizado cada auditoría

El Contratista presentará para revisión por la Dependencia el CV del personal asignado a las actividades de auditoría de calidad, indicando el grado de autoridad y responsabilidad en el Proyecto.

La Dependencia o su representante podrá exigir la realización de auditorías de la calidad del Contratista y sus Subcontratistas de cualquier elemento de la obra, éste podrá ser llevado a cabo por la Dependencia o a quien designe y será a cuenta del Contratista. En tal caso, el Contratista dará a dichos auditores todas las facilidades necesarias y el acceso a las actividades y registros para permitir realizar esta función.

A la recepción de la solicitud de acción correctiva o documento similar expedido por la Dependencia o su representante, como resultado de las





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



auditorías de calidad, el Contratista deberá investigar inmediatamente el asunto y presentar las acciones correctivas y preventivas propuestas dentro de los catorce (14) días siguientes a la Dependencia para su revisión. El Contratista deberá adoptar oportunamente las acciones correctivas y preventivas para corregir la situación y prevenir su repetición. El Contratista deberá demostrar la aplicación efectiva de acciones correctivas y preventivas y serán presentadas por el Contratista a la Dependencia para su revisión.

Informe mensual sobre el Sistema de Gestión de Calidad. El Contratista deberá supervisar continuamente el funcionamiento del Sistema de Gestión de Calidad y en consecuencia deberá presentar un informe mensual incluyendo, sin limitarse a, lo siguiente:

- El estado de entrega y de revisión de los documentos del Sistema de Gestión de Calidad.
- El calendario y el estado actualizado de la auditoría.
- Una evaluación del desempeño del Sistema de Gestión de Calidad, incluidas los trabajos no-conformes, defectos o problemas identificados y las medidas correctivas y preventivas adoptadas o propuestas.
- Otros temas según lo solicitado por la entidad contratante.

El Contratista deberá proporcionar y mantener en todas las fases de las obras, en lo que aplique, un registro o registros de control de calidad para identificar el estado de las inspecciones, muestreos y análisis de la obra y todos los certificados. Tal registro deberá ser actualizado por el Contratista mostrando todas las actividades en los meses anteriores y deberán presentarlo en la oficina de la entidad contratante en los primeros siete (7) días hábiles de cada mes. Cada registro deberá incluir, sin limitarse a, lo siguiente:

- Listado de los certificados recibidos para cada lote de equipos y materiales incorporados en las obras y compararlo con la certificación requerida por el Contratista en los planes de calidad.
- Listado de las actividades de inspección y pruebas realizadas por el Contratista en cada elemento de la obra y comparar estas



actividades contra la cantidad de inspección y pruebas requeridas por el Contrato y los planes de calidad del Contratista.

- Listado de los resultados de cada uno de los informes de inspección y/o pruebas y los análisis de estos resultados, comparando éstos con los criterios de aprobación/rechazo.
- Resumen de las acciones correctivas propuestas por el Contratista para subsanar cualquier trabajo no conforme.

3.14 EN CUANTO A LINEAMIENTOS PARA GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD Y MEDIO AMBIENTE

Durante los trabajos preliminares para obtención de parámetros y definición de criterios de diseño relacionados a campaña geotécnica, topografía, estudios hidráulicos, etc. que serán realizados en las diferentes etapas del Proyecto Ejecutivo, se deberá tener como premisa el garantizar un entorno seguro para todas las personas involucradas, estableciendo normas, principios y procedimientos que permitan proteger su bienestar físico, mental y social y garantizar la preservación del medio ambiente.

El Contratista tiene la responsabilidad de brindar los recursos necesarios e implementar de manera oportuna todas las actividades requeridas para garantizar la preservación del medio ambiente, seguridad y salud de las personas involucradas con el Proyecto, promoviendo la creación de una cultura de seguridad durante la ejecución de los Trabajos. Se deberá entender que la “seguridad humana” y el “respeto de los derechos humanos básicos” revisten la máxima prioridad durante el desarrollo de los Trabajos del Proyecto.

La Dependencia y su representante, velarán por el adecuado cumplimiento de lo establecido en las Especificaciones Técnicas. El Contratista deberá establecer y mantener un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional para el Proyecto de conformidad a la normatividad aplicable, y acorde con las características y alcance de sus componentes, el cumplimiento de las leyes y reglamentos federales, estatales, municipales y los requisitos de los Términos de Referencia. Todos los Subcontratistas y proveedores deberán desarrollar sus actividades aplicando los estándares del Sistema de Gestión de SSO del Proyecto.

Objetivo. Definir los lineamientos y requisitos mínimos que deberá considerar el Contratista para el establecimiento y mantenimiento del Sistema de Gestión de Seguridad



y Salud Ocupacional durante el Proyecto, a fin de gestionar de manera eficaz los riesgos que pudieran afectar la seguridad y salud de las personas involucradas, garantizando entornos de trabajo seguros y saludables.

La información que se presenta en este documento es enunciativa más no limitativa; el Contratista debe conocer y cumplir con sus responsabilidades legales en materia de seguridad y salud durante toda la ejecución del Proyecto.

Alcance. El Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional (SSO) aplicará a todas las instalaciones permanentes y temporales, procesos, actividades, productos y servicios de los diferentes componentes del Proyecto, y será de conocimiento y estricto cumplimiento de toda persona vinculada al mismo, incluyendo a la Dependencia, su representante, el Contratista, Subcontratistas, proveedores, trabajadores y visitantes que se encuentren en el ámbito del Proyecto.

Leyes aplicables y otros requisitos. El Contratista está obligado a cumplir con los requisitos legales y contractuales en materia de Seguridad y Salud Ocupacional, entendiéndose como requisitos legales y contractuales, como el conjunto de leyes, reglamentos, normas y especificaciones de la legislación mexicana e internacional que resulten aplicables al proyecto.

El Contratista deberá dar cumplimiento a las leyes aplicables vinculadas a la SSO, es decir, cualquier ley, ordenanza, código, resolución, reglamento, decreto, decisión, fallo, sentencia, orden, determinación, autorización, laudo, norma, permiso emitido en la República Mexicana, así como, cualquier modificación o enmienda posterior, incluyendo los reglamentos e instructivos de la Dependencia y estándares requeridos en estos Términos de Referencia. Esto deberá ser expresado y sustentado en la presentación de los documentos que conforman el sistema de gestión de SSO. El Contratista deberá demostrar el entendimiento de las leyes y requisitos aplicables en su Propuesta y de acuerdo con la normativa aplicable.

Previo al inicio de los trabajos, el Contratista deberá identificar y revisar las leyes y otros requisitos aplicables al Proyecto a fin de dar cumplimiento a lo establecido durante todo el desarrollo de este.

En caso de ausencia de una norma específica para resolver un tema referido a la gestión de SSO se podrá tomar como referencia normas extranjeras o recomendaciones de organismos internacionales aplicables al tema, previa consulta y acuerdo con la Dependencia y su representante.



Funciones y responsabilidades durante el Proyecto. La Dependencia, de manera directa y/o a través de su representante, supervisarán el estricto cumplimiento en la gestión de SSO durante el Proyecto; establecerán controles para verificar su eficacia; evaluarán y aprobarán los elementos que conforman el sistema de gestión; realizarán auditorías e inspecciones a las actividades y procesos; entre otras acciones propias del gerenciamiento y supervisión del Proyecto. En caso de incumplimiento y/o insuficiencia en los niveles de control en SSO durante el Proyecto, se establecerán las penalidades y/o sanciones que establece el Contrato y/o las leyes aplicables, sin que esto involucre evadir la responsabilidad del Contratista para aplicar medidas de corrección y/o mejora.

El Contratista, como responsable de la ejecución del Proyecto, deberá considerar y cumplir lo siguiente, pero sin limitarse a:

- Ser responsable de la seguridad y salud de todas las personas en el Sitio de Trabajo, incluyendo empleados, subcontratistas, proveedores, consultores y visitantes.
- Desde la fecha de inicio y durante todo su desarrollo, será responsable de la gestión de la SSO en las zonas de trabajo, para lo cual deberá establecer el principio de seguridad como prioridad suprema en todas las actividades que conforman el Proyecto.
- Garantizar entornos de trabajo seguro, que incluyan la protección de toda propiedad pública y privada, bien sean estructuras o instalaciones en la superficie o subterráneas, que estén en el Sitio de Trabajo, o que de cualquier forma puedan ser afectadas por la ejecución del Proyecto, pudiendo ocasionar lesiones y/o deterioro de la salud de las personas involucradas.
- Revisar, interpretar y dar cumplimiento a las leyes aplicables, así como las condiciones establecidas por la Dependencia durante el desarrollo de su gestión de SSO.
- Preparar satisfactoria y oportunamente los planes, procedimientos, informes e información complementaria del Sistema de Gestión de SSO, en estricto cumplimiento de las leyes aplicables y otros requerimientos del Contrato.
- Presentar a la Dependencia y su representante los planes, procedimientos y demás elementos del Sistema de Gestión de SSO, y en caso de recibir observaciones y/o sugerencias a estos, deberán subsanarlos, mejorarlos o corregirlos de manera ágil y oportuna a fin de obtener su aprobación





previa a la implementación de las actividades relacionadas.

- Realizar los trabajos conforme a los documentos y condiciones de SSO previamente aprobados. En caso de ser necesaria alguna modificación o mejora por cambios en las condiciones del Proyecto, deberán ser previamente notificadas a la Dependencia y su representante, para su revisión y aprobación, antes de ser satisfactoriamente implementadas en el Sitio de Trabajo.
- Brindar capacitaciones, teóricas y prácticas, a todos los trabajadores acerca de los componentes del Sistema de Gestión de SSO, la identificación de peligros y evaluación de riesgos durante los Trabajos, así como, de las medidas establecidas por el Contratista. Estas capacitaciones deberán realizarse al inicio de la relación laboral y previa a la ejecución de tareas; periódicamente durante la ejecución de los trabajos; cuando se produzcan cambios en las funciones del trabajador; cuando se implementen nuevas tecnologías y cuando haya sido identificado como necesario en el Sistema de Gestión de SSO.
- Brindar información oportuna y suficiente a toda persona visitante en el Sitio de Trabajo, referida a sus características, a los peligros y riesgos presentes, y a las medidas de control establecidas, en concordancia con lo establecido en el Sistema de Gestión de SSO.
- Garantizar que todos los Subcontratistas, proveedores, colaboradores y visitantes del Proyecto cumplan con lo establecido en el Sistema de Gestión de SSO. En caso de que alguno de ellos tenga limitaciones técnicas, logísticas o presupuestarias para su estricto cumplimiento, deberá proveer los recursos necesarios y el debido acompañamiento para brindar las garantías de cumplimiento.
- Todas aquellas derivadas de las leyes aplicables, compromisos contractuales y otros requisitos establecidos en este documento.

Elementos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional (SSO). A continuación, se describen los lineamientos y requisitos mínimos a considerar en el desarrollo de:

- Plan General de Seguridad y Salud Ocupacional del Proyecto.
- Procedimientos de ejecución segura por tipo de trabajo.
- Procedimientos de ejecución segura por tipo de riesgo.



El Contratista deberá establecer procedimientos de elaboración, contenidos, controles y documentos complementarios, a fin de permitir el desarrollo seguro y verificación de los trabajos durante la ejecución de cada uno de los componentes del Proyecto.

El Contratista deberá presentar el Plan General de SSO del Proyecto dentro de los treinta (30) días siguientes a la fecha de la firma del contrato. La Entidad Contratante y su representante podrán emitir comentarios que deberán ser subsanados por el Contratista antes del inicio de los trabajos.

En tanto que, los procedimientos de ejecución segura y otros documentos necesarios para la etapa de construcción, deberán ser presentados y aprobados, previo al inicio de las obras. Estos planes deberán incluir las especificaciones de ejecución segura de los trabajos, las medidas de seguridad especificando los métodos y/o secuencias para su implementación, e información necesaria de acuerdo con los componentes y alcances del Proyecto.

Estructura Documental. El Contratista deberá establecer y presentar a la Dependencia y a su representante, previo al inicio de actividades, la estructura documental del Sistema de Gestión de SSO, indicando jerarquías y criterios para su administración.

Los documentos del Sistema de Gestión de SSO deberán estar a disposición de la Dependencia y su representante en el momento que sean requeridos. Estos documentos deberán considerar, pero sin limitarse a, lo siguiente:

- Tener coherencia con la estructura documental establecida para todo el Proyecto.
- Contener información básica del Proyecto, que la haga de fácil interpretación y ubicación: datos del Contratista, del procedimiento y/o actividad que corresponda, de la fecha de elaboración, del número de revisión, de los responsables en su desarrollo y aprobación, de los documentos de referencia, entre otras que fueran necesarias
- Facilitar los procesos de auditoría, evaluación y mejora.
- Deberán ser archivados y su ubicación informada a la Dependencia y su representante durante todo el plazo del Contrato, y posterior a este, en dependencia de lo que establezcan las leyes aplicables.
- Los necesarios para ejecutar algún proceso o actividad deberán estar en el área de trabajo y a disposición de las personas involucradas.

El Contratista deberá incluir los planes, manuales, procedimientos, programas,



instructivos, registros, bases de datos, formatos, normas, especificaciones técnicas, informes, entre otros que haya identificado como necesarios en relación con la complejidad de los trabajos.

Entre los documentos que deberán estar a disposición permanente, de forma actualizada, se incluirán, pero sin limitarse a, los siguientes:

- Identificación de peligros y evaluación de riesgos del Proyecto, incluyendo medidas preventivas.
- Identificación de requisitos legales pertinentes para SSO, descripción de aplicación y cumplimiento.
- Constancias médicas.
- Constancias de aptitud del personal técnico y operativo.
- Registros de capacitaciones.
- Registro de no conformidades y medidas aplicadas.
- Registro de incidentes (incluye accidentes) y medidas aplicadas.
- Certificaciones de máquinas, equipos y herramientas.
- Registro y certificaciones de operadores.
- Registro de inspecciones de máquinas, equipos y herramientas.
- Registro de inspecciones y auditorías.
- Registro e informe de monitoreos al Sitio de Trabajo.
- Documentación referida al Comité de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Otros establecidos por las leyes aplicables.

Todo lo mencionado deberá estar acompañado del respectivo procedimiento para su administración.

En referencia a la información médica de los trabajadores, se deberá establecer el aseguramiento de confidencialidad y manejo profesional de acuerdo con las leyes aplicables.

Además de lo mencionado, el Contratista deberá remitir a la Dependencia y su representante los informes de cumplimiento en SSO, con la siguiente frecuencia:

- Informe Mensual: deberá contener, sin que signifique limitante, información de seguimiento al Sistema de Gestión de SSO del Proyecto, incluyendo lo relacionado a Subcontratistas y proveedores. Deberá describir y evidenciar las actividades de SSO realizadas en el Sitio de Trabajo durante el periodo, reporte de incidentes y medidas aplicadas,



personal de SSO asignado, programación de actividades relacionadas, entre otras realizadas.

3.15 EN CUANTO A LINEAMIENTOS PARA LA GESTIÓN DEL PROYECTO

La tarea incluye, pero sin limitarse a, las siguientes obligaciones:

- Proporcionar los servicios de: supervisión, dirección, coordinación, gestión de la seguridad y salud ocupacional, gestión de los compromisos ambientales, control y gestión de calidad; para la ejecución de todos los trabajos del proyecto ejecutivo, y proporcionarlos conforme a las Especificaciones Técnicas y dentro del Plazo del Contrato.
- Supervisar y dirigir la forma en que los recursos humanos y equipos sean incorporados al Proyecto.
- Asegurar que todos los trabajos ejecutados se realicen de conformidad con los términos del Contrato y las Especificaciones Técnicas.
- Emitir las directrices e imponer las restricciones que puedan ser necesarias para que la ejecución del Proyecto cumpla con los términos exigidos por las Especificaciones Técnicas y el Contrato.
- Establecer sistemas de control de gerencia de proyecto, hacerles seguimiento y proveer, adicionalmente, los servicios de gerencia de proyecto que incluyan el control de la integración de todos los sistemas, para que cumplan con las Buenas Prácticas de Ingeniería y Construcción.

El Contratista debe administrar todos los componentes de la gestión del Proyecto en forma integral. Deberá considerar una guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, para cubrir todas las áreas de la gestión del Proyecto. El Contratista deberá tomar en cuenta, las cláusulas del Contrato y las Especificaciones Técnicas en forma íntegra.

Las gestiones que deben desarrollarse, al menos:

Gestión de la integración del Proyecto. Para cumplir con los objetivos del Proyecto se deben determinar las herramientas necesarias para gestionar la integración de todos los procesos y actividades del Proyecto; describir el modo en el que el Proyecto será ejecutado, monitoreado, controlado y concluido.

Gestión del alcance del Proyecto. Establecer con claridad, cómo verificar y controlar el



alcance del Proyecto. El Contratista deberá demostrar la total comprensión de los Trabajos para la ejecución del Proyecto.

Gestión del Programa del Proyecto. Presentar las gestiones para elaborar, reportar, controlar y monitorear el programa de ejecución.

Gestión de las comunicaciones del Proyecto. Establecer la estrategia para lograr una comunicación eficaz entre los siguientes actores:

- Al interior de la organización del Contratista.
- La Dependencia y su Representante.
- Subcontratistas, consultores, proveedores.
- Entidades públicas y privadas en diversas materias

Reuniones. El Contratista deberá incluir en el plan de Comunicaciones el listado de reuniones a realizar durante la ejecución del Proyecto, sus objetivos y mecanismos para facilitar la organización de los mismos teniendo en cuenta como mínimo los siguientes hitos:

- Inicio del Proyecto
- Inicio de diseño
- Inicio de trabajo en campo
- Plan de trabajo semanal
- Avance de trabajo semanal
- Avance de trabajo mensual

Las reuniones contractualmente establecidas deberán contar con la minuta de reuniones incluyendo los puntos relevantes tratados en la reunión, lista de participantes con sus firmas y confirmación de pendientes o acciones a tomar. La misma será elaborada por el Contratista y distribuida a los participantes para su confirmación de los contenidos en un periodo no mayor a 48 horas posterior al cierre de la reunión.

Informes. Para asegurar que se satisfagan las necesidades de información del Proyecto y de sus interesados, es necesario monitorear las comunicaciones y los entregables de las diferentes gestiones del Proyecto, que permitan controlar el seguimiento del Proyecto y gestionar las órdenes de cambio que puedan generarse. El Contratista deberá incluir en el Plan de Comunicaciones el listado de informes y documentaciones que se generarán a lo largo del Proyecto, indicando los contenidos, responsables de elaboración y revisión y periodicidad de entrega. Como referencia para el Contratista, los informes a ser elaborados, mínimo, son los siguientes:





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



- Informe mensual de avance trabajo
- Informe RAMS

Gestión documental. El Plan de Comunicaciones del Proyecto debe incluir la gestión de los documentos generados durante el Proyecto incluyendo sus contenidos mínimos, el momento de la entrega y formatos, sin limitarse a:

- Registro de Planos.
- Planos (de diseño conceptual, de diseño ejecutivo).
- Modelos (de diseño, coordinados y federados).
- Memorias de cálculo.
- Normas internacionales, códigos y estándares en las cuales el Contratista se basa para sus diseños.
- Registro de entregables.
- Informes u otros archivos.
- Correspondencia.
- Reporte de Programa de Ejecución.
- Registros y archivos de Reportes.
- Registros y archivos de Pruebas.
- Órdenes de cambios.
- Registro de control de calidad.
- Registro de seguridad e higiene industrial.
- Reporte diario de campo y sus actividades.
- Directorio del Proyecto.
- Fotografías y videos del Proyecto.
- Agenda y actas de reuniones con sus archivos.
- Cualquier otra información generada en el Proyecto.

Entorno de Datos Común. Como parte de los canales establecidos para la gestión de información y documentación, el Contratista deberá proponer una plataforma para la gestión de información del Proyecto el cual deberá ser aprobado por la Dependencia. El Contratista deberá proporcionar licencias al personal de la Dependencia y su Representante para acceder y usar la misma plataforma, estableciendo y asignando adecuadamente los diferentes perfiles de usuarios para cada especialidad del Proyecto (consulta, carga de información, autorización y rechazo de documentos, etc.). Este software deberá tener como mínimo las siguientes funcionalidades:





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



- Publicación de documentos
- Envío de notificaciones por correo sobre documentación disponible
- Búsquedas de documentos
- Seguimiento y control de versiones
- Aprobación y/o rechazo de documentos
- Codificación del nombre de archivo según proyecto, especialidad, consecutivo
- Gestión de BIM modelo Una vez finalizado el Proyecto, toda la información gestionada a través del software deberá quedar en una plataforma tecnológica que permita la consulta y manejo de información a la Entidad Contratante.

3.16 EN CUANTO AL MODELO BIM (MODELADO DE INFORMACIÓN DE LA EDIFICACIÓN)

Generales. El Contratista deberá realizar los trabajos de ingeniería desarrollando un modelo BIM del LOD y con las funcionalidades que se describen en el presente apartado.

Este numeral deberá ser incluido en el Contrato Principal y los subcontratos que contemplen participación en el desarrollo de modelos. Nada en este numeral deslinda al profesional de diseño de ninguna de sus obligaciones dentro de lo establecido en el presente documento, incluyendo su responsabilidad de cumplir con la normativa y códigos aplicables al diseño. Ningún contribuyente a los modelos puede requerir del diseñador diseños inconsistentes con estas obligaciones ni tampoco puede modificar la contribución de otro diseñador sin su expreso consentimiento.

Alcance y Objetivos. Se realizará el modelo virtual del viaducto, las edificaciones e instalaciones principales del proyecto. El alcance de los trabajos es correlativo a las etapas y fases del proyecto, desde anteproyecto hasta la entrega al operador final.

- El principal objetivo durante las fases de elaboración de ingenierías es la revisión del diseño y la coordinación de interfaces dentro de los entregables de los contratistas.
- Durante la fase constructiva es la supervisión de los trabajos en obra, a partir de modelos BIM, dando seguimiento con herramientas BIM Mobile.
- En la fase de operación y entrega al Operador final es realizar el As-Built de los Modelos, y preparar la información para la gestión de Activos.

BEP. El adjudicatario deberá elaborar un Plan de Ejecución BIM (BEP) que contemple a



Página 81 de 90

www.nl.gob.mx/metrorrey | Tel. 81 2033 5000

Av. José María Pino Suárez 1123 Norte, Colonia Centro, Monterrey, N.L., C.P. 64000

@MetrorreyOficial  @metrorreynlof1  @metrorrey.oficial 

todos los agentes del proyecto. El objetivo de este documento es establecer los estándares BIM a seguir en cada etapa del proyecto, especificando los alcances correspondientes a la fase a desarrollar.

La implantación de la Metodología BIM en el proyecto incluye procesos de trabajo asociados las diferentes edificaciones de obra puntual y lineal, proporcionando un ambiente colaborativo donde los objetivos y usos BIM estén alineados y especificados de acuerdo con el alcance de cada agente de diseño, construcción y operación.

Con el proyecto de licitación se deberá entregar un BEP preliminar que incluye los alcances ya descritos en el presente documento.

Una vez adjudicado el proyecto, el adjudicatario deberá desarrollar el BEP de licitación y definir el BEP definitivo. Este documento se revisará en cada Hito de proyecto adicionando información de ser necesidad del proyecto.

Usos BIM. El alcance comprendido para el uso de modelos será el siguiente:

- Diseño de alineamiento del Sistema de Movilidad.
- Diseño de viaducto
- Diseño de estaciones (arquitectura, estructura, sistemas especiales y auxiliares) y consulta durante la fase constructiva.
- Diseño de urbanismo alrededor de las estaciones y consulta durante la fase constructiva

En la Siguiete tabla se resumen los Usos BIM para el Proyecto. Cualquier cambio que se proponga en este alcance debe ser solicitado y aprobado previamente por la Dependencia.

Uso de BIM	Estaciones	Viaducto	Urbanismo alrededor de estaciones
Diseño basado en 3D	Alta	Alta	Alta
Visualización	Alta	Alta	Alta
Evitar colisiones (Clash Avoidance)	Alta	Alta	-
Programación 4D (3D+Tiempo)	Moderada	Moderada	Baja





Uso de BIM	Estaciones	Viaducto	Urbanismo alrededor de estaciones
Programación 5D (3D+Costo+Tiempo)	Alta	Moderada	Baja
Clasificación de datos	Alta	Alta	Baja
Gestión de datos por CDE (entorno de datos comunes)	Alta	Alta	Alta
Salud y Seguridad	Moderada	Moderada	Baja
Administración de Sitio	Alta	Alta	Baja
Administración de instalaciones	Baja	Baja	Baja
Fabricación digital	Baja	Baja	Baja
Simulación peatonal	Baja	-	Baja
Análisis de energía	Baja	Baja	Baja
Análisis de LCC y LCA	Baja	Baja	Baja
Análisis estructural	Baja	Baja	Baja
Análisis de iluminación	Baja	Baja	Baja
Integración BIM GIS	Moderada	Baja	Baja
Nube de puntos de condiciones existentes de sitio para implantación de nuevo diseño	Alta	Baja	Alta
Consulta de diseño durante la fase de construcción a través de Movil BIM (a definir en BEP)	Alta	Alta	Alta

Nivel de Desarrollo de la Información LOD y LOI. En el BEP y anexos, se debe ratificar el nivel de Desarrollo de modelo y nivel de Información implícita en los elementos dentro de modelos BIM.

El LOD y LOI permite especificar y estandarizar el contenido y claridad del Modelo BIM, las definiciones se establecen en el estándar Internacional LOD Specification, Versión actual, describiendo el LOD en cada una de las Fases constructivas. Se requiere de la especificación con una Matriz de esta información.

LOD General por Fases:





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



- El LOD en el Anteproyecto se define en LOD 200.
- El LOD en el Proyecto Ejecutivo se define en LOD 300 a 350.
- El LOD en seguimiento de obra y As-Built se define en LOD 400.
- El LOD en Operación se define como LOD 500.

LOI General

- El LOI en el Anteproyecto se define en Nivel 0.
- El LOI en el Proyecto Ejecutivo se define en Nivel 1.
- El LOI en seguimiento de obra y As-Built en Nivel 2.
- El LOI en Operación se define en Nivel 2.

Entregables. Los entregables requeridos para el Proyecto a partir de modelos BIM contemplan, pero sin limitarse a, los siguientes:

a) Informe inicial:

- BEP (Plan de ejecución BIM).
- Diseño técnico: BEP actualizado.
- Modelos de condiciones existentes o nubes de puntos de urbanismo alrededor de las estaciones.
- Modelos coordinados en formato nativo y abiertos Open BIM (LOD a definir en el BEP) de acuerdo con el cronograma escrito en el BEP.
- Reportes/informes de interferencia. Se entregarán en html con las especificaciones acordadas en el BEP, será entregado en las fechas acordadas en el calendario de trabajo
- Renders. Imágenes en formato .TIFF, JPG o PDF.
- Recorrido. El recorrido se entregará en formato .NWD o similar, y de video .AVI.

b) Publicaciones directas desde el software de autoría mediante el uso de plugins:

- Documentos y dibujos extraídos y publicados de los modelos y bajo control de versión estricto desde el entorno de datos comunes.
- Coordinación de diseños desde el entorno de datos comunes.

c) Revisiones y aprobaciones desde el entorno de datos comunes:

- Datos extraídos de modelos u otras fuentes, para todos los formatos de datos bajo estricto control de revisión.





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



- El traspaso final del entorno de datos comunes que incluirá todos los documentos “como construido” y la información de activos plenamente configurada y estructurada de acuerdo con los requerimientos.

d) Diseño de construcción:

- Modelos y planos coordinados, aprobados para construcción disponibles para consulta de diseño durante la fase de construcción a través de Móvil BIM.

e) Formatos:

- Plan de Ejecución BIM por cada agente del proyecto entregando archivos en formato .DOC y .PDF.
- Reportes/ informes de interferencia. Se entregarán en html, .XLS o. DOC con las especificaciones acordadas en el BEP.
- Modelos del Proyecto Ejecutivo y As-Built.
- Modelo 3D. Archivos en formato IFC y. RVT para modelos hechos en Autodesk Revit o similar y obra lineal en formato .XML y .DXF para modelos hechos en Ispol/Istram, CIVIL 3D o similar, a confirmar con la Entidad Contratante.
- Animaciones.
- Renders. Imágenes en formato .JPG, .Tiff o .PDF.
- Recorrido. El recorrido virtual se entrega en formato .NWD o similar, y de video .AVI.

Derechos de propiedad intelectual sobre los modelos.

- La Dependencia tendrá la propiedad intelectual sobre los modelos y licencias de uso de BIM.
- En adición a las licencias de propiedad intelectual, cada contribuidor del modelo garantizará a la Dependencia licencias limitadas y no exclusivas para reproducir, distribuir, mostrar y realizar trabajos derivados únicamente con el propósito de que se realicen y coordinen los diseños por parte del contratista, se puedan realizar las revisiones de los mismos por



parte de la Dependencia y se utilicen como herramienta para consulta de diseño en campo durante la fase de diseño técnico y la fase constructiva por los usuarios autorizados por parte del contratista y la Dependencia.

- Colaboración: ningún contribuidor del modelo posee derechos en un modelo fuera de su propia contribución al modelo o de un trabajo en conjunto en un modelo o elemento. A pesar de que cada contribuidor tiene derechos de propiedad intelectual sobre su trabajo, debe garantizar la licencia de uso de este, a otros contribuyentes y a la Dependencia.

3.17 EN CUANTO AL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA

El desarrollo de la ingeniería se deberá realizar con las condiciones descritas en este documento.

Con el objeto de tener un Proyecto Ejecutivo, el Licitante deberá presentar en su Oferta la metodología, programa y presupuesto que permita integrar los bloques principales en función de su nivel de desarrollo y detalle:

- Anteproyecto
- Proyecto Ejecutivo

El proyecto de ingeniería deberá desarrollarse bajo la modalidad de fast-track. Con el objeto de no retrasar los trabajos de obra una vez iniciada la construcción, se deberá traslapar el desarrollo de los diferentes procesos de la ingeniería y ejecutar tareas superpuestas, de manera que se puedan entregar las ingenierías por bloques (por tramos y especialidades), para su revisión y validación. Se deberán desarrollar en paralelo las ingenierías de los dos tramos de ampliación, es decir, tanto las de la Línea 4, como las de la Línea 6.

Anteproyecto. Aun cuando se pretende que las características de los tramos de las ampliaciones motivo de esta Licitación, sean iguales o muy parecidos a las de las Líneas 4 y 6 actualmente en construcción; las condiciones del entorno donde se alojarán, y las estrategias para realizar la construcción, generarán variantes a los diseños existentes. Por esta razón, previo al desarrollo del proyecto ejecutivo de las ampliaciones, el contratista deberá desarrollar los diseños preliminares que sean requeridos, en función de la información de referencia disponible en su momento, y una vez que sean aprobados estos anteproyectos, iniciar con la elaboración del proyecto ejecutivo. El anteproyecto deberá incluir, enunciativa más no limitativamente, lo siguiente:





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**

GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



- Trazado en planta, alzado y detalles principales para comprender las propuestas de solución.
- Procedimientos constructivos, viabilidad de éstos, adecuación a los programas de trabajo y posibles riesgos.
- Equipos y maquinaria por utilizar, que sean relevantes para la comprensión de las propuestas y el aseguramiento de su factibilidad.
- Detección de interfaces conflictivas, sus posibles afectaciones al Proyecto, y su posible mitigación.
- Instalaciones.

Los plazos para la redacción del anteproyecto serán determinados en el Programa de Ejecución presentado por el contratista, presentando por separado cada una de las ampliaciones, es decir Línea 4 y Línea 6, considerando la necesidad de realizar ambos proyectos ejecutivos, y por consecuencia sus anteproyectos, en paralelo.

Proyecto Ejecutivo. La redacción del Proyecto Ejecutivo podrá realizarse de acuerdo con las etapas en que se divide el Proyecto, en el orden del inicio de estas, o según la consecuencia establecida para la implantación de las diferentes unidades de obra y los diferentes sistemas, subsistemas y/o tecnologías (vía, señalización, energía, etc.). Se podrán desarrollar las diferentes fases de los trabajos en la medida en que dicho diseño y las interfaces que de él dependan con el resto de sistemas se encuentren debidamente definidas.

Los plazos para la redacción de los Proyectos serán los indicados en el Programa de Ejecución del Contratista, apegándose al plazo de ejecución establecido en este documento, para la prestación del servicio relacionado a la obra pública motivo de esta Licitación. Durante la ejecución de los trabajos se deberán mantener reuniones de coordinación con la Dependencia o su Representante y/o la Supervisión Externa y/o Certificador y evaluador ISA), con objeto de:

- Verificar el cumplimiento de los requisitos
- Indicar la resolución (parcial o total) de las interfaces que le competan
- Informar de los detalles técnicos del avance de la ingeniería
- Informar del estado de avance de acuerdo con el Programa de Ejecución

El contenido de la redacción contendrá el desarrollo de lo mencionado en el Anteproyecto y:

- Requisitos funcionales, operativos y técnicos para cada línea, que deberán





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO LEÓN



capturar todas las necesidades de Seguridad y Disponibilidad de las líneas. Se incluirá la lista de normatividad que deberá ser con el siguiente orden de prelación si hubiere normativa al respecto: 1) Locales, 2) mexicanas, 3) Internacional ISO/IEC y 4) Particular; de acuerdo con la normativa aplicable.

- Memorias descriptivas para cada una de las técnicas
- Memorias de cálculo para cada una de las técnicas
- Planos a escala adecuada
- Especificaciones técnicas de los materiales
- Condiciones de ejecución y de procesos constructivos
- Medios humanos y materiales por utilizar
- Plano de control de calidad
- Condiciones de aceptación, rechazo o sustitución de los elementos
- Medición
- Desglose por ítem de unidades funcionales.
- Matriz de verificación de requisitos (RVTM)
- Aseguramiento técnico interdisciplinar, asegurando que todas las interfaces se resuelven en fase de diseño
- Gestión de configuración y cambios producidos tanto en la especificación de requisitos como en el diseño de los subsistemas y equipos
- El estudio de Plan de Operación. Este documento partirá del estudio de demanda compartido por la Dependencia

Los documentos del proyecto ejecutivo generados por el Contratista, deberán ser sometidos al trámite de revisión y validación por parte de la Dependencia y/o su Representante, estando el Contratista obligado a proporcionar aclaraciones, correcciones y subsanaciones, y todos aquellos productos que deriven del proyecto ejecutivo (memorias, planos, modelos y hojas de cálculo, outputs, inputs, datos de salida y entrada del software). Todos los documentos sometidos a revisión se deberán entregar en su formato editable para facilitar y agilizar dicho trámite y poder concluir el proceso en los tiempos contemplados en el Programa de Ejecución.

Cabe destacar que la propiedad intelectual de dichos productos pasara a ser exclusiva de la entidad y/o dependencia que aplique.



3.18 EN CUANTO AL PLAN DE VERIFICACIÓN Y ACEPTACIÓN

El Contratista preparará y completará un Plan de Pruebas de Verificación y Aceptación que deberá incluir todos los métodos y procedimientos para verificar que las ingenierías y especificaciones del proyecto ejecutivo cumplen con: todas las normas, leyes y permisos aplicables; todos los rendimientos especificados; todos los parámetros RAMS requeridos; el contrato motivo de esta Licitación y sus correspondientes especificaciones, y; todos los requisitos funcionales del Sistema de movilidad del Proyecto global.

El Plan de Pruebas de Verificación y Aceptación deberá:

- Incluir una matriz de verificación que identifique todos los requisitos de diseño y rendimiento.
- Definir el método que se utilizará para realizar la verificación.

El Plan de Pruebas de Verificación y Aceptación incorporará específicamente un plan de pruebas para cada prueba tipo, para demostrar el cumplimiento de los requisitos pertinentes.

3.19 EN CUANTO A LOS ALCANCES ADICIONALES A CONSIDERAR EN LA OFERTA

1. La propuesta deberá considerar la habilitación y mantenimiento de una oficina de proyecto con espacio para el cliente (mínimo 15 personas) y las empresas de servicios asociadas al presente proyecto desde el inicio del contrato hasta el cierre del contrato. La oficina deberá suministrarse en habitabilidad y deberá incluir todo el equipamiento requerido para que el cliente y las empresas de servicios asociadas al presente proyecto puedan ejercer su actividad.
2. El ofertante deberá presentar la totalidad de la documentación asociada al presente contrato en idioma español.
3. Los planos, especificaciones, planes, manuales y toda la ingeniería deben estar en español y en SI (MKS).
4. Todo el personal clave de la oferta para la elaboración del proyecto ejecutivo deberá tener un dominio de idioma español de nivel C1 y estar desplazado permanentemente en Monterrey.





**SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO**
GOBIERNO DEL NUEVO NUEVO LEÓN



5. El licitante deberá conocer las condiciones ambientales del lugar, las normativas mexicanas de aplicación en el proyecto y la normativa ferroviaria, la normativa mexicana.

4. PLAZO DE EJECUCIÓN

De acuerdo con lo establecido en la Convocatoria, el plazo de ejecución de los trabajos es de 366 días naturales, del 10 de noviembre del 2023 al 09 de noviembre del 2024.

