

**CONVENIO DE COLABORACIÓN DE "ESTUDIOS Y APOYO TÉCNICO ESPECIALIZADO EN ASPECTOS ESTRUCTURALES, GEOTÉCNICOS Y DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO FERROVIARIO DE PASAJEROS MÉXICO-TOLUCA EN EL TRAMO DESIERTO DE LOS LEONES - ESTACIÓN TERMINAL OBSERVATORIO", QUE CELEBRAN POR UNA PARTE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, A QUIEN LO SUCESIVO SE LE DENOMINARÁ "LA UNAM", REPRESENTADA EN ESTE ACTO POR EL DOCTOR WILLIAM HENRY LEE ALARDÍN, EN SU CARÁCTER DE COORDINADOR DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, ASISTIDO POR EL DOCTOR LUIS AGUSTÍN ÁLVAREZ-ICAZA LONGORIA, EN SU CARÁCTER DE DIRECTOR DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA, Y POR LA OTRA, EL GOBIERNO FEDERAL, A TRAVÉS DE LA SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, POR CONDUCTO DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO FERROVIARIO Y MULTIMODAL, A QUIEN EN LO SUCESIVO SE LE DENOMINARÁ "LA SCT", REPRESENTADA EN ESTE ACTO POR EL INGENIERO GUILLERMO NEVÁREZ ELIZONDO EN SU CARÁCTER DE DIRECTOR GENERAL, Y QUE ACTUANDO DE MANERA CONJUNTA SE LES DENOMINARÁ COMO "LAS PARTES", DE CONFORMIDAD CON LAS SIGUIENTES DECLARACIONES Y CLÁUSULAS:**

**DECLARACIONES**

**I. DECLARA "LA UNAM" QUE:**

**1.1.** De conformidad con el artículo 1° de su Ley Orgánica, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1945, es una corporación pública, organismo descentralizado del Estado, dotada de plena capacidad jurídica y que tiene por fines impartir educación superior para formar profesionistas, investigadores, profesores universitarios y técnicos útiles a la sociedad; organizar y realizar investigaciones, principalmente acerca de las condiciones y problemas nacionales, y extender con la mayor amplitud posible los beneficios de la cultura.

**1.2.** La representación legal de esta Casa de Estudios, con fundamento en los artículos 9° de su Ley Orgánica y 30 primer párrafo de su Estatuto General, recae en su Rector, Doctor Enrique Luis Graue Wiechers, quien tiene, conforme a la fracción I del artículo 34 del propio Estatuto, facultades para delegarla.

**1.3.** El Doctor William Henry Lee Alardín, en su carácter de Coordinador de la Investigación Científica, nombramiento que le fue otorgado por el Rector el 7 de diciembre de 2015, está facultado para suscribir instrumentos consensuales, contando en su formalización con la asistencia del Director de la entidad o dependencia que participe en el cumplimiento de los compromisos asumidos, de conformidad con los puntos primero y segundo, numeral 3 del "Acuerdo que delega y distribuye competencias para la suscripción de convenios, contratos y demás instrumentos consensuales en que la Universidad sea parte", publicado en la Gaceta UNAM, el 5 de septiembre del 2011.

**1.4.** El Instituto de Ingeniería forma parte de la organización académico-administrativa de la Universidad Nacional Autónoma de México, de conformidad con el artículo 9° fracción XIV, del Estatuto General de la UNAM, cuyo Titular es el Doctor Luis Agustín Álvarez-Icaza Longoria, nombramiento que le fue otorgado por la Junta de Gobierno el 9 de febrero de 2016. El cual cuenta con la infraestructura y los recursos necesarios para dar cumplimiento a los trabajos objeto del presente instrumento, y por lo tanto, no requerirá celebrar otro contrato o convenio

**REVISADO**

	COORDINACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
	INSTITUTO DE INGENIERÍA
	UNIDAD DE GESTIÓN DE CONVENIOS Y CONTRATOS
	INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM

*[Handwritten signature]*

*[Large handwritten signature]*

*[Handwritten mark]*

*[Handwritten mark]*

*[Handwritten mark]*

*[Handwritten mark]*

con terceros para su cumplimiento, y en el caso de requerirlo, este no excederá del 49% (cuarenta y nueve por ciento) del importe total del presente instrumento.

I.5. Para la ejecución del objeto materia de este convenio, señala como domicilio el Edificio 1, Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, Código Postal 04510, Ciudad de México.

I.6. Para los efectos legales de este convenio señala como domicilio legal el ubicado en el 9° piso de la Torre de Rectoría, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, Código Postal 04510, Ciudad de México.

I.7. Se encuentra registrada ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público bajo el número UNA2907227Y5

**II. DECLARA "LA SCT" QUE:**

II.1. Es una dependencia de la Administración Pública Federal Centralizada, de conformidad con los artículos 1°, 2°, 9°, 14, 26 y 36 fracciones VII y VIII, de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

II.2. El ingeniero Guillermo Nevárez Elizondo, con el carácter ya indicado, cuenta con las facultades necesarias para suscribir el presente convenio de colaboración, conforme a lo dispuesto en los artículos 10, fracción VI y 23 del Reglamento Interior la Secretaría de la Comunicaciones y Transportes.

II.3. Su domicilio para los efectos del presente instrumento, es el ubicado en Calle Nueva York número 115, PH, Colonia Nápoles, Delegación Benito Juárez, C.P. 03810, Ciudad de México.

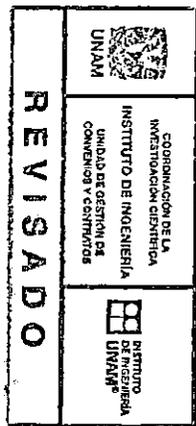
II.4. Se encuentra registrada ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público bajo el número SCT051121ML0.

**III. DECLARAN "LAS PARTES" QUE:**

III.1. Reconocen mutuamente la personalidad y facultades con las que se ostentan para la celebración del presente convenio.

III.2. Manifiestan libremente su voluntad en la celebración del presente instrumento jurídico sin que haya mediado error, dolo, mala fe o alguno vicio del consentimiento que pudiera invalidarlo, y están de acuerdo en someterse a lo dispuesto en los diversos ordenamientos encargados de regular los actos jurídicos de esta naturaleza.

Expuestas las declaraciones que anteceden, "LAS PARTES" convienen en asumir los derechos y obligaciones que les derivan por la celebración del presente convenio con sujeción a las siguientes:



## CLÁUSULAS

**PRIMERA.-** El objeto del presente convenio consiste en la realización de los "ESTUDIOS Y APOYO TÉCNICO ESPECIALIZADO EN ASPECTOS ESTRUCTURALES, GEOTÉCNICOS Y DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO FERROVIARIO DE PASAJEROS MÉXICO-TOLUCA EN EL TRAMO DESIERTO DE LOS LEONES - ESTACIÓN TERMINAL OBSERVATORIO", por parte de la "LA UNAM" a través del Instituto de Ingeniería, de conformidad con el Anexo Técnico el cual se agrega al presente instrumento, que forma parte integrante del mismo y que se tiene aquí por producido como si a la letra se insertare para todos los efectos legales a que haya lugar.

**SEGUNDA.-** Para el cumplimiento del objeto del presente convenio y de acuerdo a las necesidades de "LA SCT", "LA UNAM" a través del Instituto de Ingeniería, realizará las actividades que se enlistan a continuación y se describen en el Anexo Técnico del presente convenio:

### 4. ASPECTOS ESTRUCTURALES

#### 4.1 Alcances y Objetivos

##### Seguimiento y Asesoría Técnica.

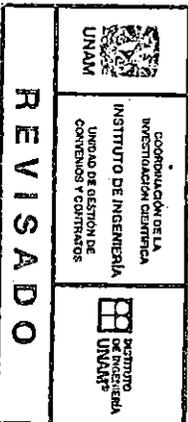
- Revisión conceptual de la información técnica, criterios de diseño, estudios y documentos de la obra.
- Recorridos semanales por la obra.
- Participación en reuniones técnicas.
- Revisión de las alternativas de estructuración de diferentes tramos de la superestructura, además de las estaciones Santa Fe y Observatorio. Si se detectan anomalías se solicitará una revisión más detallada.
- Elaboración de propuestas para corregir las posibles anomalías detectadas.
- Elaboración de recomendaciones de índole general.
- Elaboración de boletines informativos con los resultados de las revisiones.
- Revisión de especificaciones de materiales de construcción y de los procedimientos de control de calidad de los mismos.

##### Análisis Estructural del Viaducto Ferroviario.

- Desarrollar modelos matemáticos apropiados para simular la interacción entre carga axial y flexión biaxial de las columnas de un tramo elevado típico del proyecto ferroviario México-Toluca.
- Calibrar los modelos matemáticos con los datos experimentales de las pruebas de campo que se presentan a continuación.
- Estudiar en campo, mediante la instrumentación y monitoreo, el comportamiento estructural de diversos elementos y estructuras del viaducto elevado.
- Determinar la vulnerabilidad del viaducto elevado ante diferentes escenarios sísmicos característicos y probables de la zona donde serán construidas.

##### Instrumentación, Pruebas de Carga y Monitoreo.

- Vibración ambiental de 9 pilas de la subestructura.
- Pruebas bajo carga estática de 6 tramos de la superestructura.
- Pruebas de vibración ambiental de 6 tramos de la superestructura.
- Pruebas bajo carga dinámica de 6 tramos de la superestructura.



*[Handwritten signature]*

*[Large handwritten signature]*

*[Handwritten initials]*

*[Handwritten mark]*

## 5. ASPECTOS GEOTÉCNICOS

### 5.2 Actividades y Alcance

#### Seguimiento y Asesoría Técnica.

- Análisis de estabilidad de taludes sometidos a cortes.
- Revisión de los criterios para el diseño de cimentaciones.
- Análisis geotécnicos.
- Revisión de los criterios para la determinación de espectros de diseño.
  - Revisión de la información disponible.
  - Trabajos de campo.
  - Trabajos de laboratorio.
  - Evaluación de la seguridad desde la perspectiva de la ingeniería geotécnica.
  - Asentamientos del terreno.

## 6. ASPECTOS DE IMPACTO SOCIAL Y URBANO

### 6.2 Actividades y Alcance

#### Seguimiento y asesoría técnica.

- Revisión de la información disponible.
- Impacto social.
- Impacto económico.
- Impacto en la calidad de vida.
- Impacto en la seguridad estructural y geotécnica de los inmuebles vecinos,

**TERCERA.-** Para la ejecución de los trabajos que se describen en la Cláusula Segunda, objeto del presente convenio "LA SCT" se obliga a aportar a la "UNAM", la cantidad de \$88'650,000.00 (Ochenta y ocho millones seiscientos cincuenta mil pesos 00/100 M.N.), más el Impuesto al valor agregado correspondiente en la forma y términos que se señalan en la Cláusula siguiente.

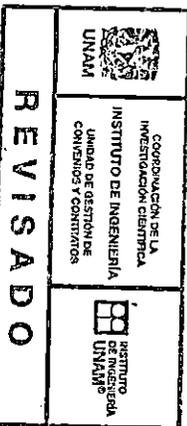
**CUARTA.-** "LA SCT", se compromete a entregar a la "LA UNAM" por conducto del Instituto de Ingeniería, la cantidad prevista en la Cláusula Tercera en 2 (dos) exhibiciones:

- EL 30% del importe total \$26'595,000.00 (Veintiséis millones quinientos noventa y cinco mil pesos 00/100 M.N.), más el impuesto al valor agregado a la firma del presente convenio.**
- El 70% del importe total \$62'055,000.00 (Sesenta y dos millones cincuenta y cinco mil pesos 00/100 M.N.), más el impuesto al valor agregado, a la terminación y entrega del informe final de los trabajos objeto del presente instrumento.

Dichos pagos le serán cubiertos a "LA UNAM" por "LA SCT" mediante depósito o transferencia interbancaria referenciada al convenio BBVA Bancomer CIE número 01323369 con "CLABE" 012 914 00201323369 0, a nombre de Universidad Nacional Autónoma de México.

**QUINTA.-** La vigencia del presente convenio será a partir del 1° (primero) de marzo de 2017 (dos mil diecisiete) al 29 (veintinueve) de marzo de 2019 (dos mil diecinueve).

**SEXTA.-** Para el cumplimiento del objeto del presente convenio de colaboración, "LA UNAM" a través del Instituto de Ingeniería se compromete a:



Handwritten signature/initials.

Large handwritten signature.

Handwritten initials.

Handwritten mark.

Handwritten mark.

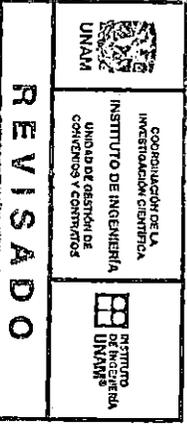
- a) Desarrollar los trabajos materia del presente convenio de colaboración, de conformidad con las características, especificaciones, programas, términos y condiciones que se estipulan en el **Anexo Técnico**, a que se alude en este convenio de colaboración.
- b) Requerir a "LA SCT" con la oportunidad debida la documentación e información que estime necesaria, para la realización de los trabajos;
- c) Emplear los mejores recursos materiales, técnicos y humanos para la realización de los trabajos;
- d) Administrar los recursos económicos otorgados por "LA SCT" y destinarlos exclusivamente para las actividades de las investigaciones que realice sobre los trabajos objeto del presente convenio de colaboración;
- e) Expedir a favor de "LA SCT" los comprobantes fiscales digitales correspondientes por el monto de los recursos otorgados;
- f) Presentar la evaluación sobre el desarrollo de las actividades realizadas; y
- g) Entregar a "LA SCT" al término de la vigencia del presente instrumento, un informe final sobre los resultados de los trabajos objeto de este convenio de colaboración, incluidos en el **Anexo Técnico**.

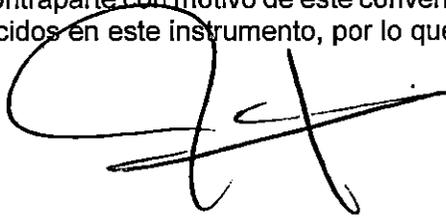
**SÉPTIMA.-** Para el cumplimiento del presente convenio de colaboración "LA SCT" se compromete a:

- a) Proporcionar completa, veraz y oportunamente los datos e información requerida por "LA UNAM" para la ejecución de los trabajos que se detallan en el Anexo Técnico;
- b) Gestionar con "LA UNAM" las facilidades de acceso a sus instalaciones, para la ejecución de los trabajos relacionados con el objeto del presente convenio;
- c) Dar facilidades en el campo a los asesores, ingenieros, técnicos o personal que envíe "LA UNAM" para la realización de los trabajos a que se alude en la Cláusula Primera de este convenio.
- d) En caso de que dichas facilidades no fueran proporcionadas directamente por "LA SCT" sino por un tercero, podrá solicitarlas "LA UNAM" directamente, previa autorización y por escrito de "LA SCT"; y

**OCTAVA.- "LAS PARTES"** aceptan que la propiedad intelectual derivada de los trabajos realizados con motivo de este convenio de colaboración, será de "LA SCT", por lo que la "LA UNAM" se obliga a entregarla en su totalidad, dando el debido reconocimiento moral a "LA UNAM" como corresponda, de conformidad con la legislación aplicable en la materia, por su participación en la elaboración de los trabajos. "LA UNAM" podrá utilizar la información o resultados que se deriven del presente instrumento en sus funciones académicas, previa autorización por escrito de "LA SCT".

"LAS PARTES" reconocen que son propietarias de cierta información que podrá ser utilizada en sus actividades para la ejecución del presente instrumento, dicha información es y seguirá siendo propiedad única y exclusiva de la parte a la que le pertenece, por lo que ningún derecho o interés sobre esta se le transfiere a la contraparte con motivo de este convenio, solo el derecho de usarla en la forma y términos establecidos en este instrumento, por lo que "LAS PARTES"








se obligan a no contravenir la titularidad de los derechos de la contraparte sobre dicha información.

Asimismo, convienen que tanto las publicaciones como las coproducciones y la difusión del objeto del presente convenio se realizarán de común acuerdo, estipulando que gozarán cada uno de los derechos que otorgan tanto las leyes en materia de derechos de autor y propiedad industrial en la República Mexicana, y en materia de propiedad intelectual en el extranjero.

**NOVENA.- "LAS PARTES"** convienen en que el personal aportado por cada una de ellas para el cumplimiento del presente convenio de colaboración, se entenderá relacionado exclusivamente con aquélla que lo empleó; por ende, la parte empleadora asumirá su responsabilidad por este concepto y en ningún caso la otra será considerada como patrón solidario o sustituto.

**DÉCIMA.- "LAS PARTES"** reconocen que con motivo de la suscripción del presente instrumento jurídico **"LA UNAM"** podrá tener acceso a "información confidencial" de **"LA SCT"** y por lo tanto, acuerdan que **"LA UNAM"** no revelará a terceros, por ningún medio, de igual manera se compromete a no usarla para ningún propósito distinto al cumplimiento del presente convenio, sin autorización previa y por escrito de **"LA SCT"**.

**"LA UNAM"** tiene y asume el deber de secreto y confidencialidad de toda la "información confidencial" de **"LA SCT"** a que tenga acceso, ya sea verbal, escrita, por medios electrónicos o magnéticos, discos ópticos, microfilmes, películas u otros instrumentos similares.

No se considera como "información confidencial", aquella información que:

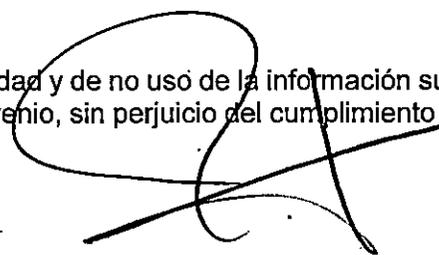
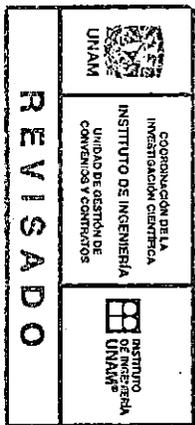
- a) Haya sido revelada a alguna de las partes independientemente por terceras personas.
- b) La información se convierta del dominio público.
- c) **"LA SCT"** haya otorgado su consentimiento para la divulgación de la información a **"LA UNAM"**.
- d) Deba ser divulgada por disposición legal o por autoridad competente (en el entendido que la información divulgada de ésta forma no se considerará públicamente conocida o en el dominio público). Para este caso **"LA UNAM"** se obliga a notificarle a **"LA SCT"** de dicho requerimiento de la autoridad, con por lo menos setenta y dos horas antes de dar a conocer la información solicitada.

Cualquier información proporcionada por **"LA SCT"** a **"LA UNAM"** seguirá siendo propiedad exclusiva de **"LA SCT"** y **"LA UNAM"** no tendrá ningún derecho de propiedad sobre la misma.

**"LA UNAM"** se hace responsable de no divulgar la información que le sea proporcionada, utilice o genere en relación a las acciones motivo del presente convenio. Asimismo se compromete a hacer del conocimiento de sus trabajadores, empleados o dependientes la obligación de mantener la confidencialidad de dicha información, manteniéndola en los mismos términos de discreción, por lo que no podrán divulgar a terceros la experiencia técnica, los conocimientos comerciales, los montos o características especiales de los procesos a los que pudieran llegar a tener acceso durante o con posterioridad al desarrollo y ejecución del objeto del presente instrumento.

A solicitud de **"LA SCT"**, **"LA UNAM"** regresará cualquier información que se le haya proporcionado, ya sea antes o después de la fecha del presente convenio, sin conservar copias de la misma.

Las disposiciones de confidencialidad y de no uso de la información subsistirán con posterioridad a la terminación del presente convenio, sin perjuicio del cumplimiento de las obligaciones que en



materia de información confidencial o reservada, establece la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública, la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública, el Reglamento de Transparencia y Acceso a la Información Pública de la Universidad Nacional Autónoma de México y las disposiciones aplicables de transparencia, acceso a la información pública y protección de datos personales.

**DÉCIMA PRIMERA.- "LAS PARTES"** convienen que para la coordinación de las actividades metería de este convenio de colaboración, nombran como responsables:

- a) Por **"LA SCT"** al Ingeniero Juan Manuel Anaya Medina, Director General Adjunto de Regulación Económica.
- b) Por **"LA UNAM"** al Doctor Efraín Ovando Shelley, Investigador Titular "A", como responsable de los trabajos geotécnicos y al Doctor Roberto Gómez Martínez Investigador Titular "A", como responsable de los trabajos de ingeniería estructural, ambos del Instituto de Ingeniería.

Estos responsables participarán en la planeación, ejecución y control de las acciones objeto del presente convenio, y se reunirán periódicamente.

Los responsables designados en los párrafos que anteceden, podrán ser sustituidos, previa notificación por escrito entre las **"LAS PARTES"** con 30 (treinta) días naturales de anticipación a la fecha en que se pretenda surta efectos la sustitución.

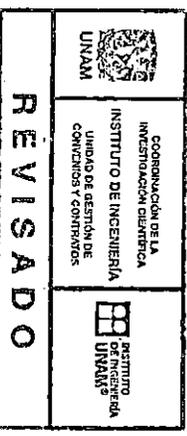
**DÉCIMA SEGUNDA.- "LA SCT"** autoriza a **"LA UNAM"** a subcontratar, conforme a la Legislación Universitaria aplicable, únicamente aquellas actividades o trabajos que por su propia naturaleza no puedan llevar a cabo para **"LA SCT"**, siempre y cuando **"LA UNAM"** lo comunique por escrito antes de iniciar las actividades subcontratadas.

**DÉCIMA TERCERA.- "LAS PARTES"** no tendrán responsabilidad civil por los daños y perjuicios que se causen como consecuencia de caso fortuito y fuerza mayor, particularmente por paro de labores académicas o administrativas en todo caso, tomarán las medidas que sean necesarias para salvaguardar, en lo posible, los intereses que pudieran resultar afectados por este motivo, comprometiéndose a dar aviso de inmediato a la contraparte, tan pronto como tenga noticia de que este hecho pudiera presentarse, en la inteligencia de que, una vez superados estos eventos, se reanudarán las actividades en la forma y términos que determinen **"LAS PARTES"**.

**DÉCIMA CUARTA.** Cualquiera de **"LAS PARTES"** podrá dar por terminado este convenio de colaboración con antelación a su vencimiento mediante aviso por escrito a la contraparte notificándolo con treinta (30) días naturales de anticipación, en este supuesto, asimismo tomarán las medidas necesarias para concluir las actividades iniciadas y evitar perjuicios, tanto para ellas, como para terceros, en cualquier caso. **"LA SCT"** cubrirá a **"LA UNAM"** la totalidad de los gastos y trabajos realizados hasta el momento de la terminación del presente instrumento.

**DÉCIMA QUINTA.** El presente convenio de colaboración podrá ser modificado o adicionado por voluntad de **"LAS PARTES"**, mediante convenios modificatorios, suscritos por quienes cuenten con facultades legales para ello; las modificaciones o adiciones obligarán a los signatarios a partir de la fecha de su firma.

**DÉCIMA SEXTA.** Este convenio de colaboración es producto de la buena fe, en razón de lo cual los conflictos que llegaran a presentarse en cuanto a la interpretación, formalización y cumplimiento, serán resueltos por los responsables a que se refiere la Cláusula Décima Primera de este convenio de colaboración.



*[Handwritten signature]*

*[Large handwritten signature]*

*[Handwritten mark]*

*[Handwritten mark]*

*[Handwritten mark]*

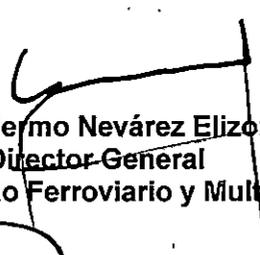
*[Handwritten mark]*

**DÉCIMA SÉPTIMA.** "LAS PARTES" se someten expresamente a la jurisdicción de los Tribunales Federales competentes con sede en la Ciudad de México, renunciando desde ahora a algún otro fuero de su actual o futuro domicilio, por alguna circunstancia que pudiera corresponderles, en relación con cualquier controversia que pudiera surgir o se relacione con el presente convenio de colaboración y su **Anexo Técnico**.

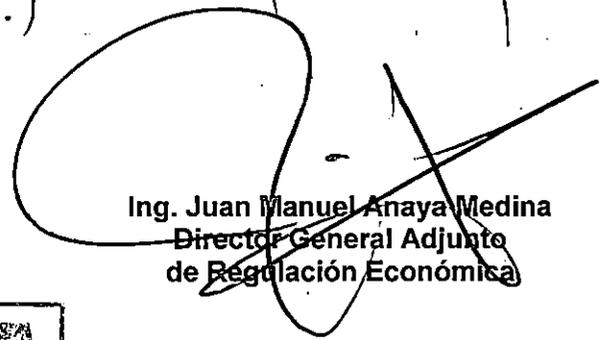
Leído que fue el presente instrumento por "LAS PARTES" que en él intervienen, y conformes con su contenido y alcance legal, lo ratifican y firman en cuatro tantos, al margen y al calce, en la Ciudad de México, el primero de marzo del dos mil diecisiete.

Por "LA SCT"

Por "LA UNAM"

  
Ing. Guillermo Nevárez Elizondo  
Director General  
de Desarrollo Ferroviario y Multimodal

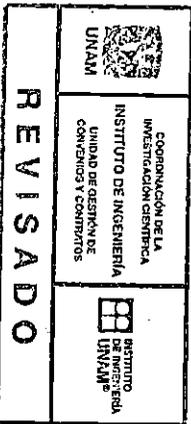
  
Dr. William Henry Lee Alardín  
Coordinador  
de la Investigación Científica

  
Ing. Juan Manuel Anaya Medina  
Director General Adjunto  
de Regulación Económica

  
Dr. Luis Álvarez Icaza Longoria  
Director  
de Instituto de Ingeniería

  
Dr. Efraín Ovando Shelley  
Investigador Titular "A"  
del Instituto de Ingeniería

  
Dr. Roberto Gómez Martínez  
Investigador Titular "A"  
del Instituto de Ingeniería







**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**

COORDINACIONES DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL,  
INGENIERÍA GEOTÉCNICA E IMPACTO AMBIENTAL

**TREN INTERURBANO DE PASAJEROS MÉXICO- TOLUCA.  
“ESTUDIOS Y APOYO TÉCNICO ESPECIALIZADO EN ASPECTOS  
ESTRUCTURALES, GEOTÉCNICOS Y DE IMPACTO AMBIENTAL DEL  
PROYECTO FERROVIARIO DE PASAJEROS MÉXICO-TOLUCA EN EL  
TRAMO DESIERTO DE LOS LEONES -ESTACIÓN TERMINAL  
OBSERVATORIO”**

**“ANEXO TÉCNICO”**

2017

<b>REVISADO</b>	 UNAM
	COORDINACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA INSTITUTO DE INGENIERÍA UNIDAD DE GESTIÓN DE CONTRATOS Y CONTRATOS
	 INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM

## 1. INTRODUCCIÓN

El aumento creciente de la población en el Valle de México obliga a integrar las poblaciones vecinas con más y mejores vías de comunicación, ya sea para transporte privado o transporte público. En algún momento se crearán las megalópolis. El tema de esta propuesta está relacionado con este fenómeno poblacional, ya que se construirá una vía ferroviaria que permitirá el acceso de miles de personas de la Ciudad de Toluca a la Ciudad de México y viceversa.

Por lo anterior, la Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México solicitó al Instituto de Ingeniería de la UNAM (IIUNAM) asesoría en diversos campos de la ingeniería a fin de llevar a cabo la construcción del proyecto ferroviario México-Toluca (TIMT) en el Tramo 3 el cual será un viaducto elevado que irá del Desierto de los Leones a la estación Observatorio del Metro, Línea 1. En este documento se presenta una propuesta técnica y económica en lo que se refiere a los temas de **Ingeniería Estructural, Ingeniería Geotécnica e Impacto Económico y Social.**

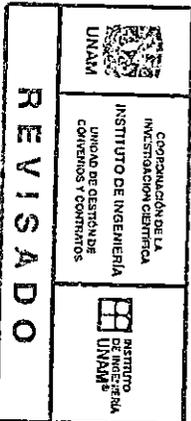
La participación del **IIUNAM** se orientará a revisar las soluciones estructurales elegidas en función de las solicitudes, las características del suelo en el que se desplantarán los diferentes tipos de estructuras, y el entorno humano y habitacional del tramo ferroviario. Desierto de los Leones a la estación Observatorio del Metro, Línea 1, con una longitud total de 16.6 km. Cabe señalar que a lo largo del tramo mencionado se encontrarán condiciones estratigráficas muy cambiantes y contrastantes. Adicionalmente, es conveniente tener presente que en una porción muy significativa del tramo, los suelos presentan propiedades variables para la ejecución de esta obra y como consecuencia de ello, las condiciones de respuesta sísmica de sitio también varían a lo largo de este trayecto.

Asimismo, se revisarán las soluciones de cimentación en función de las solicitudes estructurales y de los resultados de las campañas de exploración geotécnica y los resultados de los estudios de campo y laboratorio efectuados para determinar las condiciones estratigráficas y las propiedades del subsuelo a lo largo del eje del tren.

Simultáneamente, se revisará el impacto de la obra en las construcciones aledañas al trazo de la línea del tren así como en las personas que las habitan. Este tema incluye aspectos de vibraciones, ruido, problemas sociales, percepción visual, contaminación e incomodidades durante la construcción del TIMT. También se evaluará el impacto de la obra en el desarrollo urbano e inmobiliario de la zona.

Con base en dichas revisiones se llevarán a cabo estudios con el fin de:

- Evaluar las condiciones de seguridad de la obra en el tramo estudiado, tanto desde el punto de vista estructural como desde la perspectiva de la geotecnia.
- Evaluar el impacto de la construcción del tren en la calidad de vida de quienes habitan las zonas aledañas al eje del proyecto.



*Guerrero*

*[Handwritten signature]*

- Evaluar el impacto económico de la construcción del tren en los inmuebles ubicados a lo largo de su eje y en la vecindad de las estaciones de Santa Fe y Observatorio así como en el desarrollo urbano de la zona.

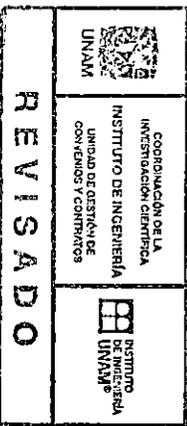
## 2. ANTECEDENTES

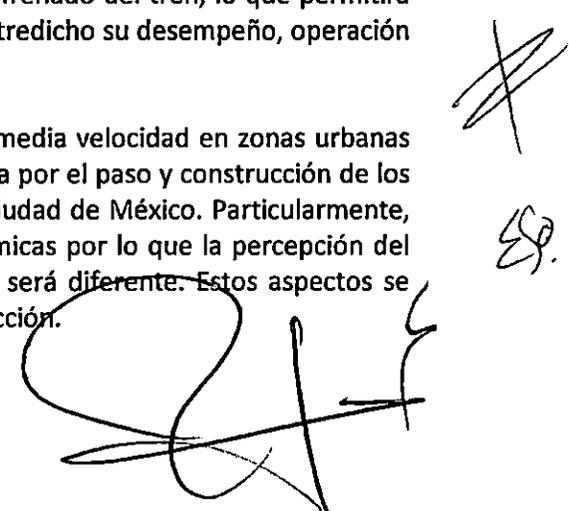
El IUNAM ha participado recientemente en la revisión de los criterios de diseño sísmico del Proyecto Ferroviario México-Toluca en el tramo ferroviario elevado de 36.1 km de longitud de Zinacatepec a La Marquesa. Esto, debido a que a lo largo de su trazo por las delegaciones de Cuajimalpa y Álvaro Obregón se identifican dos zonas sísmicas (en función del tipo de suelo) que reconoce el Reglamento de Construcciones vigente para la Ciudad de México. Adicionalmente, es conveniente tener presente que en una porción muy significativa de la línea, los suelos presentan propiedades muy variables lo cual implica conocer las condiciones del subsuelo así como los efectos de esta variabilidad en el diseño y construcción de las cimentaciones.

En lo particular, en el caso del viaducto elevado del proyecto ferroviario del tramo Desierto de Los Leones-Estación terminal Observatorio de la Línea 1 del Metro, resulta pertinente revisar el comportamiento estructural, incluida la cimentación. Se tiene conocimiento que se consideró conveniente recurrir en su mayoría a un mismo tipo de cimentación (profunda a base de pilas coladas en el sitio), subestructura a base de columnas prefabricadas, y diferentes tipos de superestructura.

Por otro lado, para revisar los criterios actuales de diseño utilizados en el viaducto elevado en cuestión, es necesario desarrollar modelos matemáticos representativos y, mediante el análisis de su respuesta estructural, evaluar la congruencia con el comportamiento estructural medido experimentalmente. Para ello, es recomendable conocer la evolución de sus propiedades dinámicas durante su construcción y evaluar los cambios que se pudieran experimentar debido a efectos de la aplicación de cargas de construcción y cargas finales en la misma. Para lograrlo, es necesario, por un lado, definir la instrumentación (sensores) a colocar, establecer programas de monitoreo periódico que permitan conocer los niveles de deformación inducidos por las cargas de construcción, y por otro, realizar pruebas de mediciones de vibración ambiental y/o forzada que permitan identificar la cinemática de las pilas de la subestructura y estudiar la evolución de sus propiedades elásticas. De particular interés son las pruebas de frenado del tren, lo que permitirá tomar medidas preventivas ante una situación que ponga en entredicho su desempeño, operación y seguridad.

Otro aspecto importante en la construcción de trenes de alta/media velocidad en zonas urbanas es el impacto en los habitantes y en la naturaleza, que se genera por el paso y construcción de los mismos en zonas de alta densidad habitacional como lo es la ciudad de México. Particularmente, en el trazo del tramo 3 se tienen zonas de condiciones económicas por lo que la percepción del TIMT en el impacto social, económico y de desarrollo urbano será diferente. Estos aspectos se deben considerar para la toma de decisiones durante la construcción.





A partir de lo anterior, se presenta a continuación un esquema de asesoría técnica y seguimiento, acompañado de un estudio analítico del viaducto, además de una propuesta de instrumentación, monitoreo y pruebas de carga que permitirá inferir la condición estructural de los diversos elementos que conforman el proyecto ferroviario en el tramo mencionado. También se incluye un esquema de colaboración para evaluar los efectos del impacto ambiental.

### 3. ORGANIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS

La propuesta se divide en tres estudios que abarcan los respectivos campos disciplinarios involucrados en el problema: Ingeniería Geotécnica, Ingeniería Estructural e Impacto Social y Urbano. Las actividades de los tres estudios serán realizadas por grupos de investigadores de cada una de las áreas involucradas.

A continuación se presentan las tres propuestas mencionadas y al final se indica la duración y el costo de los trabajos que aquí se proponen.

### 4. ASPECTOS ESTRUCTURALES

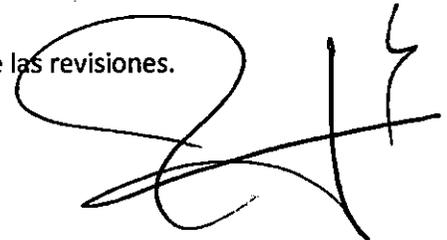
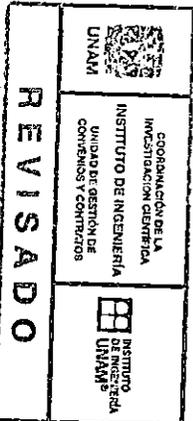
#### 4.1 Alcances y Objetivos

Con base en las necesidades del proyecto detectadas durante el recorrido y la revisión somera de los planos del proyecto, se contempla participar en los siguientes aspectos:

**Seguimiento y Asesoría Técnica.** Prestar asesoría técnica para los aspectos estructurales del diseño que desarrolla el Consorcio responsable del mismo y de su construcción, coadyuvando también con la Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal, dirección que tiene a su cargo la obra.

Se contemplan las actividades siguientes:

- Revisión conceptual de la información técnica, criterios de diseño, estudios y documentos de la obra.
- Recorridos semanales por la obra.
- Participación en reuniones técnicas.
- Revisión de las alternativas de estructuración de diferentes tramos de la superestructura, además de las estaciones Santa Fe y Observatorio. Si se detectan anomalías se solicitará una revisión más detallada.
- Elaboración de propuestas para corregir las posibles anomalías detectadas.
- Elaboración de recomendaciones de índole general.
- Elaboración de boletines informativos con los resultados de las revisiones.



- Revisión de especificaciones de materiales de construcción y de los procedimientos de control de calidad de los mismos.

**Análisis Estructural del Viaducto Ferroviario.** Se elaborarán los modelos matemáticos de seis tramos elevados seleccionados del viaducto ferroviario para poder determinar su respuesta estructural lineal y no lineal. Se consideran las siguientes actividades:

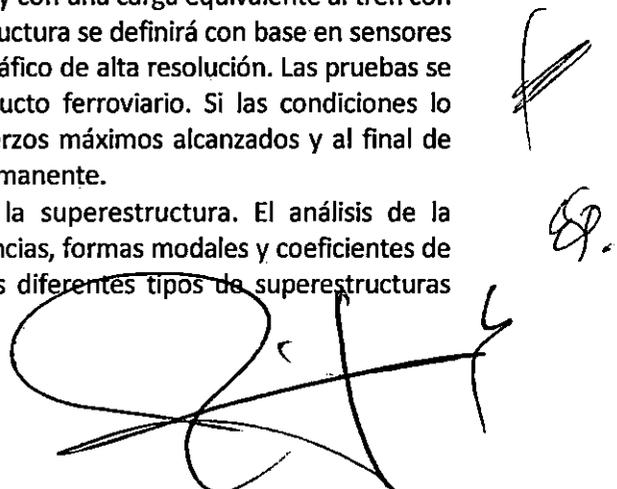
- Desarrollar modelos matemáticos apropiados para simular la interacción entre carga axial y flexión biaxial de las columnas de un tramo elevado típico del proyecto ferroviario México-Toluca.
- Calibrar los modelos matemáticos con los datos experimentales de las pruebas de campo que se presentan a continuación.
- Estudiar en campo, mediante la instrumentación y monitoreo, el comportamiento estructural de diversos elementos y estructuras del viaducto elevado.
- Determinar la vulnerabilidad del viaducto elevado ante diferentes escenarios sísmicos característicos y probables de la zona donde serán construidas.

**Instrumentación, Pruebas de Carga y Monitoreo.** Evaluar experimentalmente la respuesta de diferentes tramos del viaducto ante diferentes tipos de sollicitaciones estáticas y/o dinámicas. Con base en los resultados, se calibrarán los modelos matemáticos desarrollados, mismos que podrán utilizarse posteriormente en cualquier revisión del viaducto ferroviario. Se consideran los siguientes trabajos:

- Vibración ambiental de 9 pilas de la subestructura. Se identificarán las frecuencias, formas modales y coeficientes de correlación modal de vibrar más significativos de las diferentes pilas. Además, se identificará el comportamiento dinámico de las columnas de la subestructura y se revisará la evolución de sus propiedades elásticas durante el proceso constructivo.
- Pruebas bajo carga estática de 6 tramos de la superestructura. Se emplearán como cargas las producidas por un convoy ferroviario sin pasajeros y con una carga equivalente al tren con pasajeros. La configuración deformada de la superestructura se definirá con base en sensores previamente instalados y con ayuda de equipo topográfico de alta resolución. Las pruebas se realizarán previo al inicio del tránsito sobre el viaducto ferroviario. Si las condiciones lo permiten, durante las pruebas se registrará los esfuerzos máximos alcanzados y al final de cada prueba, se registrará la condición de esfuerzos remanente.
- Pruebas de vibración ambiental de 6 tramos de la superestructura. El análisis de la información registrada permitirá identificar las frecuencias, formas modales y coeficientes de correlación modal de vibrar más significativos de los diferentes tipos de superestructuras empleadas en la construcción del viaducto.

REVISADO

 UNAM
COOPERACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA INSTITUTO DE INGENIERÍA UNIDAD DE GESTIÓN DE CONVENIOS Y CONTRATOS
 INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM



- Pruebas bajo carga dinámica de 6 tramos de la superestructura. Para la vibración de la superestructura, durante las pruebas dinámicas, se requiere del tránsito del tren sobre los tramos seleccionados del viaducto a diferentes velocidades (mínimo a 90 y 160 km/h). Estas mismas pruebas se realizarán simulando el frenado súbito del tren.

Los objetivos generales de esta parte del estudio son revisar, analizar y evaluar los aspectos relacionados con la Ingeniería Estructural asociados con el análisis, diseño, construcción, instrumentación y monitoreo del proyecto ferroviario México-Toluca en el tramo elevado del Desierto de los Leones a la estación Observatorio del Metro, Línea 1, y en su caso, de ser necesario, sugerir las modificaciones que se consideren pertinentes.

#### 4.2 Personal participante

El personal que participará en el proyecto será:  
 Dr. José Alberto Escobar Sánchez, Investigador Titular  
 Dr. Roberto Gómez Martínez, Investigador Titular  
 Dr. Adrián Pozos Estrada, Investigador Asociado  
 Dr. Efraín Ovando Shelley, Investigador Titular  
 M. en I. Luis Martín Arenas García, Técnico  
 M. en I. Rigoberto Flores Mendoza, Técnico  
 M. en I. Víctor Cecilio Romoaldo, Técnico  
 Dr. Héctor Guerrero Bobadilla, Académico

Adicionalmente, participarán estudiantes de la UNAM.

### 5. ASPECTOS GEOTÉCNICOS

#### 5.1 Objetivos

Los objetivos generales de este proyecto son revisar, analizar y evaluar los aspectos relacionados con la Ingeniería Geotécnica asociados con el análisis, diseño, construcción, instrumentación y monitoreo del proyecto ferroviario México-Toluca en el tramo elevado del Desierto de los Leones a la estación Observatorio del Metro, Línea 1, y en su caso, de ser necesario, sugerir las modificaciones que se consideren pertinentes.

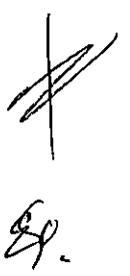
En este trabajo se tomarán en cuenta los estudios geotécnicos de campo, de laboratorio y de gabinete realizados previamente así como la información adicional que se solicite durante este proyecto. Los trabajos se llevarán a cabo en estrecha colaboración con los responsables de las áreas relativas a los aspectos estructurales del problema.

#### 5.2 Actividades y Alcance

Las actividades que se llevarán a cabo para cumplir con estos objetivos se detallan en lo que sigue:

**REVISADO**

	UNAM
	COORDINACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA INSTITUTO DE INGENIERÍA UNIDAD DE GESTIÓN DE CONVENIOS Y CONTRATOS
	DEPARTAMENTO UNAM


**Seguimiento y Asesoría Técnica.** Prestar asesoría técnica para los aspectos geotécnicos del diseño que desarrolla el Consorcio responsable del mismo y de su construcción, coadyuvando también con la Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal, dirección que tiene a su cargo la obra.

Las actividades que se llevarán a cabo para cumplir con estos objetivos se detallan en lo que sigue:

- **Seguimiento y Asesoría Técnica.** Prestar asesoría técnica para los aspectos de ingeniería geotécnica para el diseño que desarrolla el Consorcio responsable del mismo y de su construcción, coadyuvando también con la Dirección General de Obras Concesionadas, dirección que tiene a su cargo la obra. En particular se refiere a problemas específicos tales como:
  - Análisis de estabilidad de taludes sometidos a cortes. En esta actividad se revisarán los criterios de análisis y las soluciones propuestas.
  - Revisión de los criterios para el diseño de cimentaciones. Se revisarán estos criterios teniendo como referencia la normativa de la SCT y, especialmente, la del Reglamento de Construcciones vigente en la Ciudad de México.
  - Análisis geotécnicos. Se refiere a los estudios analíticos que se requieran, dependiendo de lo que resulte en las dos actividades anteriores.
  - Revisión de los criterios para la determinación de espectros de diseño. Se revisarán estos criterios teniendo como referencia las normas del Reglamento de Construcciones vigente en la Ciudad de México.

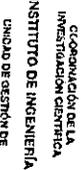
**Revisión de la información disponible.** Se refiere al análisis y revisión de los estudios geotécnicos previos de campo, laboratorio y gabinete. Forma parte de esta revisión el análisis de los datos topográficos disponibles, e información instrumental, de aparatos instalados en los sitios en estudio.

**Trabajos de campo.** Se refiere a la exploración geotécnica complementaria que se enfocará a verificar o precisar las características ingenieriles de los suelos del sitio. Esta actividad quedará a cargo de terceros, mismos que serán contratados por la SCT. El Instituto de Ingeniería solicitará los trabajos de campo que considere necesarios y trabajará en el análisis e interpretación de los resultados que se obtengan de ellos.

**Trabajos de laboratorio.** Las muestras obtenidas durante la exploración complementaria de campo, se enviarán al laboratorio de la empresa que sea contratada por la SCT, donde se someterán a ensayos, con los cuales se determinarán sus propiedades índice y mecánicas. El Instituto de Ingeniería definirá el programa de pruebas y supervisará el análisis e interpretación de resultados.

**Evaluación de la seguridad desde la perspectiva de la ingeniería geotécnica.** Se revisarán los procedimientos de diseño y los procedimientos constructivos de acuerdo con la normatividad

**REVISADO**

	UNAM
	DIRECCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA INSTITUTO DE INGENIERÍA UNIDAD DE CENTROS DE CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIAS
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA UNAM

*Handwritten signature*

*Handwritten signature*

*Handwritten signature*

*Handwritten signature*

vigente en la CDMX, esto con el fin de evaluar las condiciones de seguridad de la obra durante su construcción y durante su vida útil.

**Asentamientos del terreno.** Se definirán las magnitudes de posibles asentamientos en secciones seleccionadas a lo largo del eje del proyecto así como su evolución, para evaluar las afectaciones potenciales en las estructuras construidas a lo largo del eje del tren

Además de lo anterior, el Instituto de Ingeniería también participará, junto con los expertos en estructuras, en el análisis e interpretación de los trabajos que se tienen planeados para evaluar las condiciones de la cimentación de los viaductos, estaciones u otros edificios.

### 5.3 Personal participante

A continuación se enlistan las personas que participarán en los trabajos de Ingeniería Geotécnica aquí propuestos:

Dr. Efraín Ovando Shelley  
Dr. Eduardo Botero Jaramillo  
Dra. Alexandra Ossa  
Dr. Luis Osorio  
Ing. Verónica Giraldo Zapata  
Dr. Roberto Gómez Martínez  
Dr. José Alberto Escobar Sánchez

También participarán estudiantes y técnicos de la UNAM.

## 6. ASPECTOS DE IMPACTO SOCIAL Y URBANO

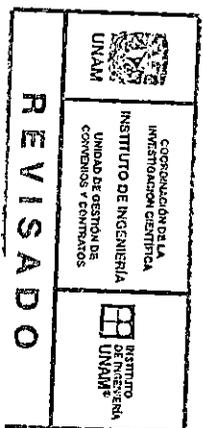
### 6.1 Objetivos

Los objetivos generales de este proyecto son revisar, analizar y evaluar los aspectos relacionados con el Impacto Social y urbano a la construcción del proyecto ferroviario México-Toluca en el tramo elevado del Desierto de los Leones a la estación Observatorio del Metro, Línea 1, y en su caso, de ser necesario, sugerir las modificaciones que se consideren pertinentes.

En este trabajo se tomarán en cuenta los estudios estructurales y geotécnicos realizados previamente, así como la información catastral, habitacional, comercial y de tránsito vehicular y peatonal que se solicite durante este proyecto. Los trabajos se llevarán a cabo en estrecha colaboración con los responsables de las áreas relativas a los aspectos estructurales y geotécnicos del TIMT.

### 6.2 Actividades y Alcance

Las actividades que se llevarán a cabo para cumplir con estos objetivos se detallan en lo que sigue:



**Seguimiento y asesoría técnica.** Prestar asesoría técnica para una auscultación del impacto del proyecto en su entorno y que incluya aspectos sociales y económicos, coadyuvando también con la Dirección General de Transporte Ferroviario y Modal, que tiene a su cargo la obra. Se consideran las siguientes actividades:

**Revisión de la información disponible.** Se refiere al análisis y revisión del estado físico de las construcciones, zonas habitacionales y de recreo por las que pasará el trazo del tramo 3 del TIMT.

**Impacto social.** Se refiere a las actividades necesarias para evaluar el impacto social y el nivel de perturbación del hábitat de las comunidades aledañas al trazo del TIMT. También se evaluará la percepción de los habitantes sobre la construcción del mismo. El Instituto de Ingeniería realizará los trabajos de campo necesarios y propondrá las acciones requeridas para contrarrestar la degradación de la imagen pública y del impacto ambiental.

**Impacto económico.** Se refiere a las actividades necesarias para evaluar el impacto económico en el valor de las construcciones existentes y en las actividades cotidianas, tanto comerciales como de diversión y transporte de los habitantes de las colonias aledañas al trazo del TIMT. El IUNAM realizará los trabajos de campo pertinentes y evaluará las consecuencias económicas producidas por la construcción del TIMT.

**Impacto en la calidad de vida.** Se evaluarán las molestias e incomodidades causadas por el ruido, las vibraciones, la contaminación y el impacto visual del paso del tren. Lo mismo se realizará durante las diferentes etapas de construcción. El IUNAM definirá el tipo y programa de pruebas a realizar y supervisará el análisis e interpretación de resultados.

**Impacto en la seguridad estructural y geotécnica de los inmuebles vecinos.** Se revisarán los efectos de los procedimientos constructivos del viaducto elevado en las estructuras existentes a lo largo del trazo del viaducto elevado. Particularmente, se estudiarán los efectos potenciales de posibles asentamientos del terreno en las construcciones a lo largo del eje del proyecto, así como su evolución.

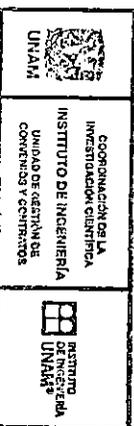
### 6.3 Personal participante

A continuación se enlistan las personas que participarán en los trabajos de impacto ambiental aquí propuestos:

- Experto en Urbanismo,
- Experto en evaluación de impacto económico
- Experto en Sociología
- Dr. Efraín Ovando Shelley
- Dr. Roberto Gómez Martínez
- Dr. José Alberto Escobar Sánchez
- M. en I. Víctor Cecilio Romoaldo
- Dr. Héctor Guerrero Bobadilla




**REVISADO**




También participarán estudiantes y técnicos de la UNAM.

## 7. DURACIÓN DE ACTIVIDADES Y COSTOS

La duración de estas actividades comprenden del 1° marzo de 2017 al 29 de marzo de 2019. El costo de la asesoría técnica es de **\$ 88'650,000 (ochenta y ocho millones seiscientos cincuenta mil pesos 00/100 MN)**, más el correspondiente impuesto al valor agregado IVA.

Este costo se desglosa según se indica a continuación:

**Aspectos estructurales:**

\$ 35'270,000.00 (treinta y cinco millones, doscientos setenta mil pesos 00/100)

**Aspectos sociales y urbanos:**

\$ 29'880,000.00 (veintinueve millones, ochocientos ochenta mil pesos 00/100).

**Aspectos geotécnicos**

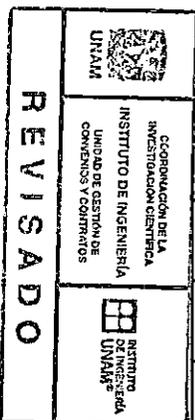
\$ 23'500,000.00 (veintitrés millones quinientos mil pesos 00/100).

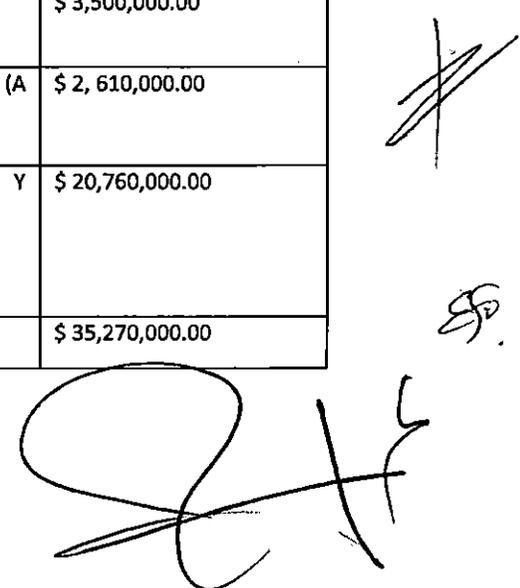
El desglose detallado de costos se indica en las siguientes tres tablas:

**Tabla 1 Costo de las actividades requeridas para cumplir con los objetivos del proyecto (aspectos estructurales)**

Actividad	Costo (pesos)
SEGUIMIENTO Y ASESORÍA TÉCNICA. (SE CONSIDERAN 24 MESES)	\$8,400,000.00
ESTUDIO ANALÍTICO DEL VIADUCTO FERROVIARIO. (SE CONSIDERAN 24 MESES)	\$ 3,500,000.00
INSTRUMENTACIÓN Y PRUEBAS DE VIBRACIÓN AMBIENTAL DE 9 PILAS (A REALIZAR EN 24 MESES).	\$ 2, 610,000.00
INSTRUMENTACIÓN Y PRUEBAS BAJO CARGA ESTÁTICA Y DINÁMICA, Y MONITOREO DE 6 TRAMOS SELECCIONADOS. (A REALIZAR EN 24 MESES).	\$ 20,760,000.00
<b>TOTAL (SIN IVA)</b>	<b>\$ 35,270,000.00</b>

**REVISADO**



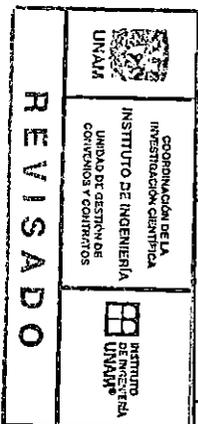


**Tabla 2 Costo de las actividades requeridas para cumplir con los objetivos del proyecto  
(Aspectos de impacto social y urbano)**

Actividad	Costo (pesos)
SEGUIMIENTO Y ASESORÍA TÉCNICA. (SE CONSIDERAN 24 MESES)	\$6,000,000.00
EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOCIAL. (SE CONSIDERAN 24 MESES)	\$ 5,760,000.00
EVALUACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO. (SE CONSIDERAN 24 MESES)	\$ 4,720,000.00
EVALUACIÓN DEL IMPACTO EN LA CALIDAD DE VIDA. (SE CONSIDERAN 24 MESES)	\$ 5,000,000.00
EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICA DE INMUEBLES VECINOS. (SE CONSIDERAN 24 MESES)	\$ 8,400,000.00
<b>TOTAL (SIN IVA)</b>	<b>\$29,880,000.00</b>

**Tabla 3 Costo de las actividades requeridas para cumplir con los objetivos del proyecto  
(aspectos geotécnicos)**

Actividad	Costo (pesos)
SEGUIMIENTO Y ASESORÍA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN (24 MESES)	7,000,000.00
<b>REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.</b> SE REFIERE AL ANÁLISIS Y REVISIÓN DE LOS ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PREVIOS DE CAMPO, LABORATORIO Y GABINETE. FORMA PARTE DE ESTA REVISIÓN EL ANÁLISIS DE LOS DATOS TOPOGRÁFICOS DISPONIBLES, E INFORMACIÓN INSTRUMENTAL, DE APARATOS INSTALADOS EN LOS SITIOS EN ESTUDIO	1,500,000.00
<b>ANÁLISIS DE ESTABILIDAD EN TALUDES SOMETIDOS A CORTES.</b> EN ESTA ACTIVIDAD SE REVISARÁN LOS CRITERIOS DE ANÁLISIS Y LAS SOLUCIONES PROPUESTAS.	2,500,000.00
<b>REVISIÓN DE LOS CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES.</b> SE REVISARÁN ESTOS CRITERIOS TENIENDO COMO REFERENCIA LA NORMATIVA DE LA SCT Y, ESPECIALMENTE, LA DEL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES VIGENTE EN LA CIUDAD DE MÉXICO.	3,000,000.00



<b>ANÁLISIS GEOTÉCNICOS.</b> SE REFIERE A LOS ESTUDIOS ANALÍTICOS QUE SE REQUIERAN, DEPENDIENDO DE LO QUE RESULTE EN LAS DOS ACTIVIDADES ANTERIORES	3,000,000.00
<b>REVISIÓN DEL LOS CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE ESPECTROS PARA DISEÑO SÍSMICO.</b> SE REVISARÁN TENIENDO COMO REFERENCIA LAS NORMAS DEL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES VIGENTE EN LA CIUDAD DE MÉXICO.	2,500,000.00
<b>INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA.</b> SE REFIERE AL DISEÑO DE SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN EN DOS CIMENTACIONES REPRESENTATIVAS DEL TRAMO ELEVADO ASÍ COMO A LA ADQUISICIÓN, COLOCACIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS RESPECTIVOS.	7,000,000.00
<b>TOTAL</b>	23,500,000.00



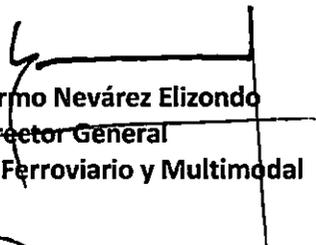
**REVISADO**

	COORDINACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
	INSTITUTO DE INGENIERÍA UNIDAD DE GESTIÓN DE CONTRATOS Y CONTRATOS
	INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM

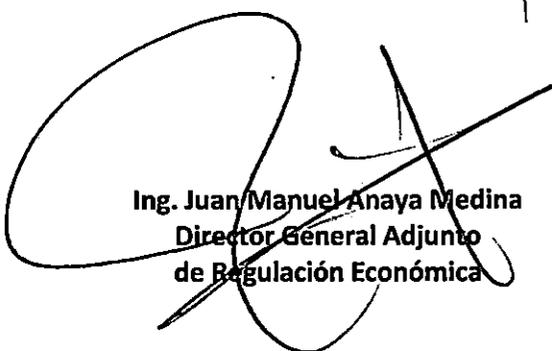


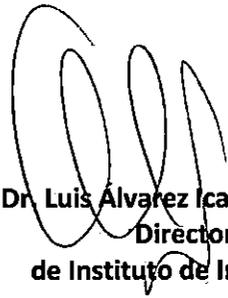

Por "LA SCT"

Por "LA UNAM"

  
Ing. Guillermo Nevárez Elizondo  
Director General  
de Desarrollo Ferroviario y Multimodal

  
Dr. William Henry Lee Alardín  
Coordinador  
de la Investigación Científica

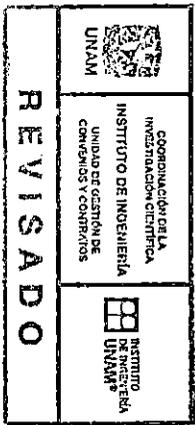
  
Ing. Juan Manuel Anaya Medina  
Director General Adjunto  
de Regulación Económica

  
Dr. Luis Álvarez Icaza Longoria  
Director  
de Instituto de Ingeniería

  
Dr. Efraín Ovando Shelley  
Investigador Titular "A"  
del Instituto de Ingeniería

  
Dr. Roberto Gómez Martínez  
Investigador Titular "A"  
del Instituto de Ingeniería

LA PRESENTE HOJA DE FIRMAS FORMA PARTE DEL CONVENIO DE COLABORACIÓN CELEBRADO EL PRIMERO DE MARZO DEL DOS MIL DIECISIETE, ENTRE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Y LA SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, POR CONDUCTO DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO FERROVIARIO Y MULTIMODAL, CON EL OBJETO DE REALIZAR LOS "ESTUDIOS Y APOYO TÉCNICO ESPECIALIZADO EN ASPECTOS ESTRUCTURALES, GEOTÉCNICOS Y DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO FERROVIARIO DE PASAJEROS MÉXICO-TOLUCA EN EL TRAMO DESIERTO DE LOS LEONES - ESTACIÓN TERMINAL OBSERVATORIO"



*Guerra B*