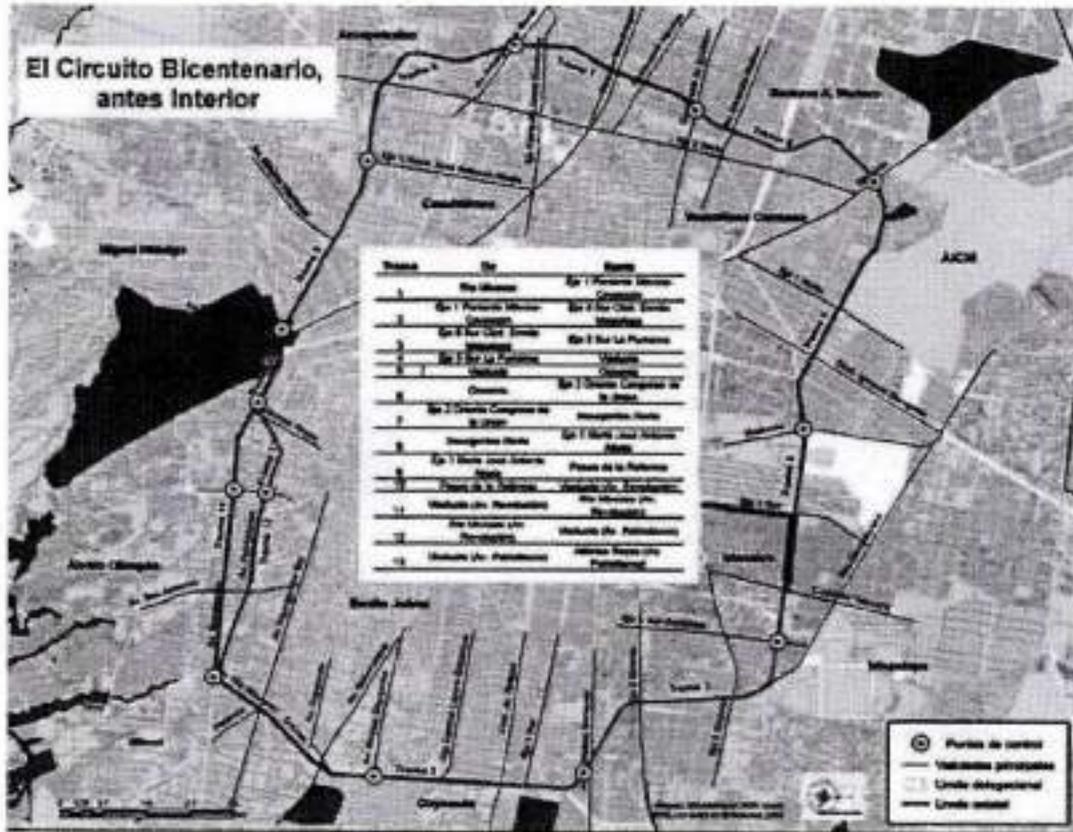


ESTUDIO DE RIESGOS PARA OPERADORA Y MANTENEDORA DEL CIRCUITO INTERIOR, S. A. DE C. V. POR LAS OBRAS DE MEJORAMIENTO URBANO Y MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL CIRCUITO INTERIOR DE LA CIUDAD DE MÉXICO.



ELABORADO POR: MURGUIA CONSULTORES, AGENTE DE SEGUROS Y DE FIANZAS, S. A. DE C. V.  
 DIVISION SEGUROS.  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA.  
 RESPONSABLE: GABRIEL A. GONZÁLEZ GARCÍA.  
 FECHA: 13 ENERO 2014

FIRMA RESPONSABLE



**Contenido**

- I. OBJETIVO.
- II. ANTECEDENTES.
- III. OBLIGATORIEDAD DE SEGUROS DE ACUERDO CON EL CONTRATO.
- IV. PRINCIPALES RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES Y PASOS DEPRIMIDOS.
- V. CARACTERISTICAS GEOGRÁFICAS DEL DISTRITO FEDERAL.
- VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS:

## INTENSIDAD.

1. RIESGOS DE LA NATURALEZA.
    - 1.1 RIESGOS GEOLÓGICOS.
      - A) RIESGO VOLCÁNICO.
      - B) RIESGO SÍSMICO.
      - C) RIESGOS POR FALLAS GEOLÓGICAS.
      - D) RIESGOS POR INESTABILIDAD DE LADERAS.
    - 1.2 RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS.
      - A) RIESGOS POR CICLONES TROPICALES (HURACANES).
      - B) RIESGO POR INUNDACIÓN.
      - C) RIESGO POR GRANIZADA.
      - D) RIESGO POR TORMENTAS ELÉCTRICAS.
      - E) RIESGO POR HELADAS.
      - F) RIESGOS POR SEQUIAS E INCENDIOS FORESTALES.
      - G) RIESGOS POR TORNADOS.
  2. RIESGOS ANTROPÓGENOS.
    - 2.1 RESPONSABILIDAD CIVIL.
    - 2.2 RESPONSABILIDAD CIVIL AMBIENTAL.
    - 2.3 RIESGO DE TERRORISMO.
  3. RIESGOS INHERENTES.
    - 3.1 INCENDIO.
    - 3.2 EXPLOSIÓN.
    - 3.3 ROBO, HUELGAS Y ALBOROTOS POPULARES.
  4. RIESGO FINANCIERO.
    - 4.1 RIESGOS A CONSIDERAR QUE NO PODRAN SER TRASLADADOS A UNA COBERTURA DE SEGUROS.
- VII. PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE (PML).
  - VIII. RECOMENDACIONES.
  - IX. CONCLUSIONES.
  - X. BIBLIOGRAFÍA.

## I. OBJETIVO.

---

Dar cumplimiento al anexo 14 requerimiento de seguros y la cláusula 15 seguros a contratar del contrato de prestación de servicios a largo plazo del PROYECTO DE MEJORAMIENTO URBANO Y MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL CIRCUITO INTERIOR DE LA CIUDAD DE MÉXICO, donde se solicita un estudio de riesgos, para realizar una identificación de los mismos que puedan afectar al proyecto durante su construcción y mantenimiento, así mismo calcular la pérdida máxima probable (PML), como apoyo en la determinación de los límites de cobertura y recomendará opciones de suma asegurada para el seguro de Responsabilidad Civil.

El estudio se encuentra con base a las características cualitativas actuales del proyecto, así como las características generales del entorno de su situación geográfica.

## II. ANTECEDENTES.

---

La prestación de servicio a largo plazo para el "Mejoramiento Urbano y Mantenimiento Integral del Circuito Interior de la Ciudad de México, incluye la Implementación de Soluciones y Adecuaciones Viales", consistente en un conjunto de elementos físicos (incluyendo la Infraestructura de Rehabilitación), materiales y tecnológicos necesarios, que el Proveedor se obliga a prestar a la Dependencia Contratante, en los términos del Contrato y el Anexo 2 ("Requerimientos Técnicos del Servicio"). Dentro de las actividades que, como parte del Servicio, deberá realizar el Proveedor se encuentran las siguientes:

- a) El Mejoramiento Urbano del Circuito Interior de la Ciudad de México que consiste en la Implementación de la solución vial puente Circuito Interior y Plutarco Elias Calles (av. Te), la solución vial puente Circuito Interior y Av. Tezontle, la adecuación vial en Circuito Interior y Av. Oriente 106, la solución vial Circuito Interior (Río Churubusco) y Calzada de Tlalpan, la solución vial deprimido Circuito Interior (Río Mixcoac) e Insurgentes y la solución vial puente Molinos (bajada a Revolución).
- b) El Mantenimiento Integral del Circuito Interior de la Ciudad de México que consiste, de manera enunciativa más no limitativa, en las actividades de mantenimiento del pavimento de concreto hidráulico, pavimento con concreto asfáltico, señalamiento, el barrido diario de vialidades, la recolección de basura, puentes vehiculares, infraestructura de drenaje, alumbrado público, áreas verdes, puentes peatonales, muros y deflectores, deprimidos, guarniciones y banquetas, sistema de riego, juego infantiles de uso urbano, estaciones de monitoreo de la Infraestructura Existente y mantenimiento a estaciones de monitoreo. Lo anterior, conforme a los alcances y mecanismos que se especifican en el Anexo 2 ("Requerimientos Técnicos del Servicio"); y

Sección 2.2. Servicio de "Mejoramiento Urbano y Mantenimiento Integral del Circuito Interior de la Ciudad de México, que incluye la Implementación de Soluciones y Adecuaciones Viales"

- (a) El Servicio que se obliga a prestar el Proveedor está basado en la integración de un conjunto de elementos físicos (incluyendo la Infraestructura de Rehabilitación), materiales y tecnológicos en funcionamiento para el "Mejoramiento Urbano y Mantenimiento Integral del Circuito Interior de la Ciudad de México, que incluye la Implementación de Soluciones y Adecuaciones Viales".
- (b) El Proveedor prestará el Servicio en los términos, condiciones y especificaciones, señalados en el Anexo 2 ("Requerimientos Técnicos del Servicio") del presente Contrato.
- (c) Contrato "PPS" a 145 meses para construcción y mantenimiento
- (d) Periodo de Construcción: Fase 1 5 meses.

Fase 2 21 meses

## DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS PRINCIPALES

### PROYECTO: DEPRIMIDO VEHICULAR INSURGENTES MIXCOAC.

El proyecto es una obra de infraestructura vial que consiste en la construcción de un paso vehicular inferior que dará continuidad al tránsito sobre la vialidad Circuito Interior, Río Mixcoac en ambos sentidos pasando por debajo de la Avenida Insurgentes.

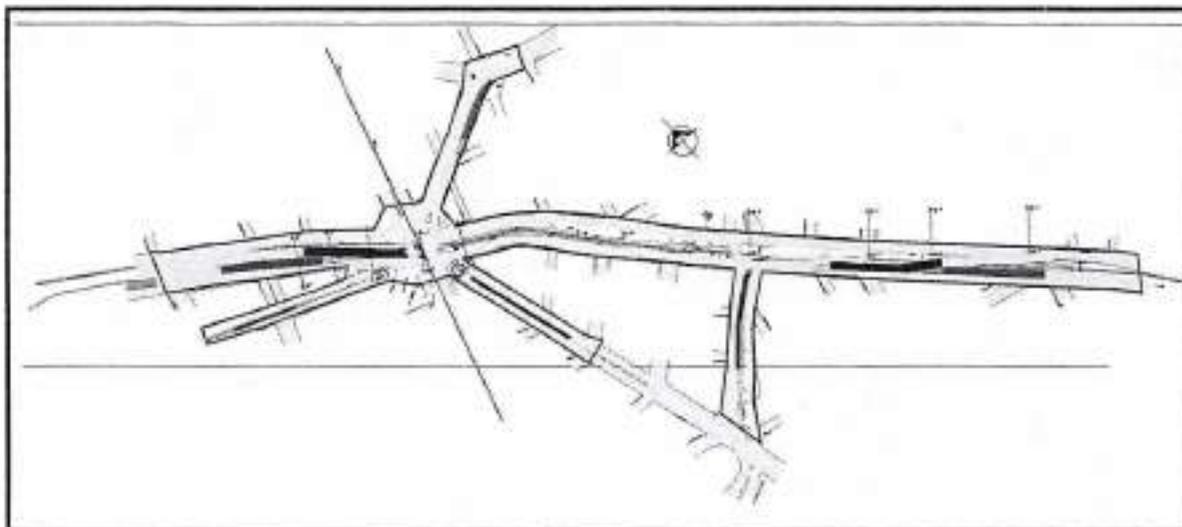
Este proyecto contará con dos proyectos asociados sobre la vialidad Circuito Interior que complementarán al primero; uno de ellos es el Distribuidor Vial Tlalpan Circuito Interior en el cruce con la calzada y el segundo es el Puente Molinos Revolución, a construirse en la confluencia de esta avenida con el Circuito Interior.

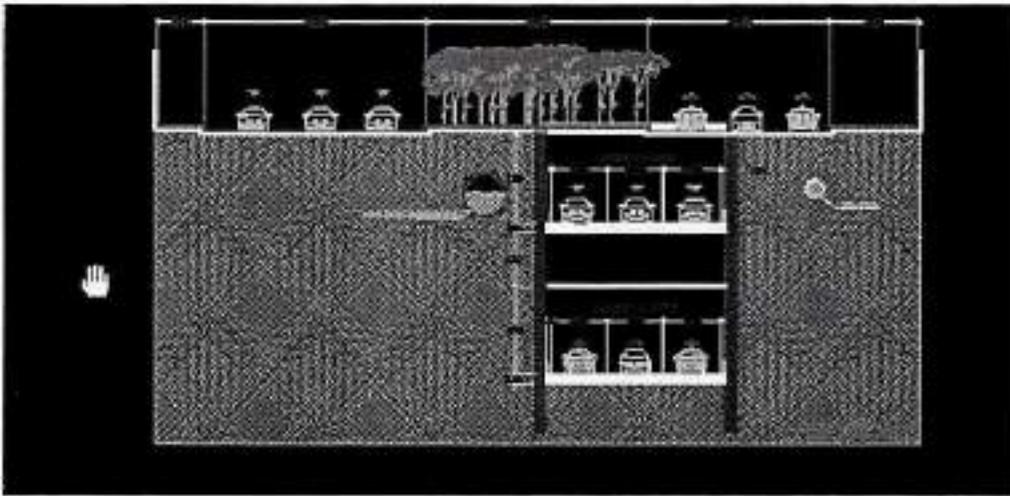
El Gobierno de la Ciudad de México elabora este proyecto que pretende agilizar la infraestructura vial a lo largo del Circuito Bicentenario y en especial en su cruce con la Av. Insurgentes Sur con la finalidad de atender los problemas viales que se generan en esta zona. La solución será mediante la construcción de un deprimido, el cual se localizará sobre el Circuito Bicentenario, en esta parte llamada Avenida Río Mixcoac, en el cruce con la Avenida Insurgentes Sur, entre la calle del Ángel y la calle Manzano de la Delegación Benito Juárez y en los límites de la Delegación Álvaro Obregón de la Ciudad de México; el principal objetivo de este proyecto es darle un flujo continuo en ambos sentidos de circulación en esta vialidad primaria en el cruce con la Av. Insurgentes Sur, puesto que actualmente esta arteria se interrumpe con la semaforización existente en su cruce a nivel con la Av. Insurgentes Sur. Esta obra permitirá descongestionar el flujo vehicular y con ello resolver los problemas de circulación que ocasionan molestias, pérdidas de horas-hombre y económicas a la población.

### CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

Debido a la presencia del colector Río Mixcoac cuyo trazo se localiza en el camellón central del Circuito Bicentenario (Río Mixcoac) y con la finalidad de no efectuar ningún desvío de esta infraestructura por el alto costo de este mismo, la solución que se propone es mediante un deprimido vehicular a doble nivel, con capacidad de tres carriles por nivel. El nivel N-1 será para el sentido de Oriente a Poniente y el nivel N-2 será para el sentido de Poniente a Oriente; dicho deprimido se alojará en el sentido poniente a oriente de los carriles actuales de la Av. Río Mixcoac; con esta propuesta daremos solución a las arterias aledañas a este cruce importante de Insurgentes Sur con Av. Río Mixcoac.

Las soluciones para distribuir adecuadamente el tránsito de este cruce en las diversas trayectorias se dará mediante dos incorporaciones y dos desincorporaciones subterráneas, como se detalla en seguida:



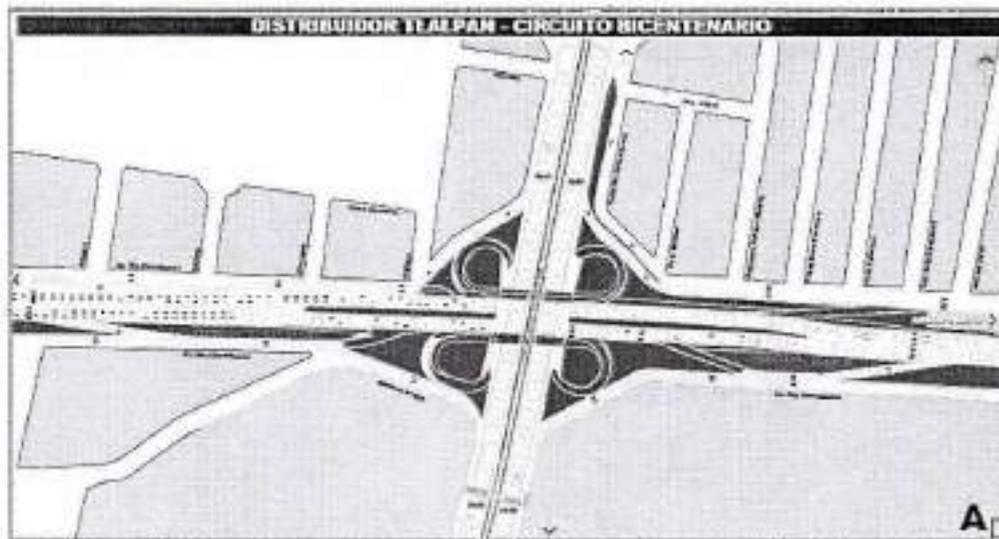


**Distribuidor Tlalpan Circuito Interior.**

Proyecto que consiste en la adecuación del distribuidor vial que existe en el cruce de las avenidas Circuito Interior y Calzada de Tlalpan, 4.3 km hacia el oriente del sitio de construcción del Deprimido, entre las colonias Portales, Ermita, San Diego Churubusco y Country Club en la delegación de Coyoacán.

Es previsible que con la realización de las obras del deprimido, al hacerse más ágil y fluida la circulación hacia y desde el oriente de la ciudad se incremente en alguna medida la demanda en este cruce, por lo que resulta necesaria su adecuación, rectificación y modernización.

Este proyecto contempla la construcción de dos carriles adicionales por cada sentido en el bajo puente, lo que hará necesaria la adecuación y rectificación geométrica de las 4 gazas de incorporación y desincorporación desde y hacia arroyos principales, así como de las vueltas de incorporación y desincorporación desde y hacia carriles laterales de estas importantes vialidades. Con esta obra se planea eliminar los conflictos viales generados en el Circuito Interior por la gran cantidad de vehículos que realizan cambios de dirección en ese cruce. Con la construcción de los carriles adicionales que serán confinados, se liberarán los tres carriles de cada sentido del Circuito Interior, como puede observarse en la imagen siguiente y se puede ver a detalle en el plano Distribuidor Tlalpan Circuito 12-10-12 en el anexo.



**CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.**

Actualmente el circuito bicentenario en su cruce con la Calzada de Tlalpan es de tres carriles por sentido vial y la solución actual está resuelta por un puente sobre el cual están alojadas las vialidades de la Calzada de Tlalpan así como la línea 2 del metro de la ciudad de México, la solución propuesta es construir dos carriles en el sentido oriente-poniente y otros dos carriles en el sentido poniente-oriente, adedios al puente existente; con ello se inducirá a los automovilistas que circulen por el circuito bicentenario y que pretendan incorporarse a la Calzada de Tlalpan, tomar su carril con anticipación. Asimismo los vehículos que circulen por la Calzada de Tlalpan y que pretendan incorporarse al circuito bicentenario deberán tomar este carril e incorporarse más adelante para no hacer el nudo vial en esta zona. Con esta obra será necesario ajustar las cuatro gazas existentes con la finalidad de hacer más fluida la circulación en ambas vialidades.

**PUENTE AV. PLUTARCO ELIAS CALLES. Y AV. TEZONTLE.****GENERALIDADES:**

El paso superior vehicular, es una estructura constituida por dos cuerpos formado cada uno por doce claros, que van de los 30 metros para los tramos isostáticos, de 25 metros para los tramos hiperestáticos tramo con gerber y de 40 metros para el claro principal que servirá para cruzar la vialidad constituido por dos apoyos gerber que vuelan 5 metros y un tramo suspendido de 30 metros, la superestructura tiene un ancho de calzada por cuerpo de 10.50 m y guarnición más acotamiento de 0.75 m por lado, para un ancho total de 12.00 m, aproximadamente.

De acuerdo a la ubicación del sitio en estudio, y de acuerdo a la mecánica de suelos nos lleva a poner estribos y pilas con una cimentación formada a base de cajones parcialmente compensados los cuales de acuerdo al R.D.F. tomaran toda la carga del apoyo, también se colocaran pilotes de fricción desplantados por lo menos a 30.0 m aproximadamente por debajo de la losa de fondo del cajón, los cuales servirán solo para controlar las deformaciones, la capacidad de carga del cajón y de los pilotes será la recomendada según el estudio de mecánica de suelos.

La estructuración considerada se define por claros simplemente apoyados en los tramos 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7, 7-8, 11-12 y 12-13, y los tramos 8-9 y 10-11 son hiperestáticos de 25 metros con volados de 5 m a partir del eje 9 y antes del eje 10 formando un apoyo tipo gerber, donde quedarán suspendidas las trabes del tramos 9-10. La superestructura está formada por una losa de concreto reforzado de 15 cm de espesor aproximadamente apoyada sobre 8 trabes aastho tipo iv modificadas de concreto pretensado, y diafragmas intermedios de concreto reforzado cuando menos 10 m en los tramos isostáticos, según normatividad, y diafragmas pos tensados en la zona de apoyos de los gerber.

La superestructura se apoyara sobre estribos tipo cargaderos y pilas intermedias de concreto reforzado, la infraestructura es de tipo cajón parcialmente compensado con pilotes de fricción pre colados de sección cuadrada.

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS:**

- ANCHO TOTAL 12.00m
- LONGITUD TOTAL 365.76 m. DOCE CLAROS
- ESVAJE NORMAL
- ALINEAMIENTO HORIZONTAL EN TANGENTE
- ALINEAMIENTO VERTICAL CURVA VERTICAL EN COLUMPIO

**ESTRUCTURACIÓN:****SUPERESTRUCTURA:**

Formada por una losa de concreto reforzado de 15 cm aproximadamente apoyada sobre ocho trabes aastho tipo iv modificadas pretensadas, con diafragmas extremos e intermedios de concreto reforzado en los tramos isostáticos y diafragmas pos tensados en las ménsulas de los apoyos gerber y del tramo suspendido.

El cálculo de los elementos mecánicos son los producidos por la carga viva que resulte más desfavorable de la comparación de los camiones hs-20, t3-s3 y t3-s2-r4 contra la del imt-66.5 de tipo virtual según norma n-pry-car-6-01-003-01 para claros de 30 m, así como el número de carriles para producir los máximos esfuerzos.

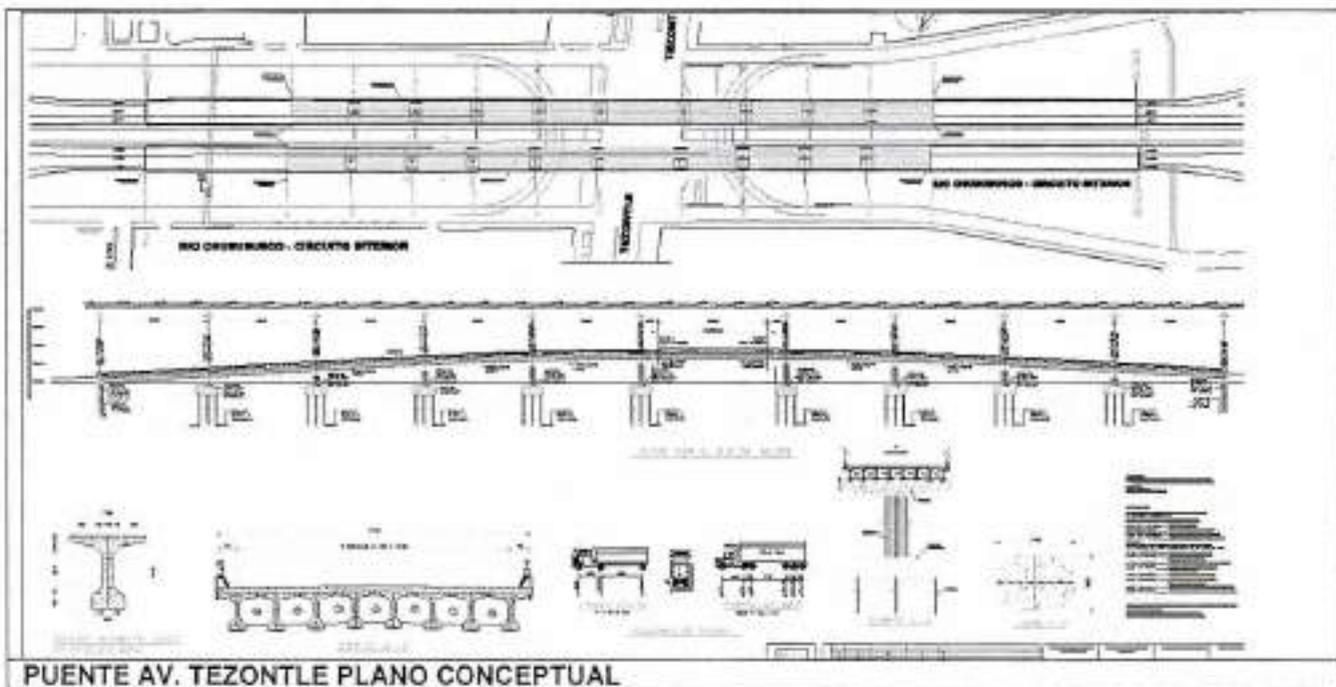
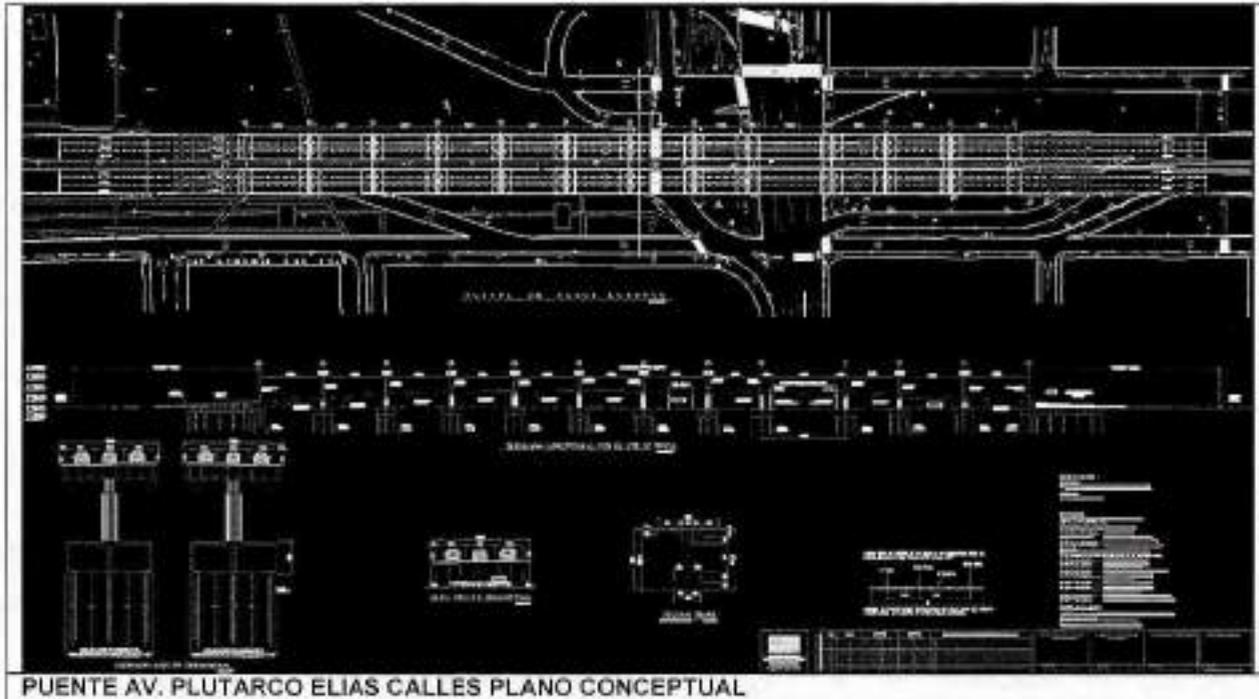
**SUBESTRUCTURA E INFRAESTRUCTURA:**

Formada por dos estribos extremos tipo cargaderos constituidos por una viga cabezal, muro respaldo (diafragma), bancos, topes sísmicos, muro tipo pantalla en los extremos, y una cimentación formada por un cajón de cimentación parcialmente compensado con pilotes pre colados de fricción de sección cuadrada que servirán para controlar las deformaciones, los apoyos centrales estarán formados por once pilas constituidas por una viga cabezal, topes y bancos apoyados sobre una columna de sección circular que se desplanta sobre un cajón de cimentación parcialmente compensado y pilotes pre colados de fricción de sección cuadrada para controlar las deformaciones, todo de concreto reforzado.



**ACCESOS:**

Los accesos estarán formados por cajones de cimentación con pilotes de fricción para controlar las deformaciones, sobre esta cajón es factible colocar los estribos de los ejes 1 y 13.  
 En los remates de los accesos tanto en la entrada como en la salida se colocaran losas de acceso de concreto reforzado. Se dejara un terraplén máximo de un metro.



Puente Vehicular Molinos Revolución.



## Localización

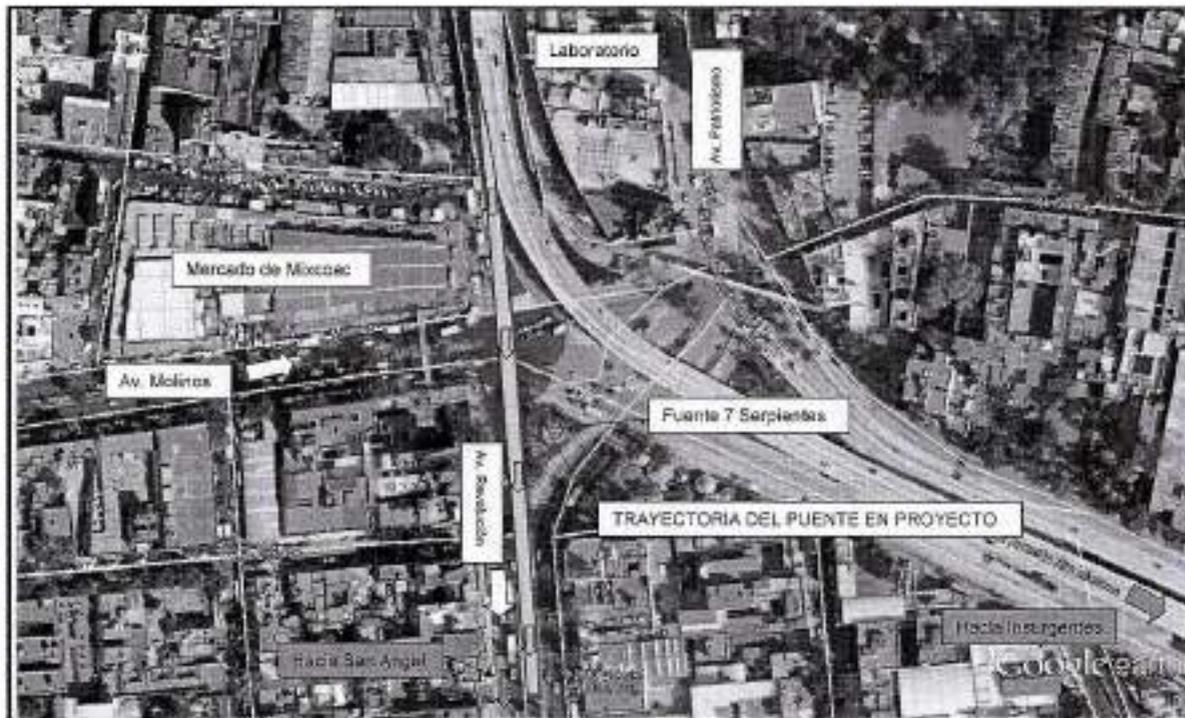
El Gobierno de la Ciudad de México elabora conjuntamente con el proyecto del Deprimido Vehicular Insurgentes Mixcoac, un proyecto complementario que pretende agilizar la infraestructura vial a lo largo del Circuito Bicentenario y en especial para darle un flujo continuo a la avenida Revolución en su cruce con la Avenida Molinos, cuya ubicación se localiza en la Delegación Benito Juárez, esta solución se dará mediante la construcción de un puente vehicular como se describe en seguida:

### Características del proyecto

Actualmente existe un puente sobre el circuito bicentenario que da continuidad a la circulación que va de la Avenida Revolución y que se dirige hacia la avenida Río Mixcoac, pero no hay una vialidad que dé un flujo continuo de los vehículos que circulen sobre la Avenida Revolución y que se dirijan hacia el sur, por lo que con este proyecto se pretende aprovechar parte de la estructura del puente actual y efectuar una derivación hacia el sur, con ello se evitarán tiempos perdidos del semáforo en el cruce de la Avenida Molinos.

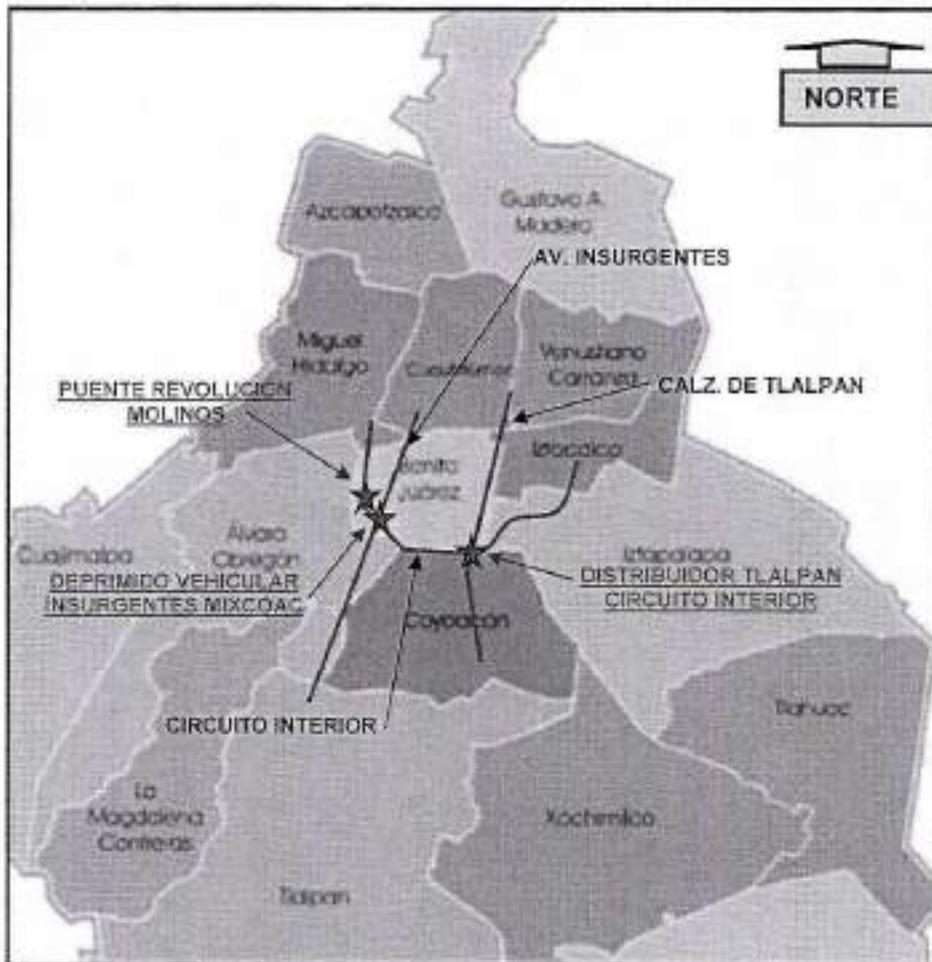
### Características geométricas

La longitud aproximada del puente es de 200.00 metros, estará formado por un cuerpo con las siguientes características: el ancho total del puente es de 7.00 m., se compone de dos carriles con un solo sentido de circulación que es de norte a sur, el perfil longitudinal tiene una pendiente máxima del 7.00 %, la altura máxima al centro del claro es de 9.70 m. y será una derivación del puente actual. Este puente está diseñado para una velocidad de 40 km/h. Su descenso será en el tramo comprendido entre las calles Los Echave y La Castañeda.



Ubicación del lugar en el que la obra o actividad se pretenda ejecutar, indicando la demarcación o demarcaciones territoriales y haciendo referencia a los ecosistemas existentes, colindancias y su condición al momento de realizar el estudio;

Localización del Proyecto Deprimido Vehicular Insurgentes - Circuito Interior, así como el Distribuidor Vial Tlalpan Circuito Interior y el Puente Molinos Revolución en el contexto del Distrito Federal.  
 El proyecto principal y sus asociados se construirán en la delegación Benito Juárez. El Distribuidor Tlalpan Circuito Interior se construirá en los límites con la delegación Coyoacán, y el Puente Molinos Revolución en los límites con la delegación Álvaro Obregón, como se puede observar en la figura siguiente.



Localización de los sitios de las obras del proyecto Deprimido Vehicular Insurgentes Mixcoac y proyectos asociados.

## OBLIGATORIEDAD DE SEGUROS DE ACUERDO CON EL CONTRATO.

De acuerdo con lo establecido en anexo catorce requerimientos de seguros y la cláusula 15 seguros del contrato de prestación de servicios.

### CLÁUSULA 15

#### Seguros

##### Sección 15.1 Seguros a contratar

- (a) El Proveedor deberá a su propia costa contratar y mantener vigentes las pólizas de seguro de acuerdo con los plazos, coberturas y sumas aseguradas que corresponda conforme a lo establecido en esta Cláusula y en el Anexo 14 ("Requerimientos de Seguros").
- (b) Las coberturas mínimas que deberán comprender los Seguros que deban ser contratados por el Proveedor para la prestación del Servicio son las siguientes:

- (i) Seguro contra todo tipo de riesgo que se mantendrá en vigor desde la fecha de suscripción del presente Contrato y hasta la Fecha de Inicio del Servicio Total".



(ii) Seguro de responsabilidad civil, que garantizará la reparación total de daños que se pudieran ocasionar a terceros en sus bienes o personas derivados de las actividades inherentes al servicio que realice el Proveedor, por el importe correspondiente al 100% (cien por ciento) del monto total del Pago Anual de Referencia correspondiente a cada ejercicio fiscal antes del impuesto al valor agregado durante toda la vigencia del Contrato.

## DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA EL MANTENIMIENTO O CONSERVACION DE LAS VIALIDADES DEL CIRCUITO INTERIOR DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

### 1. ANTECEDENTES

#### 1.1. Historia del Circuito Interior

El Circuito Interior se realizó a partir de las reformas urbanísticas emprendidas por el entonces regente de la ciudad, Ernesto P. Uruchurtu. La primera etapa de su construcción fue completada en 1961, cuando se terminó la construcción del primer Segmento de 18 kilómetros. En 1972 iniciaron las obras del Circuito Interior hacia el sur/poniente, lo que según informes de la época resolvió 50% de intersecciones conflictivas, apoyado por las radiales San Joaquín y Parque Vía, así como la construcción de los distribuidores Tacuba, Los Hongos y Chapultepec. En su parte oriente y poniente fue concluido en 1976. Gran parte de su trazo tomó el cauce de los ríos entubados Consulado y posteriormente Churubusco y La Piedad.

#### 1.2. Diferentes denominaciones del Circuito Interior

A lo largo de su recorrido, el Circuito Interior recibe diferentes denominaciones:

- a) Boulevard Puerto Aéreo.- Con esta denominación se conoce al Circuito Interior en el segmento que va de Norte 184 a Avenida Fray Servando Teresa De Mier.
- b) Avenida Río Consulado.- Con esta denominación se conoce al Circuito Interior en el segmento que va de Norte 184 a Insurgentes Norte.
- c) Paseo de las Jacarandas.- Con esta denominación se conoce al Circuito Interior en el segmento que va de Insurgentes Norte a Ricardo Flores Magón.
- d) Avenida Instituto Técnico Industrial.- Con esta denominación se conoce al Circuito Interior en el segmento que va de Ricardo Flores Magón a Ribera De San Cosme.
- e) Calzada Melchor Ocampo.- Con esta denominación se conoce al Circuito Interior en el segmento que va de Ribera De San Cosme a Paseo de la Reforma.
- f) Maestro José Vasconcelos.- Con esta denominación se conoce al Circuito Interior en el segmento que va de Paseo de la Reforma al Eje 4 Sur Benjamin Franklin.
- g) Avenida Revolución.- Con esta denominación se conoce al Circuito Interior en el segmento que va del Eje 4 Sur Benjamin Franklin a Molinos.
- h) Avenida Río Mixcoac.- Con esta denominación se conoce al Circuito Interior en el segmento que va de Molinos a Insurgentes Sur.
- i) Avenida Río Churubusco.- Con esta denominación se conoce al Circuito Interior en el segmento que va de Insurgentes Sur a Viaducto Río de la Piedad.
- j) Avenida Jesús Galindo y Villa.- Con esta denominación se conoce al Circuito Interior en el segmento que va de Viaducto Río De La Piedad al cruce con Avenida Fray Servando Teresa De Mier.

Todos estos segmentos, en su conjunto, constituyen la Infraestructura Existente.



## 2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACTIVIDADES

Mantenimiento de la Infraestructura Existente: se proporcionará a partir del ejercicio 2014, OPERADORA Y MANTENEDORA DEL CIRCUITO INTERIOR, S.A. DE C.V. deberá llevar a cabo el mantenimiento urbano de la Infraestructura Existente, conforme a las actividades descritas en los Alcances de Mantenimiento y las instrucciones que al efecto reciba por parte de la Dependencia Contratante, conforme a lo siguiente:

El Mantenimiento Integral del Circuito Interior de la Ciudad de México que consiste, en la sustitución, rehabilitación, conservación y adecuación de:

- Del pavimento de concreto hidráulico.
- Pavimento con concreto asfáltico.
- Señalamiento: vertical, horizontal, de protección.
- El barrido diario de vialidades.
- La recolección de basura.
- Puentes vehiculares.
- Infraestructura de drenaje.
- Alumbrado público.
- Áreas verdes: parques, plantas estacionales, plantas regulares.
- Puentes peatonales.
- Muros y deflectores.
- Deprimidos.
- Guarniciones y banquetas.
- Sistema de riego.
- Juegos infantiles de uso urbano.
- Estaciones de monitoreo de la Infraestructura Existente
- Mantenimiento a estaciones de monitoreo.

Lo anterior, conforme a los alcances y mecanismos que se especifican en detalle, en el Anexo 2 "Requerimientos Técnicos del Servicio" y anexo B.

### Cuadrantes.

Para la ejecución de los trabajos de Mantenimiento de la Infraestructura Existente, ésta se dividirá en los siguientes Cuadrantes:

| META | LIMITES                                | CARRILES    |
|------|--|-------------|
| A    | VIADUCTO-OCEANÍA                       | CENTRALES   |
| B    | OCEANÍA-CONGRESO DE LA UNIÓN           | CENTRALES   |
| C    | CONGRESO DE LA UNIÓN-INSURGENTES NORTE | CENTRALES   |
| D    | INSURGENTES NORTE-EJE 1 NORTE          | LATERALES   |
| E    | VIADUCTO-OCEANÍA                       | LATERALES   |
| F    | EJE 1 NORTE-REFORMA                    | CENTRALES   |
| G    | OCEANÍA-CONGRESO DE LA UNIÓN           | LATERALES   |
| H    | REVOLUCIÓN REFORMA-VIADUCTO            | REVOLUCIÓN  |
| I    | CONGRESO DE LA UNIÓN-INSURGENTES NORTE | LATERALES   |
| J    | PATRIOTISMO RIO MIXCOAC-VIADUCTO       | PATRIOTISMO |
| K    | INSURGENTES NORTE-EJE 1 NORTE          | LATERALES   |



|   |                                    |             |
|---|------------------------------------|-------------|
| L | PATRIOTISMO VIADUCTO-ALFONSO REYES | PATRIOTISMO |
| M | EJE 1 NORTE-REFORMA                | LATERALES   |
| N | REVOLUCIÓN VIADUCTO-RIO MIXCOAC    | REVOLUCIÓN  |
| O | EJE 5 SUR-VIADUCTO                 | LATERALES   |
| P | EJE 5 SUR-VIADUCTO                 | CENTRALES   |
| Q | RIO MIXCOAC-EJE 5 SUR              | CENTRALES   |
| R | RIO MIXCOAC EJE 5 SUR              | LATERALES   |

| CUADRANTE No. | LIMITE                                 | CARRILES              |
|---------------|--|-----------------------|
| I             | VIADUCTO RIO LA PIEDAD - EJE CENTRAL   | CENTRALES Y LATERALES |
| II            | EJE CENTRAL - VIADUCTO MIGUEL ALEMÁN   | CENTRALES Y LATERALES |
| III           | VIADUCTO MIGUEL ALEMÁN - EJE 1 ORIENTE | CENTRALES Y LATERALES |
| IV            | EJE 1 ORIENTE - VIADUCTO RIO LA PIEDAD | CENTRALES Y LATERALES |

#### Actividades de Mantenimiento de la Infraestructura Existente.

Para la determinación de las actividades que, como parte del Mantenimiento de la Infraestructura Existente, las actividades se dividirán en:

- a) Actividades Programables. Son aquellas actividades (incluidas en los Alcances de Mantenimiento) que la Dependencia Contratante puede programar para un Año Contractual, o semestral y que el Proveedor deberá realizar durante dicho plazo.
- b) Actividades Mensuales. Son aquellas actividades (incluidas en los Alcances de Mantenimiento) que la Dependencia Contratante solicitará al Proveedor de manera mensual.
- c) Actividades Urgentes. Son aquellas actividades (incluidas en los Alcances de Mantenimiento) que, por su naturaleza, deban ser realizadas de manera urgente por el Proveedor.

### III. OBLIGATORIEDAD DE SEGUROS DE ACUERDO CON EL CONTRATO.

El presente estudio se encuentra basado conforme a lo establecido en anexo catorce requerimientos de seguros y la cláusula 15 seguros del contrato de prestación de servicios.

### IV. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS Y RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE PUENTES, DEPRIMIDOS Y MANTENIMIENTO O CONSERVACION DE VIALIDADES.

#### PRINCIPALES RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES

Previamente al análisis de los principales riesgos asociados a la construcción de puentes, se describen a continuación los principales métodos constructivos de estas obras de ingeniería:

##### a) Método de cimbras

En la construcción de puentes de hormigón *in situ*, la ejecución de las piezas de hormigón (losas, vigas, pilares, etc.) requiere proporcionar a éstas la forma adecuada. Para ello, se vierte el hormigón fluido en unos moldes denominados encofrados y se espera a que en él se produzcan las reacciones químicas necesarias para que fragüe y adquiera la resistencia necesaria exigida. Estos encofrados se apoyan sobre unos armazones denominados cimbras, cuya función es la de transmitir el peso del hormigón aún no portante al terreno.

Todos estos elementos auxiliares se retiran cuando el hormigón haya fraguado y éste haya adquirido su propia capacidad portante.

La mayor parte de estos elementos auxiliares son de acero aunque en ocasiones siguen utilizándose de madera.

Las cimbras pueden ser de distintos tipos, según las exigencias el obstáculo a salvar y según el tipo de estructura a ejecutar: fijas, rodantes, deslizantes o en voladizo.

**Cimbras fijas.** cimentadas al subsuelo.

**Cimbras rodantes.** Formadas generalmente por vigas y polines que quedan apoyadas en tubos o ruedas, permitiendo así desplazarlas y colocarlas en el vano siguiente. Son muy utilizadas cuando tiene que efectuarse en una obra el colado de una serie de elementos iguales -tanto como en sección como en longitudinales-, resultando económicas tanto en estos casos como en la construcción de puentes no muy altos.

**Cimbras deslizantes.** Utilizadas para la construcción de las pilas del puente.

**Cimbras en voladizo.** Son estructuras auxiliares formadas por apoyos de andamiaje sobre vigas transversales sujetas en los soportes del puente, con lo que le posibilitan el deslizarse de un tramo a otro. Éstas son útiles en la construcción de puentes largos y sobre terreno accidentado, donde no es posible apoyarlas en el propio terreno. En la mayor parte de las ocasiones, la estructura de las cimbras es de importantes dimensiones y su ejecución es complicada, suponiendo a veces más de la tercera parte del presupuesto total de la obra. Por ello, debe cuidarse su diseño y cálculo, lo que implica que esta labor suela ser realizada por empresas especializadas.

##### b) Método de deslizamiento de tramos

Este procedimiento constructivo consiste en ir construyendo la superestructura del puente en secciones de medida variable (10 a 30 m), desde un extremo del vano a salvar hasta el otro extremo.

Antes de ejecutar la superestructura, se van ejecutando las pilas del puente que servirán de apoyo de las secciones a medida que se va avanzando en el proceso.

Los distintos tramos a deslizar se ejecutan *in situ*, en un encofrado fijo situado detrás del estribo del puente desde el que parte la obra. En éste se coloca el armado, se vierte el hormigón, se espera a que fragüe y endurezca y se pretensa. A continuación se realiza el desencofrado para, a continuación, deslizarlo hacia el puente mediante prensas hidráulicas sobre apoyos como el neopreno, chapa de acero cromado, etc. Acto seguido se procede a hormigonar la siguiente sección y se desliza de nuevo. En el último elemento delantero se halla montado un elemento auxiliar de acero, denominado morro, que durante el deslizamiento se apoya en el próximo pilar, disminuyendo así los momentos de voladizo que resulten del peso propio.



## e) Método por voladizos sucesivos

Esta técnica consiste en construir la superestructura a partir de las pilas o estribos, agregando tramos parciales (de media de 3 a 5 m) que se sostienen del tramo anterior. Para ello se utiliza un encofrado deslizante en voladizo.

Si se decide comenzar a ejecutar la superestructura desde un pilar, los elementos constructivos en voladizo deben ser arriostrados mediante elementos tensores verticales en el pilar de partida o apoyados provisionalmente hasta que el cuerpo de la obra tenga estabilidad suficiente.

Si, por el contrario, se comienza desde un estribo del puente, se debe arriostrar con tirantes de anclaje (según la tipología del terreno) para cuidar la cimentación del estribo y compensar las fuerzas de flexión que puedan aparecer.

Esta maniobra se realiza de manera más o menos simétrica a partir de cada pilón, de manera que se mantenga equilibrado y no esté sometido a grandes momentos capaces de provocar su vuelco.

## RIESGOS

### Construcción de puente en voladizo desde pilares

Entre los posibles riesgos asociados a estos métodos constructivos destacan:

Sea cual sea el tipo de puente, una de las partes más delicadas es la cimentación bajo agua, por la dificultad en encontrar un terreno que resista las presiones, siendo normal el empleo de cimentaciones especiales como pilotes o cajones neumáticos. Las pilas deben soportar la carga permanente y sobrecargas sin asentos, y ser insensibles a la acción de los agentes naturales (viento, grandes riadas, inundaciones etc.).

El puente es una obra destinada a sustentar cargas de tipo dinámico. Es por ello que adquieren importancia fenómenos que en otro tipo de estructuras no son tan relevantes, como por ejemplo la resonancia. Las cargas móviles individualmente consideradas provocan en la estructura una vibración; cuando varias cargas móviles actúan simultáneamente, las vibraciones producidas pueden anularse unas a otras o, por el contrario, pueden acompañarse generando una vibración que colapse la estructura. Este fenómeno era ya conocido en la antigüedad, de modo que el paso de los ejércitos a través de los puentes se hacía rompiendo la formación.

Cuando la distancia que deben salvar los puentes es grande, el número de pilares debe ser, en principio, elevado. El problema suele ser que los puentes para grandes longitudes tienen como objeto salvar brazos de agua o ríos. Las dificultades inherentes a la ejecución de los apoyos (trabajos sumergidos, ejecución de ataguías para el vaciado del agua, etc.) hacen que su número se limite lo más posible aumentando las luces de los vanos, lo que obliga a emplear soluciones tales como puentes colgantes y alirantados con pilones de gran altura y, por lo tanto, de gran esbeltez y con tendencia a vibrar por efecto del viento.

Las grandes luces hacen que el tablero del puente sufra el "efecto cinta". Las sobrecargas verticales, particularmente las cargas sísmicas y los ciclos presión-succión del viento, generan una vibración que puede colapsar el tablero, por lo que se requiere su rigidización mediante configuraciones estructurales en cajón que aumenten el canto sin un incremento excesivo del peso.

En el caso de los viaductos, su objetivo suele ser salvar gargantas de gran profundidad, lo que se consigue habitualmente mediante configuraciones en arco cuando la longitud no es excesiva y mediante la técnica del deslizamiento de tramos o voladizo para longitudes mayores. La construcción de estos puentes requiere la instalación de elementos auxiliares de soporte que son muy complejos, de gran altura, y en los que se da en toda su extensión el fenómeno del pandeo, pudiendo producirse vuelcos por los elevados momentos que se generan y arruinando la estructura en construcción.

En la construcción de puentes, en ocasiones se traen elementos prefabricados que se elevan mediante grúas. Si la altura de trabajo es elevada y las condiciones climatológicas son adversas, las actividades a realizar con grúa trepadora son muy peligrosas. El propio montaje y desmontaje de la grúa es un trabajo muy delicado y que puede ocasionar siniestros como los derrumbes de parte la grúa.

Además de los riesgos que podríamos clasificar como generales para todo tipo de construcción de puentes, cada método de construcción presenta particularidades que se deben tener en cuenta en el análisis de riesgos:

### En la construcción de puentes con el método de cimbras.

El principal riesgo es el derivado de un mal cálculo o montaje de estas estructuras, en ocasiones muy complejas. Un mal diseño o montaje puede provocar, al verter el hormigón, dobladuras, hundimientos debido a una cimentación insuficiente, etc. En especial, se debe prestar especial atención a las uniones de las calosías que constituyen la estructura.



En la construcción de puentes con el método de deslizamiento de secciones.

Uno de los riesgos es el debido a la excesiva flexión soportada y posible derrumbamiento del tramo ejecutado, al tratarse de secciones en voladizo de gran longitud y peso, llegando en ocasiones necesarias hasta tramos de 60 m sin apoyo intermedio si así lo requiere el obstáculo a salvar.

También hay que tener en cuenta que, en alguna ocasión, para ir de un extremo a otro la ejecución de la superestructura no se realiza recta sino en pendiente, por lo que debe tenerse en cuenta la existencia de algún sistema de frenado que impida que el deslizamiento descontrolado de la pieza a través de los apoyos.

Como algunos elementos del puente se pueden construir *in situ*, es conveniente proteger la zona de fabricación de las inclemencias del tiempo (por ejemplo, mediante lonas de protección) de manera que la fabricación de las piezas no se vea afectada.

En la construcción del puente con el método de voladizos.

Al igual que ocurría en el método anterior, los elementos en voladizo están sometidos a fuerzas de flexión, siendo en muchas ocasiones las cargas soportadas superiores a las soportadas una vez terminada la obra. Por esta razón, es conveniente que el diseño de la estructura del puente tenga en cuenta también las diferentes fases de construcción. Para evitar en la medida de lo posible esta diferencia de cargas, suelen utilizarse arrostramientos provisionales.

En la construcción de puentes de acero con secciones tipo cajón, hay que cuidar los problemas de abolladura que en ocasiones han producido siniestros.

**Puentes colgantes:**

La construcción de este tipo de puente es compleja e implica riesgos, por lo que la analizaremos de forma particular.

El puente colgante es una estructura que resiste gracias a su forma. Ésta se compone básicamente por los cables principales (portadores) de los que se suspende el tablero del puente mediante tirantes verticales, que se fijan en los extremos del vano a salvar, y tienen la flecha necesaria para soportar mediante un mecanismo de tracción pura, las cargas que actúan sobre él.

Se componen de:

- Pilonos o torres. Apoyos de los cables portadores.
- Cimentación. Encargada de transmitir al terreno las cargas que le llegan de los pilonos.
- Calzada (tablero). Suelen ser vigas cajón, pues tienen mayor rigidez y permiten reducir los efectos de vibración provocados por el viento.
- Cables portadores o principales. Soportan las cargas del tablero.
- Cables suspendidos. Permiten la unión de la calzada y el cable portador, y pueden ser verticales o bien presentar una leve inclinación para reducir los problemas de vibración.

La construcción es difícil e implica muchos riesgos, así que toda negligencia o falta de montaje puede originar siniestros.

Son puentes flexibles, siendo esta característica su mayor ventaja y a su vez su mayor inconveniente, pues debido a ello son muy sensibles a los efectos del viento y de la carga dinámica debida al tráfico que circula sobre él.

En ocasiones, la construcción de este tipo de puentes requiere pilonos de altura muy elevada y esbelta (hasta 300 m), siendo por tanto sensibles a las vibraciones por las fuerzas del viento. Para evitar este efecto en la medida de lo posible, se deben prever arrostramientos que aumenten su rigidez.

Son puentes que transmiten mucha carga al terreno, lo que implica que muchas veces se hayan de realizar cimentaciones profundas, lo cual puede conllevar problemas en el vaciado de la cimentación y hacer necesario recurrir a cimentaciones especiales (cajones neumáticos, etc.).

En la construcción de este tipo de puente, los cables deben anclarse al final de éste, o bien en el terreno -si éste posee las características adecuadas- o bien en bloques de hormigón. Un mal anclaje de estos elementos puede provocar un siniestro y supone un riesgo que se debe tener en cuenta. Son muy sensibles a las fuerzas de la naturaleza.

**PRINCIPALES RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE PASOS DEPRIMIDOS (A DESNIVEL).**

Los trabajos de construcción de subterráneos consisten básicamente en ejecutar una estructura, ya sea un túnel, paso deprimido o desnivel, en el interior de formaciones naturales del terreno. A consecuencia de la heterogeneidad del terreno a atravesar (roca dura, roca blanda y suelos), de las limitadas dimensiones y accesibilidad al frente de trabajo y de las posibles afecciones (roturas, filtraciones, etc.) que puede ocasionar en su entorno (edificios colindantes, etc.), se plantea una problemática que implicará que se aplique el procedimiento de excavación que mejor se adapte al terreno en función de sus características y comportamiento (inestabilidad, abrasividad de la roca, etc.).

En consecuencia, el éxito en la construcción de un túnel se deberá a procedimientos de trabajo que permitan la obtención de unos rendimientos adecuados, manteniendo la estabilidad general del entorno afectado.





La excavación mecanizada logra esos objetivos, consiguiendo altos grados de mecanización y automatización del proceso mediante el sucesivo desarrollo de nuevas máquinas con nuevas tecnologías y la ayuda de técnicas constructivas complementarias.

Dentro de los procedimientos mecanizados de excavación de un túnel, el sistema de tuneladoras ofrece mayores posibilidades de desarrollo y expansión en comparación con otros métodos convencionales de excavación.

No existe una tuneladora "universal" que sirva para todo tipo de terreno. Por tanto, las tuneladoras deben adaptarse a las características del terreno y, según sea su comportamiento geotécnico, pueden presentar diferencias que se reflejan en el diseño y en las operaciones de la máquina.

De acuerdo al tipo de proyecto a desarrollar, lo más pertinente es la realización del paso deprimido por medio de técnicas convencionales, utilizando para ello la técnica de muros de pilotes.

Como toda gran capital, durante los últimos años la ciudad de México ha notado la necesidad urgente de nuevas obras de infraestructura vial que ayuden a reducir el colapso vehicular en las principales vías que cruzan la ciudad. La solución lógica pasa por la eliminación de los cruces con semáforos en las vías de mayor tráfico para permitir el flujo continuo de los vehículos. El problema se presenta en los largos tiempos de ejecución de estas soluciones, que obligan a cortar el flujo del tráfico en las vías de alto tráfico, generando aún mayor malestar en la población.

Una solución para la construcción rápida de pasos a desnivel (by-pases), líneas de metro, vías expresas en zanja y estacionamientos subterráneos, es mediante la ejecución de muros conformados por pilotes que permitan realizar excavaciones masivas en tiempos record, maximizando el uso del espacio de trabajo y minimizando la interrupción del tráfico durante la construcción.

Los métodos constructivos propuestos como solución para la ejecución de proyectos para el descongestionamiento vial, hacen uso de muros de pilotes y muros pantalla para la protección de las excavaciones, los que a su vez, en muchos casos pueden formar parte de la estructura al transmitir las cargas verticales al subsuelo. Ambos métodos son mundialmente aceptados por la gran seguridad que ofrecen a las excavaciones debido a su gran rigidez y sobre todo debido a que son elementos que se introducen al suelo antes del inicio de las excavaciones, por lo que se minimizan las deformaciones en el suelo circundante a la excavación y permiten a su vez colocar la superestructura con vigas pretensadas prefabricadas para restablecer el tráfico rápidamente y continuar los trabajos de excavación sin mayores interrupciones.

Los tipos de obra en los que se pueden aplicar estos métodos constructivos son:

#### 1) Pasos vehiculares a desnivel o deprimidos (by-pases)

Se requieren numerosas obras de este tipo en los cruces viales más congestionados de la ciudad y a la vez es importante minimizar el incremento de la congestión durante la construcción de las obras correspondientes.

#### 2) Líneas y estaciones de metro subterráneo

Se requiere con suma urgencia construir una red de líneas de metro con tramos que necesariamente requieren que las estructuras sean subterráneas como en las zonas monumentales y/o con poco espacio disponible. Estas líneas y estaciones de metro subterráneo se pueden construir con los métodos propuestos, como una alternativa a la construcción tradicional de túneles, minimizando la interrupción del tráfico y reduciendo los tiempos y riesgos de ejecución.



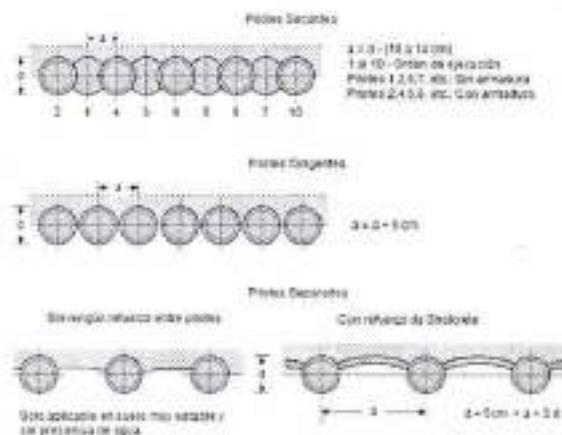
### 3) Estacionamientos subterráneos

Se requiere en las zonas de alta densidad de oficinas y comercios, pues de esta manera, también se libera más superficie para el flujo del tráfico.

#### Métodos constructivos

##### Tipos de muros de pilotes

Los muros de pilotes de concreto armado se ejecutan con una perforación previa en una gama de diámetros que van desde 0.60 a 1.50 m, y los mismos pueden ser secantes (sobrepuestos), tangentes o tener una separación entre ellos dependiendo del tipo de suelo y de la presencia de agua; alcanzando profundidades superiores a los 50m, incluso en terrenos muy accidentados y difíciles por la presencia de bloques, bolones, roca, etc.



Esquema de pilotes secantes, pilotes tangentes y pilotes separados

La elección de la configuración final depende del tipo de suelo existente, de los empujes de suelo actuantes, de la necesidad de una excavación seca, de la restricción de desplazamientos especificada, de los costos y de la disponibilidad de la respectiva maquinaria para la construcción.

En el caso de necesitarse una excavación seca donde además los empujes de suelo sean de gran consideración se optará por un muro de pilotes superpuestos. Si no hubiera presencia de aguas o la excavación no tuviera que ser seca podría utilizarse un muro de pilotes tangentes. Si los empujes no fueran de gran consideración y no hubiera presencia de aguas podría optarse por un muro discontinuo de pilotes. Entre los pilotes se construirá una pantalla de hormigón lanzado (Shotcrete) si existen riesgos de desmoronamientos locales entre los pilotes.

Tanto las dimensiones de los pilotes (diámetro y largo) como su separación quedarán determinadas por el análisis estático del muro y por la disponibilidad de la maquinaria requerida para la construcción. Dado que un muro de pilotes no puede ser recuperado una vez finalizada la excavación, puede optarse por utilizarlo como parte de la futura construcción. En este caso deberán tomarse en cuenta estados de carga adicionales para el dimensionamiento final del muro.

Las características del suelo de la Ciudad de México, y considerando el nivel freático, hacen posible plantear soluciones con pilotes separados recurriendo al efecto arco que se produce entre ellos para distribuir los empujes de suelo hacia los pilotes y dejar el área entre pilotes con un refuerzo mínimo mediante una capa delgada de Shotcrete o, en casos de uso temporal, simplemente mediante un pañeteado de lechada de cemento para evitar el desmoronamiento local de piedras y la pérdida de cohesión del suelo.

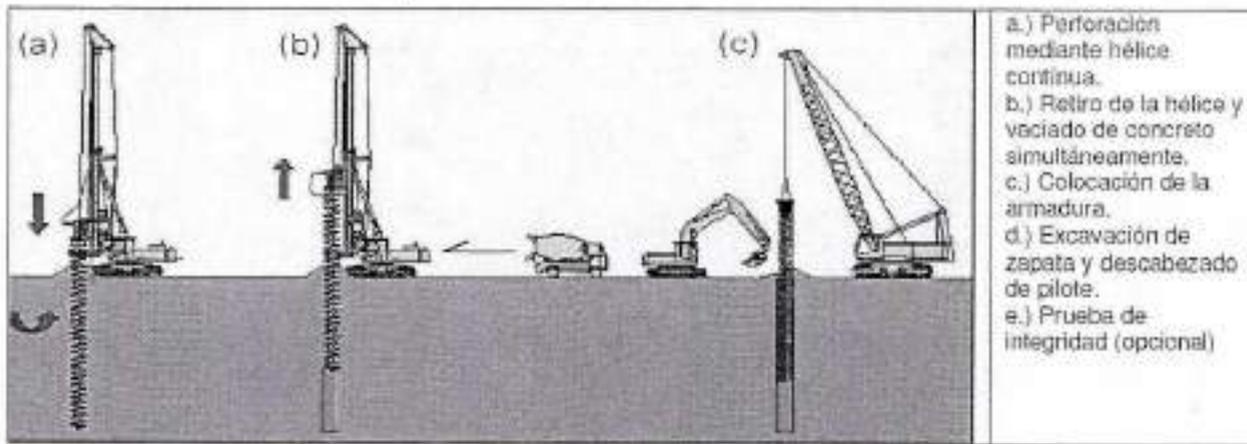
Dependiendo de la profundidad de excavación se determinará la necesidad de usar anclajes post tensados en niveles intermedios de la excavación con la finalidad de reducir los esfuerzos sobre los pilotes.

#### Ejecución de los pilotes

Dependiendo del tipo de suelo y de la presencia de agua, el método constructivo consiste en ejecutar la perforación sin entibación gracias a la utilización de lodos bentónicos para poder estabilizar las paredes, o bien, mediante un encamisado metálico que evite desmoronamientos del terreno circundante. Una vez finalizada la perforación del pilote, se coloca la armadura previamente montada. Luego, mediante un conducto de alimentación (Tubería tremie) se va llenando de concreto, a medida que va desplazando al lodo hacia la superficie o se va retirando el encamisado.

El tipo de maquinaria a emplear, ya existente en México, es mediante perforadoras rotativas hidráulicas equipadas con barras Kelly para suelos duros o roca, o perforadoras de hélice continua (CFA) para suelos blandos, generando grandes rendimientos de trabajo.





Proceso de ejecución de pilotes mediante hélice continua (CFA) en suelos blandos o arenas.

### Excavación

Una vez concluidos los trabajos de pilotaje, se procede con la excavación masiva. Si las profundidades son muy grandes, por lo general se refuerzan los pilotes con anclajes de alto tonelaje a profundidades intermedias y se emplean sistemas de monitoreo permanente en obra para determinar los movimientos del suelo. La excavación masiva se realiza en estos casos hasta los niveles de anclaje para permitir el trabajo de perforación de anclajes. Una vez ejecutada toda la fila de anclajes, se continúa con la excavación masiva hasta la siguiente línea de anclajes o bien hasta el fondo de cimentación del proyecto.

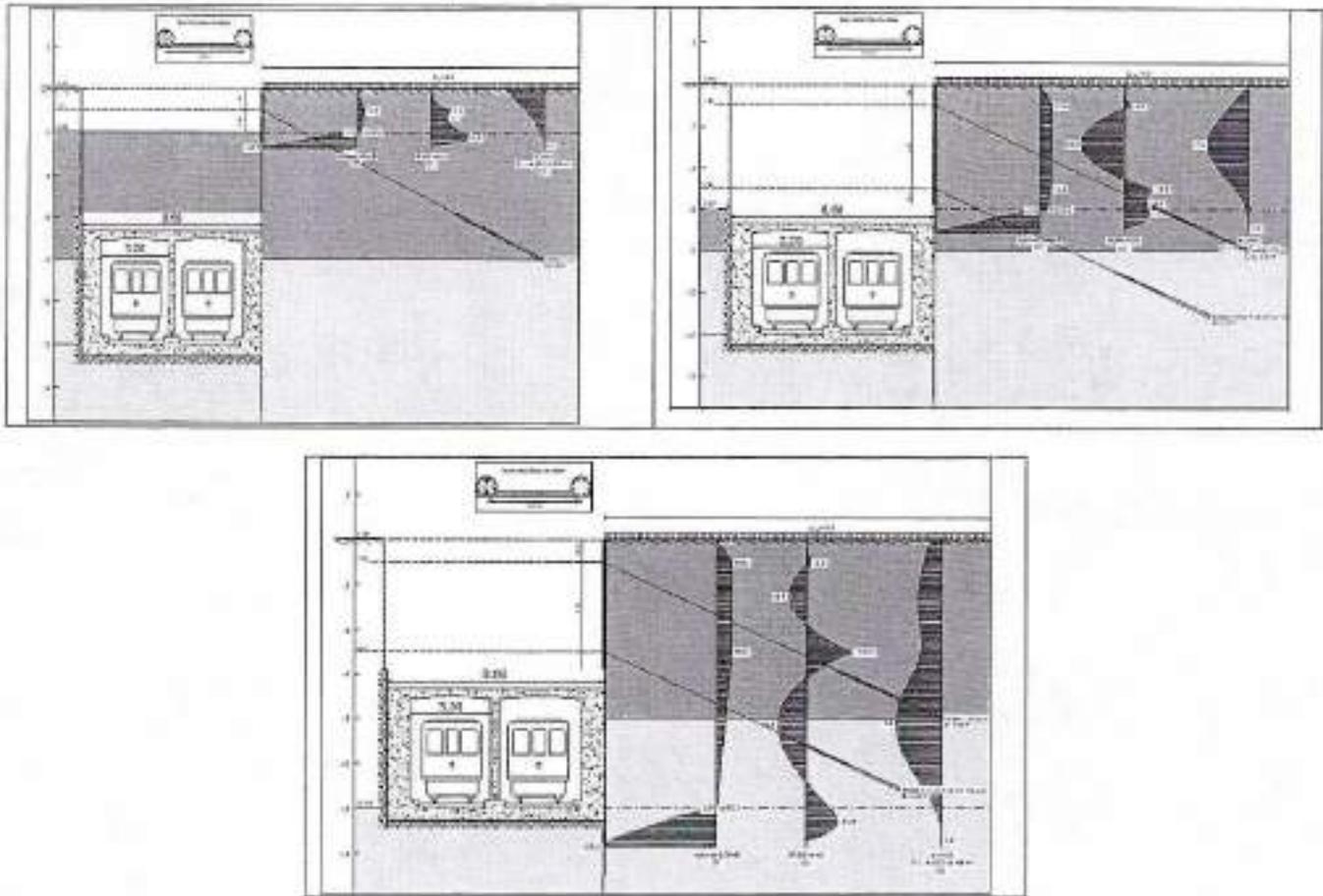
### Métodos de análisis

Para el dimensionamiento de un muro de pilotes se puede iniciar el diseño mediante un análisis de equilibrio límite. Los métodos de equilibrio límite asumen un estado de equilibrio para el que se presenta la falla, a partir del cual se aplican coeficientes de seguridad que garantizan la estabilidad del conjunto. Un dato importante que se puede obtener en este pre-dimensionamiento es la definición del empotramiento mínimo necesario en el terreno, las solicitaciones sobre los pilotes, las deformaciones y las cargas requeridas en los anclajes.

Finalmente, para el diseño final y para poder determinar con mayor precisión las deformaciones y solicitaciones finales en los pilotes, se tiene que recurrir a un análisis de elementos finitos, por supuesto con una previa determinación realista de las propiedades geomecánicas del suelo.

Mediante este diseño final se verifica con gran precisión la magnitud de los posibles efectos de la excavación en las edificaciones vecinas. Los movimientos del suelo durante el proceso constructivo deberán ser en todo momento debidamente monitoreados por un sistema de control preestablecido, que además del control topográfico, puede requerir el uso de inclinómetros, extensómetros, celdas de carga, piezómetros, etc.

Los análisis a ser realizados deben tener en cuenta las diferentes etapas del proceso constructivo y las deformaciones de los pilotes en cada una de estas etapas, sobre todo antes y después del tensado de los anclajes. Cada uno de los estados constructivos genera una deformación en el suelo y en el pilote, que debe ser considerada como pre-deformación en el siguiente estado constructivo.



Consideración de las fases de ejecución en el diseño del muro mediante métodos de equilibrio límite (Programa GGU-RETAIN)

Pasos a desnivel (By-pass)

Un paso a desnivel es el proceso de la adaptación de un cruce de dos o más ejes de transporte a diferentes alturas para no interrumpir el flujo de tráfico entre otras rutas de tránsito cuando se cruzan entre sí. La figura muestra de forma esquemática un paso a desnivel típico de 8m de altura resuelto con pilotes dispuestos cada 3.50m en la zona libre y cada 3m en la zona de cruce con la vía principal. La viga cabezal se apoya directamente sobre los pilotes en la zona de cruce.

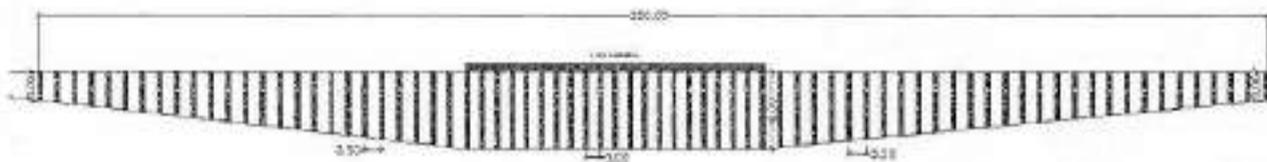


Fig. Esquema de procedimiento constructivo de by-pass mediante muros de pilotes

La solución constructiva en la zona de cruce con muros de pilotes de concreto armado se puede apreciar en la Fig. 1 que muestra la construcción en 2 fases de la zona de los puentes para minimizar la interrupción del tráfico en la vía principal durante el proceso constructivo.



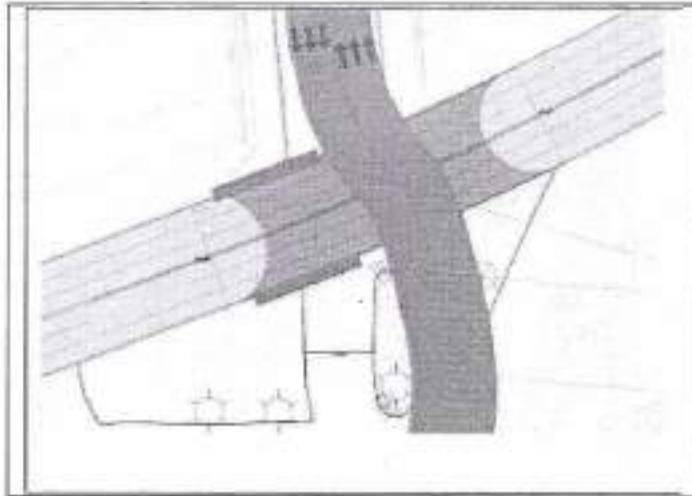
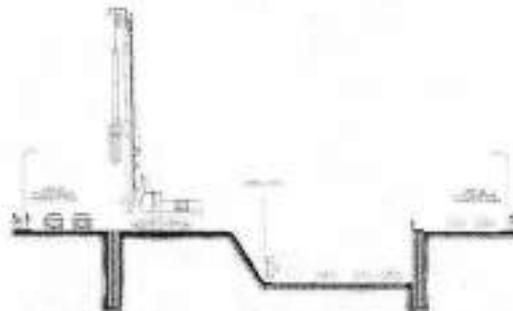


Fig. 1 Esquema de procedimiento constructivo de by-pass mediante muros de pilotes en las zonas de puentes

Debido a su gran rigidez, los muros de pilotes cumplen a la vez las funciones de contención del terreno y de sustentación de las cargas. Las fases de ejecución en las zonas de puentes se pueden resumir de la siguiente forma:

- 1) Desviación del tráfico en la vía principal
- 2) Ejecución de los pilotes con equipo de construcción estacionado en el nivel de la calle existente, en ambos lados de la zona de puentes en el cruce de las vías.
- 3) De forma paralela a la perforación del resto de pilotes del by-pass se procede con la excavación de zanjas para el descabezado de los pilotes en el cruce y vaciado de las vigas cabezal.
- 4) Colocación de las vigas pretensadas prefabricadas de la superestructura.
- 5) Vaciado del concreto de la losa de la superestructura.
- 6) Colocación de obras accesorias (barandas, señalizaciones, etc.) en el tramo ejecutado, de ser pertinente.
- 7) Apertura del tráfico en la vía principal del tramo ya ejecutado.
- 8) Se ejecuta la obra por tramos, a fin de interrumpir el tráfico solo en el tramo que se está ejecutando; así es que, se repite los pasos 1 a 6 para el segundo tramo para permitir que el tráfico quede totalmente restablecido.
- 9) Construcción de las rampas de acceso. Pueden irse ejecutando, paralelo a la ejecución de los pasos 1 a 7 para los diversos tramos.
- 10) Excavación del terreno como túnel por debajo de la zona de puentes, para ir dando espacio al pase subterráneo. El material excavado es retirado por las rampas.
- 11) Vaciado de la solera de fondo y ejecución del pavimento.
- 12) Trabajos de acabado y revestimiento de las obras.

El proceso constructivo permite igualmente habilitar el tráfico de la vía secundaria en uno de los lados cuando los puentes ya han sido ejecutados. Esta metodología de construcción es igualmente aplicable en vías expresas tipo "zanja". Se ejecutan los pilotes desde la superficie en toda la longitud del paso a desnivel y una vez conformados los puentes se inicia la excavación masiva para habilitar el tráfico en uno de los lados de la nueva vía.

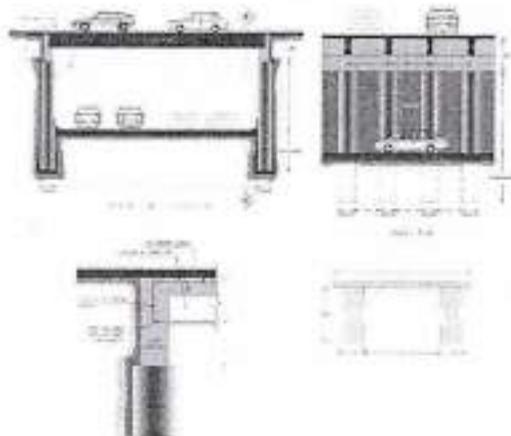


Habilitación de una de las vías secundarias en la construcción de vías expresas o en zonas de by-pass donde ya se han completado los puentes.



El acabado típico en la zona de puentes consiste en la aplicación de una capa de shotcrete de espesor variable en función de las características del suelo. Por lo general los pilotes en la zona de cruce llevan una separación menor que el resto de pilotes del by-pass debido a la sobrecarga adicional que reciben y al empuje adicional del suelo debido al tráfico de vehículos.

La siguiente figura muestra de forma esquemática el acabado típico de la zona de puentes en un paso a desnivel.



Detalles de acabado de un paso a desnivel con un muro de pilotes.

## RIESGOS

No hay que olvidar que el trabajo se desarrolla bajo tierra (ambiente subterráneo), y además existe desplazamiento a medida que excavamos. Es por ello que se pueden presentar riesgos tanto durante la ejecución de la obra como una vez terminada. Así, que se deben tener en cuenta factores como:

- Posibilidad de asentamientos que pueden suponer un colapso, por lo que se intenta que por encima de éste haya suficiente montera.
- Posibilidad de presencia de agua que pueda suponer problemas en la excavación, como por ejemplo derrumbes.
- Pérdida de terreno que hace que en ocasiones aparezcan chimeneas.
- La dureza y abrasividad de las rocas se traducen en una reducción importante del rendimiento del proyecto.

### Presencia de gases.

- Posibilidad de producirse un incendio. Este riesgo se incrementa en túneles de gran longitud, y puede mitigarse si se van construyendo a la vez las necesarias vías de emergencia.
- Imposibilidad de realizar tratamientos del terreno desde el interior del túnel.

### Otros Factores de riesgo a considerar

En el caso de las obras viales, existen una serie de factores que condicionan las posibles soluciones de trazado en planta, como son:

Puntos de paso forzoso: Serie de puntos que, por diversos motivos condicionan y limitan la elección del trazado. Algunos de estos factores son:

- Factores topográficos: Existen zonas que por presentar una determinada topografía –zonas montañosas, barrancos y depresiones, etc.- dificultan y encarecen la construcción de obras viales.
- Factores geológicos: La presencia de terrenos no aptos por su baja capacidad portante y la proximidad de zonas de extracción de áridos.
- Factores hidrológicos: La existencia de cauces hidráulicos y zonas inundables puede desaconsejar que el trazado discorra por dichas zonas.
- Factores urbanísticos: Los Planes de Ordenación aprobados o previstos, así como el uso del suelo, facilitarán o dificultarán la realización de un trazado u otro.
- Factores sociales: La comunicación de determinados núcleos de población puede condicionar en mayor o menor medida el trazado de la vía.



## MANTENIMIENTO O CONSERVACION DE VIALIDADES.

### CONSERVACION.

La conservación de vialidades es una verdadera disciplina que se ha venido perfeccionando con el paso de los años. Al hablar de conservación, estamos hablando de una administración eficiente de los recursos necesarios para mantener los pavimentos en buen estado.

Como todos sabemos la crisis de los años 1994 y 1995, perjudicó sobremanera las finanzas de las diferentes empresas que tenían concesiones de construcción, conservación y administración de vialidades, por esto, se ha elaborado un nuevo sistema de concesiones que hace compartir más responsabilidades entre la iniciativa privada y el sector públicos.

La conservación adecuada de la una red de vialidades es entendido por las administraciones públicas responsables de ello como una labor esencial dentro de sus tareas. En primer lugar, al igual que para cualquier otra infraestructura, el mantenimiento es imprescindible para evitar la pérdida de la inversión realizada. Por otra parte, en el caso de las vialidades, las cantidades invertidas en conservación son recuperadas, multiplicadas, a través de la disminución de los costos de transporte. Además, una adecuada conservación facilita la vialidad y mejora la seguridad.

En México las labores de mantenimiento se han dividido en dos partes: los trabajos de conservación rutinaria y los trabajos de conservación periódica. Las actividades para mantener los pavimentos en buenas condiciones están fundamentalmente en la conservación periódica.

De todos los elementos que constituyen un camino, la superficie de rodamiento es la que más influye para un tránsito rápido, cómodo y seguro, por ello es importante corregir oportunamente sus deterioros y evitar que estos progresen. Es lógico entonces que una gran parte del esfuerzo de conservación se dedique a éstas labores y para ello el monitoreo de su comportamiento es fundamental.

Las vialidades y los caminos sufren un proceso de deterioro permanente debido a los diferentes agentes que actúan sobre ellos, tales como: el agua, el tráfico, la gravedad en taludes, inundaciones, sismos, etc. Estos elementos afectan a la carretera, en mayor o menor medida, pero su acción es permanente y termina deteriorándolo a tal punto que lo puede convertir en intransitable.

El deterioro de una carretera es un proceso que tiene diferentes etapas, desde una etapa inicial, con un deterioro lento y poco visible, pasando luego por una etapa crítica donde su estado deja de ser bueno, para luego deteriorarse rápidamente, al punto de la descomposición total.

Se ha observado que, en la práctica, las entidades encargadas de la conservación vial sólo se dedican a arreglar las fallas de emergencia o las más graves o visibles en base a sus asignaciones presupuestales que siempre son insuficientes. Este sistema de trabajo conduce rápidamente a la acumulación de obras atrasadas y, a mediano plazo, a la necesidad de rehabilitar o reconstruir totalmente las vías, incurriendo en mayores costos.

Consecuencia de ello, las vialidades están sometidos a un ciclo que, por sus características, ha adquirido la condición de fatal.

Ese ciclo consta de cuatro fases, las cuales se describen a continuación:



### Fase A: Construcción

Una vialidad puede ser de construcción sólida o con algunos defectos. De todos modos entra en servicio apenas se termina la obra, es decir, el día mismo en que se corta la cinta de la inauguración.

La vialidad se encuentra, en ese momento, en excelentes condiciones para satisfacer plenamente las necesidades de los usuarios. (Punto A del gráfico).

### Fase B: Deterioro lento y poco visible

Durante un cierto número de años, la vialidad va experimentando un proceso de desgaste y debilitamiento lento, principalmente en la superficie de rodadura, aunque, en menor grado, también en el resto de su estructura. Este desgaste se produce en proporción al número de vehículos livianos y pesados que circulan por él, aunque también por la influencia del clima, del agua de las lluvias o aguas superficiales y otros factores. Por otro lado, la velocidad del desgaste depende también de la calidad de la construcción inicial.

Para disminuir el proceso de desgaste y debilitamiento, es necesario aplicar, con cierta frecuencia, diferentes medidas de conservación, principalmente en la superficie de rodadura y en las obras de drenaje, además de efectuar las operaciones rutinarias de mantenimiento. Si no se efectúan, la vida útil del camino se reduce sustancialmente.

En épocas anteriores, la conservación de las vías durante esta fase ha sido prácticamente nula, debido a la no asignación de recursos o a que los recursos eran asignados a los caminos que se encontraban en muy mal estado. Pero también ha actuado en contra el mal entendido concepto del "diseño de la vialidad para un determinado número de años". Suele decirse que una vialidad está diseñada para un número determinado de años, lo que lleva a que muchas personas supongan, equivocadamente, que durante ese período no hay necesidad de conservarlas, sino reconstruirlas después del tiempo estipulado. Incluso hay ingenieros viales que consideran inevitable que al cabo de un tiempo el camino estará destruido y necesitará una reconstrucción.

Durante la fase B, la vialidad se mantiene en aparente buen estado y el usuario no percibe el desgaste, a pesar del aumento gradual de fallas menores aisladas. La vialidad sigue sirviendo bien a los usuarios y está en condiciones de ser conservado en el pleno sentido del término.

### Fase C: Deterioro acelerado

Después de varios años de uso, la superficie de rodadura y otros elementos de la vialidad están cada vez más "agotados"; está, entra en un período de deterioro acelerado y resiste cada vez menos el tránsito vehicular. Al inicio de esta fase, la estructura básica aún sigue intacta y la percepción de los usuarios es que se mantiene bastante sólido; sin embargo, no es así. Avanzando más en la fase C, se pueden observar cada vez más daños en la superficie y comienza a deteriorarse la estructura básica, lo cual, lamentablemente, no es visible. En otras palabras, cuando la superficie de rodadura presenta fallas graves que pueden verse a simple vista, es posible asegurar que la estructura básica de la vialidad está siendo seriamente dañada.

Los daños comienzan siendo puntuales y poco a poco se van extendiendo hasta afectar la mayor parte de la vialidad. Esta fase es relativamente corta, ya que una vez que el daño de la superficie se generaliza, la destrucción es acelerada.

### Fase D: Descomposición total

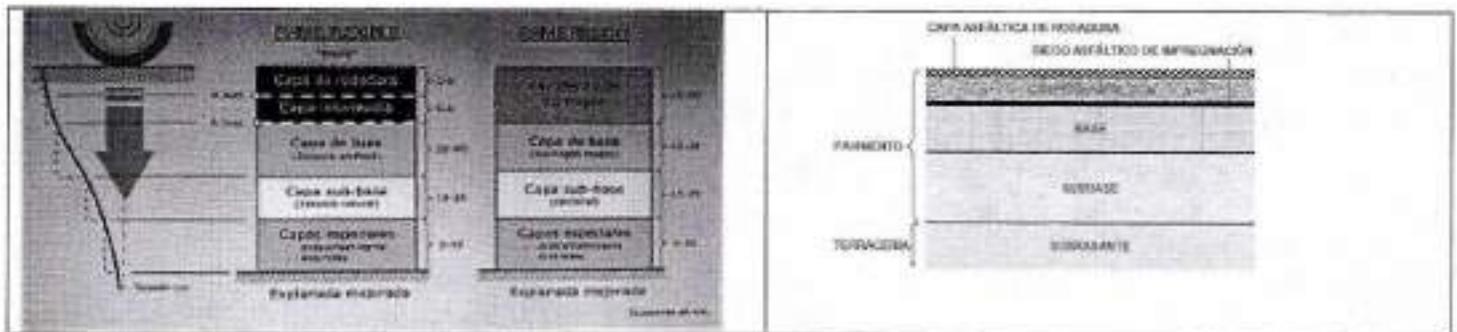
La descomposición total de la vialidad constituye la última etapa de su existencia y puede durar varios años. Durante este período el paso de los vehículos se dificulta seriamente, la velocidad de circulación baja bruscamente y la capacidad de la vialidad queda reducida a sólo una fracción de la original. Los vehículos comienzan a experimentar daños en los neumáticos, ejes, amortiguadores y en el chasis.

En general, los costos de operación de los vehículos suben de manera considerable y la cantidad de accidentes graves también aumenta. Los automóviles ya no pueden circular y sólo transitan algunos camiones y vehículos especiales.

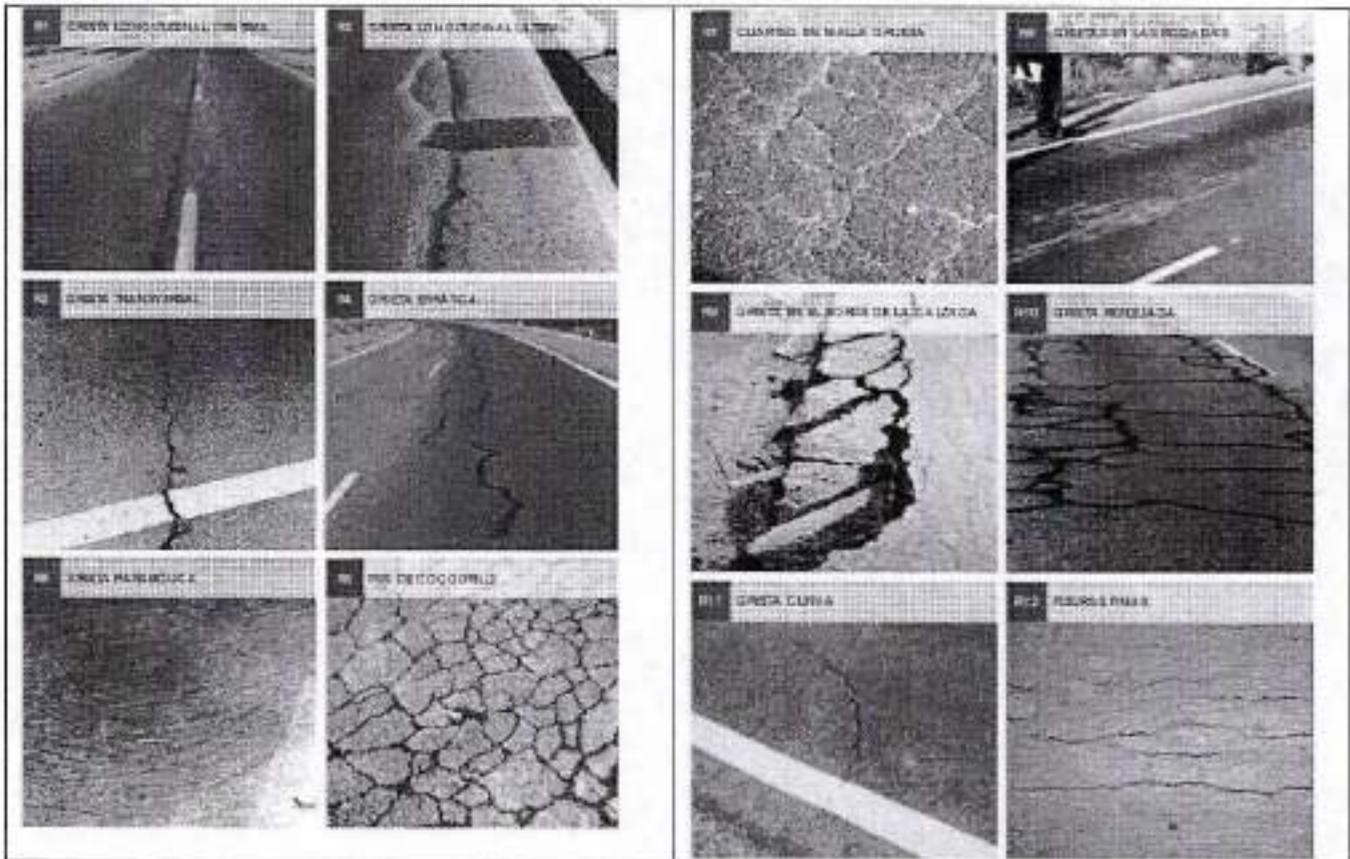
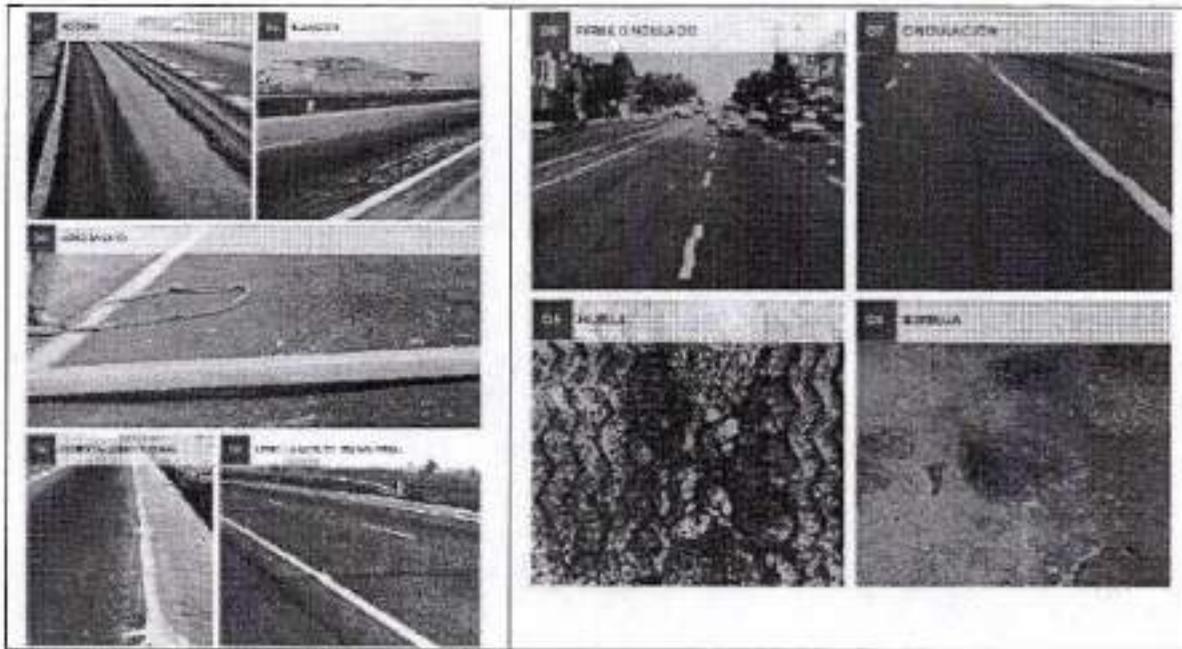
Desgraciadamente, en México existen muchos ejemplos "perfectos" de vialidades que han llegado a esta fase de descomposición, habiéndose llegado al deterioro total de caminos que son vitales para la vida económica y social del país, convirtiéndose en una verdadera pesadilla. Su reconstrucción viene demandando la inversión de muchos millones de pesos, que como ya se dijo, provienen no sólo de la utilización de una parte considerable de los impuestos recaudados por el

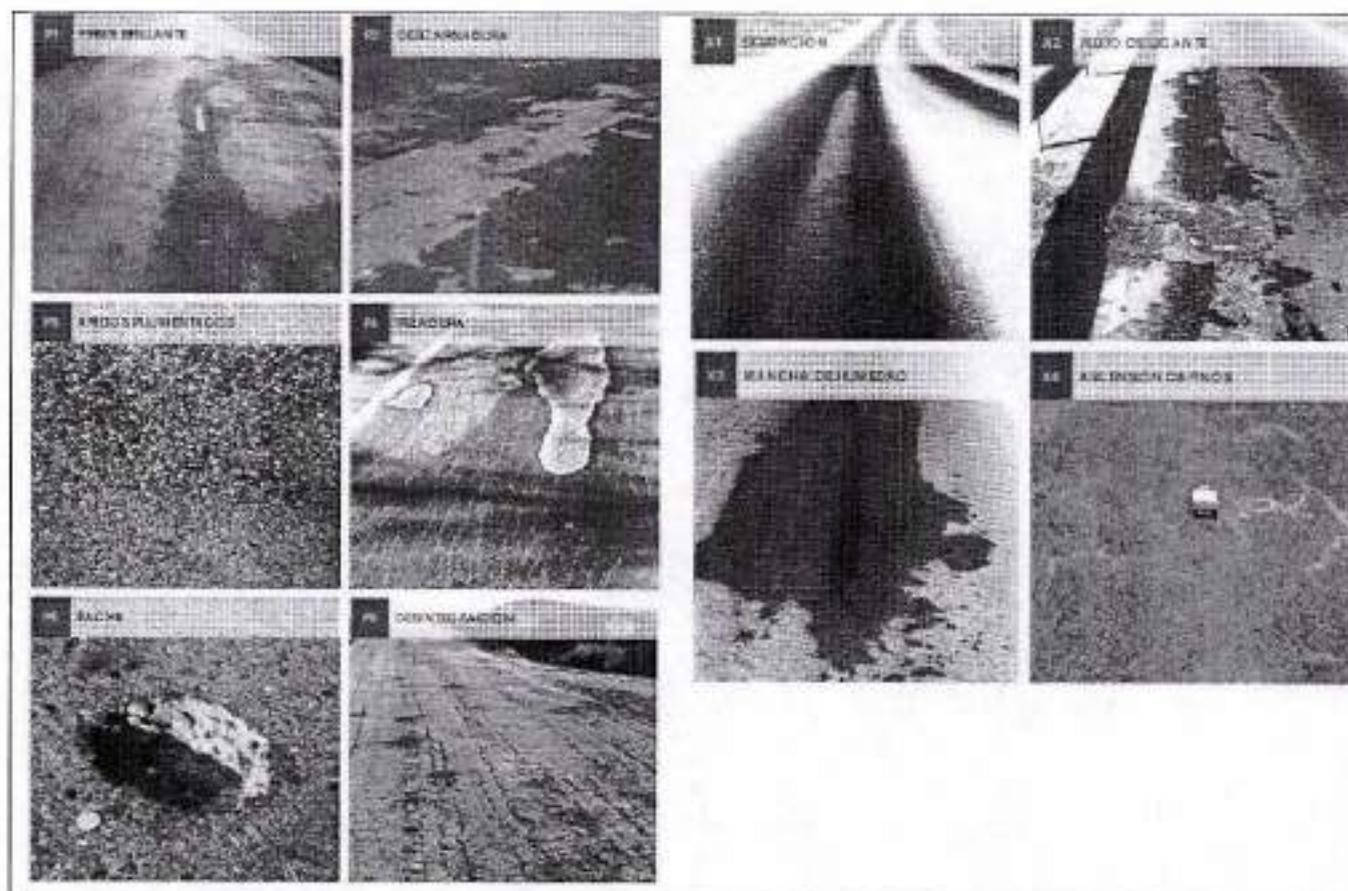
Estado, sino también del endeudamiento. Este gasto, sin embargo, pudo haberse evitado si se hubiera intervenido oportunamente en el proceso de mantenimiento carretero. Muchos países han asimilado esta experiencia traumática y han aprendido la lección a un costo muy elevado. Se trata ahora de asimilar la lección y evitar que con el paso del tiempo sea olvidada.

### Estructura principal de una vialidad



Daños ordinarios que puede sufrir la carpeta de rodamiento de una vialidad.





## V. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DEL DISTRITO FEDERAL.

La Ciudad de México, Distrito Federal, o en su forma abreviada México, D. F., es la capital y sede de los poderes federales de los Estados Unidos Mexicanos.<sup>2</sup> Se trata de una entidad federativa de México que no forma parte de los 31 estados mexicanos, pero pertenece a la Federación, que en conjunto conforman las 32 entidades federativas de la nación. La Ciudad de México es el núcleo urbano más grande del país, así como el principal centro político, académico, económico, de moda, financiero, empresarial y cultural. La Ciudad de México obtuvo un PIB, en 2011, de 470 000 millones de dólares.<sup>3</sup> Mientras que en 2012 tuvo un crecimiento medio de 3,5 %, con lo cual incrementó su PIB a 486 450 millones de dólares. Catalogada como ciudad global, la Ciudad de México es uno de los centros financieros y culturales más importantes de América y del mundo. El crecimiento de la ciudad es uno de los más veloces a nivel global, y se espera que su economía se triplique para el año 2020.

La Ciudad de México se encuentra en el Valle de México, una gran cuenca en la alta meseta del centro de México, a una altitud de 2 240 metros y tiene una superficie de 1 495 kilómetros cuadrados, dividida en dieciséis delegaciones. La población de la capital es de alrededor de 8.8 millones de habitantes, de acuerdo con la definición acordada por el gobierno federal y estatal, la capital en conjunto con su área conurbada (Zona Metropolitana del Valle de México) suman



más de 21 millones de habitantes, lo que la convierte en la tercera aglomeración urbana más grande del mundo, en la más grande del continente americano y la ciudad hispanohablante más poblada de la tierra.

## Hidrografía

Antiguamente una buena parte del territorio del Distrito Federal fue ocupado por el sistema de lagos de la cuenca de México. Esta se formó hace más de un millón de años con la aparición de la sierra de Chichinauhtzin, que represó a los ríos que corrían hacia el sur y produjo que las aguas se acumularan formando un gran lago; posteriormente, la cuenca fue abierta por obra del ser humano a través de la construcción de los tajos de Huehuetoca y Nochistongo, en el Estado de México, para desviar al río Cuautitlán que era el que causaba las inundaciones en aquella época. La decisión de desecar el sistema lacustre fue tomada durante la época virreinal. Aunque estas obras se realizaron como consecuencia de la inundación de 1629, fueron incapaces de evitar que la Ciudad de México se anegara en repetidas ocasiones entre los siglos XVII y XVIII.

El 17 de marzo de 1900, el presidente Porfirio Díaz inauguró el Sistema de Desagüe del Valle de México, que continúa en funciones e impide el crecimiento de los cuerpos de agua en el suelo capitalino. Los últimos remanentes de los cuerpos de agua son los sistemas de canales que riegan la chinampería de Xochimilco y Tiáhuac, así como los humedales de Tiáhuac.

A partir de la construcción de las grandes obras que tenían como propósito la desecación de los lagos, la cuenca de México quedó integrada artificialmente por medio tanto del Gran Canal del Desagüe como por el río Cuautitlán, a la cuenca del río Moctezuma, que forma parte de la región hidrológica del río Pánuco. La explotación de los recursos hídricos con propósitos de consumo humano e industrial provocaron la desaparición de los manantiales de las zonas aledañas. Durante el siglo XIX, desaparecieron los manantiales de Chapultepec. En el siglo XX, muchos de los manantiales de Xochimilco y Atlapulco fueron canalizados para abastecer de agua al centro de la ciudad hasta su agotamiento. Desde de la década de 1980, los canales de Xochimilco, Mixquic y Tiáhuac son alimentados con aguas tratadas de la planta del cerro de la Estrella.

El agua de los ríos que aún bajan al Distrito Federal es conducida al lago de Texcoco o al Gran Canal del Desagüe para ser drenada hacia el Golfo de México, a través del sistema Tula-Moctezuma-Pánuco. Los únicos cursos de agua que sobreviven en la entidad federativa nacen en la sierra de las Cruces o en el Ajusco, y son de poco caudal. Muchos de ellos corren entre barrancas que han sido ocupadas por asentamientos humanos, lo que pone en peligro tanto a los habitantes como a los ecosistemas asociados al río. Ejemplos de estos ríos son: San Joaquín, Tacubaya, San Ángel, Barranca del Muerto, Los Remedios, Río Hondo, Mixcoac, Magdalena, etc. El más largo de estos ríos es el Magdalena, que corre por el área protegida de Los Dinamos, antes de ser entubada y desembocar en el río Churubusco.

## Relieve

| Principales elevaciones del Distrito Federal |       |
|--|-------|
| <i>Cumbres del Ajusco</i>                    |       |
| Nombre                                       | msnm  |
| Volcán <u>Ajusco</u>                         | 3 930 |
| Volcán <u>Tláloc</u>                         | 3 690 |
| Volcán <u>Pelado</u>                         | 3 620 |



|                      |       |
|----------------------|-------|
| Volcán Cuauhtzín     | 3 510 |
| Volcán Chichinautzín | 3 490 |

Según el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el territorio del Distrito Federal se localiza en la provincia geológica de Lagos y Volcanes del Anáhuac. El límite norte del Distrito Federal está dado por la sierra de Guadalupe del que forma parte el cerro del Tepeyac. Hacia el centro oriente del Distrito Federal se localiza la sierra de Santa Catarina, una cadena de volcanes apagados cuyo punto más alto es el volcán de Guadalupe o El Borrego, que se eleva a 2780 msnm. En algunas descripciones de la geografía capitalina se suele incluir al cerro de la Estrella como parte de la sierra de Santa Catarina.

La planitud del Valle de México, en el que se asienta la mayor parte de los habitantes del Distrito Federal sólo es interrumpida por pequeñas lomas y cerros, de los cuales destacan el Peñón de los Baños, localizado cerca del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. Más al sureste, en la salida a Puebla, se levanta el Peñón Viejo.

En el poniente de la ciudad se levanta el cerro de Chapultepec. Es un pequeño monte que marca el inicio de las serranías que recorren desde el oeste hasta el sureste el Distrito Federal, y separan al Valle de México de los valles de Toluca y de Morelos. La sierra de las Cruces es parte de ese sistema, de ella bajan la mayor parte de los ríos que aún surcan el Distrito Federal.

Al oriente de la sierra de las cruces se encuentra el volcán Ajusco, que es la cumbre más elevada del Distrito Federal, y da su nombre a la serranía que cierra la cuenca de México por el sur. Está cadena montañosa pertenece al Eje Neovolcánico y también recibe el nombre de sierra de Ajusco-Chichinautzín. Entre otros, forman parte de ella los volcanes Xitle, Chichinautzín, Tláloc y Teuhtli. La serranía del Ajusco aloja varios valles de tierra fría en los que sus pobladores practican la agricultura de trigo, avena y maíz. De ellos los más importantes es la meseta donde se asienta Parras, en Tlalpan; y el valle de Milpa Alta, que sube desde Tecómilt hasta San Pedro Atocpan, entre las faldas de los volcanes Teuhtli y Tláloc.

#### Clima y medio ambiente

Por su altura sobre el nivel del mar, el Distrito Federal posee climas que van desde el templado hasta el frío húmedo y tundra alpina en las partes más altas de las sierras del sur.

La zona urbana presenta un clima templado lluvioso, 16.6 °C de media, con temperaturas máximas superiores a 28 °C en algunos días del final de la primavera; en algunos días del invierno las temperaturas bajan a 0 °C en el centro histórico de la ciudad, a -1 °C en la UNAM y a -5 °C en zonas periféricas. La temporada húmeda en el Distrito Federal abarca de mayo a noviembre, si bien la pluviosidad es mayor entre los meses de junio y agosto. El patrón de las lluvias indica que son más abundantes mientras mayor sea la altitud de un sitio. Por ello, las partes bajas cercanas al vaso del lago de Texcoco suelen ser más secas que las cumbres del Ajusco. De igual manera, la altitud condiciona la temperatura y los ecosistemas en el Distrito Federal. La zona que comprende el norte de Iztapalapa, los territorios de Iztacalco y Venustiano Carranza y el oriente de Gustavo A. Madero es la región más seca y templada.

En la ciudad pueden ocurrir fenómenos meteorológicos extremos como las granizadas, con una frecuencia anual promedio de tres episodios, y los tornados, que pueden ocurrir cada cierto tiempo. Las nevadas eran un fenómeno de ocurrencia esporádica hasta la década de 1920. El periodo entre 1878 y 1895 se caracterizó por presentar inviernos fríos,<sup>22</sup> de los cuales solo en 1880 no se presentó una tormenta invernal. A raíz de la casi extinción del lago de Texcoco y del crecimiento de la ciudad y con ello la isla de calor urbano, que causan mayores temperaturas y que ya no se presente el fenómeno de nevada por efecto lacustre, la probabilidad de que una nevada vuelva a ocurrir es prácticamente nula. La última nevada en la ciudad de México ocurrió en 1967, cuando la ciudad tenía una población de 7 millones de habitantes.



Compilado histórico de algunas nevadas importantes en la ciudad de México en los siglos decimonónico (19°) y vigésimo (20°)

- 15 de marzo de 1826
- 8 de febrero de 1881
- marzo de 1883
- 10 de marzo de 1891
- 2 y 7 de marzo de 1892
- enero de 1906
- diciembre de 1907
- enero de 1920
- 14 de marzo de 1940<sup>22</sup>
- 11 de enero de 1967

El avance de la mancha urbana ha puesto en peligro a todos los ecosistemas que existieron en el valle de México. Los primeros en padecer la depredación del género humano fueron los lagos. Asociados a ellos existieron arboledas de ahuejotes, una especie endémica de los lagos de México. También eran además el hogar de numerosas especies acuáticas, como el axolote o las garzas, que fueron perseguidas hasta su desaparición del valle de México.

De las montañas desaparecieron todas las especies mayores de mamíferos, especialmente los venados y algunos géneros de cánidos que fueron cazados para comercializar la carne o para defender el ganado. En las laderas y cuevas de los cerros se refugian especies más pequeñas, como los murciélagos, varios géneros de roedores y serpientes ponzoñosas y otras inofensivas.

Hacia la década de 1980, la situación ambiental de la Ciudad de México estaba al borde del desastre ecológico. El crecimiento de la actividad industrial hizo de la atmósfera de la otrora *región más transparente del aire* (según Alfonso Reyes Ochoa) una de las más contaminadas del planeta. El problema del abasto de agua se hizo más evidente, puesto que la ciudad no cuenta con fuentes propias y suficientes del líquido, y la demanda de la población y la industria superaban la oferta.

Entre las primeras medidas que se tomaron para aliviar un poco la situación estuvo la introducción de un sistema de medición de la calidad del aire (conocido como IMECA). Los resultados de la medición señalaban que la polución del aire podría acarrear problemas graves de salud a los habitantes de la capital. Por ello se tomaron medidas complementarias destinadas unas a la reducción de contaminantes atmosféricos, y otras a la recuperación ecológica del Distrito Federal. Por ejemplo, se implementó el programa *Hoy no circula*, para que las personas dejaran de usar sus automóviles una vez a la semana (dos, en los días que hubiese contingencia ambiental).

Como complemento de lo anterior, se recuperaron algunas regiones no urbanizadas del Distrito Federal. En 1986, más de la mitad del territorio capitalino fue declarado Área de Reserva Ecológica por el presidente Miguel de la Madrid Hurtado. En años posteriores se emitió igual declaración para otras zonas del D. F. A pesar de todo ello, la presión de la urbe mantiene en peligro las zonas protegidas del Distrito Federal.

La fuerza de gravedad en la Ciudad de México (incluyendo la Zona Metropolitana) es de 9.78 m/s<sup>2</sup>.



## VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

---

Por riesgo debe entenderse la incertidumbre de ocurrencia de una pérdida económica. Evidentemente, nunca podrán eliminarse todos los riesgos, puesto que si no existieran no sería necesaria la actividad empresarial o no habría beneficios, es decir una recompensa por el riesgo asumido.

Riesgo posible ocurrencia por azar de un acontecimiento, produce una necesidad económica.

### a) CLASIFICACIÓN DE LOS RIESGOS.

#### Riesgos de las propiedades:

- Incendio, explosión, vandalismo, robo, expropiación,
- Actos de la naturaleza, como el rayo, viento, lluvias, inundación o terremoto,
- Roturas de maquinaria e instalaciones, etc.

#### Riesgos personales:

- Accidente laboral o extra laboral,
- Enfermedad,
- Muerte,
- Incapacidad permanente,
- Secuestro.

#### Riesgos de reclamación judicial:

- Por la explotación del negocio, daños ocasionados por los productos o al medio ambiente,
- Por responsabilidades profesionales,
- Por accidentes de trabajadores, a causa de medidas de seguridad, etc.

#### Riesgos de ventas:

- Por cambios en los gustos o en las modas,
- Condiciones atmosféricas adversas,
- Publicidad inadecuada, o
- Por acontecimientos internacionales.

#### Riesgos de transporte:

- Daños a las mercancías en tránsito, por robo, destrucción, confiscación, deterioros, acciones de gobiernos extranjeros,
- En el almacenamiento de productos transportados por incendio, explosión o por gastos excesivos de almacenamiento, contaminación o mojaduras,
- Por información o normalización defectuosas.

#### Riesgos financieros:

- Por inversiones deficientes,
- Préstamos o deudas,
- Insolvencia de clientes,
- Autoseguro insuficiente.

#### Riesgos de producción y tecnológicos:

- Nuevas técnicas productivas,
- Derivados del sistema de ventas,
- Exceso o defecto de capacidad de una nueva planta,
- Dimensión inadecuada de stocks (stocks cero),
- Fallos en el diseño de la planta,



- Nuevos equipos sofisticados, obsolescencia.

Riesgos del medio ambiente o entorno económico o social:

- Ubicación de la planta en zonas socialmente peligrosas, (crimen, incendios, problemas, sociales, etc.),
- Inestabilidad política o relaciones internacionales en conflicto,
- Depreciación de moneda, devaluaciones o revalorizaciones.

La administración general, en teoría, puede encargarse del estudio de cualquier factor o peligro. Para esto cuenta con herramientas a su disposición, tales como; la asunción o retención del riesgo, el seguro o diversificación del mismo, entre otras. Utilizando una combinación de todas estas en función a costos, tipo de peligro, importancia de las pérdidas estimadas y la probabilidad de ocurrencia logrará una correcta evaluación del riesgo.

## b) CARACTERÍSTICAS DEL RIESGO

Puro: Es aquel que su ocurrencia siempre traerá una pérdida económica.

Incierto o aleatorio

Sobre el riesgo debe existir una relativa incertidumbre, su conocimiento haría desaparecer la aleatoriedad. En algunas ocasiones se sabe que ocurrirá, pero no se sabe cuándo.

Posible

Debe existir una posibilidad de riesgo, es decir, los riesgos que ampara la póliza deben "poder suceder".

Concreto

El riesgo ha de ser analizado en dos aspectos: cualitativo y cuantitativo.

Lícito

El riesgo que se asegure no deberá ir contra las reglas morales o de orden público, ni en perjuicio de terceros.

Fortuito

El riesgo debe provenir de un acto o acontecimiento ajeno a la voluntad humana de producirlo.

## LA EVALUACIÓN DE RIESGOS

Sin la evaluación, los riesgos simplemente son un conjunto de información sin sentido ni organización, y por lo tanto prácticamente inútil.

A través de la evaluación de riesgos, pretendemos descubrir qué tan grave en realidad es cada uno de los riesgos que hemos identificado. Esto nos ayudará a pensar también en sus posibles soluciones. Los objetivos fundamentales que se buscan en la evaluación de los riesgos son dos: la jerarquización de los riesgos y su análisis para establecer, en forma preliminar, la solución a los mismos.

Veremos lo que implican estos dos objetivos. Primero la jerarquización de los riesgos.

Hay que jerarquizar: cuáles son las situaciones más importantes y urgentes, e identificar las de menor importancia, haciéndolas esperar su turno, por decirlo así.

¿Cómo jerarquizar los riesgos de una empresa?

Los expertos en la materia señalan por lo menos tres dimensiones que deben tomarse en cuenta:

- a) La frecuencia, o sea la probabilidad de pérdida.
- b) La severidad de la pérdida: tanto la probable como la posible.



c) La variación observada entre ejercicios en la realización de las pérdidas.

Conocidos y tipificados los riesgos, estos se deben medir con base a dos factores: su frecuencia y su intensidad.

#### FRECUENCIA O PROBABILIDAD

- Registro de Eventos y daños (siniestros).
- Estudios probabilísticos y matemáticos.

#### INTENSIDAD

- Estimación de pérdidas económicas.

Es sabido que mediante estudios empíricos, propios o ajenos, o un análisis estadísticos, podemos lograr una distinción de clases de riesgos según la importancia de las pérdidas económicas previsibles que se pueden clasificar en:

- **Leves:** Aquellos cuya pérdida no perturba sensiblemente la economía de la empresa, suelen tener una desviación típica muy reducida y pueden ser asumidos íntegramente por la empresa.
- **Graves:** Aquellos cuya pérdida implica endeudamiento o ampliación de capital, presentan una desviación típica alta y pueden ser asumidos sólo bajo ciertas condiciones.
- **Catastróficos:** Aquellos que pueden producir la quiebra de la empresa, tienen desviación típica muy alta, es imprescindible su transferencia.

#### EVALUACIÓN MATEMÁTICA CON BASE A LA CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO URBANO Y MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL CIRCUITO INTERIOR DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

Debido a la carencia de estadística de accidentes y siniestros, por tratarse de un proyecto nuevo, la evaluación matemática solo puede realizarse con datos generales y las cualidades del proyecto.

#### PERSPECTIVA DEL BIEN ANALIZADO

La seriedad o magnitud del riesgo se calcula por medio de la fórmula indicadora de riesgo, en que se obtiene el valor numérico considerando tres factores:

$$\text{Índice de riesgo} = (\text{consecuencia}) (\text{exposición}) (\text{probabilidad})$$

1. La consecuencia de un posible accidente debido al peligro.
2. La exposición de la causa básica.
3. La probabilidad que la secuencia del accidente complete y consecuentemente lo que ocurrirá.

**Consecuencia:** El resultado más probable de un accidente debido al peligro que está bajo consideración, incluyendo daños materiales o personales. Los valores numéricos se asignan dentro de un rango que va desde 100 hasta 1, considerando desde una catástrofe hasta algo que pueda causar un daño confuso o insignificante.

**Exposición:** La frecuencia con que ocurre un peligro. La consecuencia del peligro es el primer indicio que podría iniciar la secuencia del accidente. La frecuencia con que ocurre un peligro, se le ha asignado un riesgo de 10 puntos hasta 0.5 a través de varios grados.

#### MÉTODO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS.

El método de EVALUACIÓN de riesgos utilizado es sencillo y cómodo, en el que se aplican los normogramas que propone el instituto internacional de control de pérdidas de Atlanta Georgia que orientan la magnitud del riesgo (gráfico 1)

## EVALUACIÓN DE LA MAGNITUD DEL RIESGO.

LA FÓRMULA APLICADA PARA el cálculo de la MAGNITUD DEL RIESGO, es la siguiente:

Probabilidad (P) x Exposición (E) x Consecuencias (C).

$$R = P \times E \times C$$

Los valores numéricos se asignan arbitrariamente a cada uno de los tres factores de la forma que a continuación se indica:

### FACTOR DE PROBABILIDAD.

Los valores dados para la probabilidad de que ocurra un suceso son los siguientes:

| Probabilidad  | Valor |
|---|-------|
| a) - Muy poco usual (ha ocurrido alguna vez)            | 1     |
| - imaginable , pero muy poco posible (no ha pasado aun) | 0.5   |
| - rarísimo  | 0.2   |
| b) - Puede ser anticipado (ocurre frecuentemente)       | 10    |
| - Muy posible   | 6     |
| - Poco usual pero posible ( ha ocurrido)                | 3     |
| c) Virtualmente imposible                               | 0.1   |

Estos valores fueron establecidos para tres puntos de referencia:

- Por definición, dado un valor de 1 a la ocurrencia rara que ha pasado en alguna parte.
- Por definición, dado un valor de 10 a la ocurrencia frecuente.
- Por definición, dado un valor de 0.1 a la ocurrencia apenas imaginable.

La puntuación entre estas tres definiciones está establecida por interpolación.

### FACTOR DE EXPOSICIÓN

|                                | Valor |
|--------------------------------|-------|
| Continua                       | 10    |
| Frecuente (diariamente)        | 6     |
| Ocasional (semanalmente)       | 3     |
| Poco usual (mensualmente)      | 2     |
| Raro (unas pocas veces al año) | 1     |
| Muy raro                       | 0.5   |
| Ninguna exposición             | 0     |



Tomando en cuenta los Riesgos a los cuales comúnmente están expuestas las obras de construcción y trasladándolos a las características cualitativas del PROYECTO DE MEJORAMIENTO URBANO Y MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL CIRCUITO INTERIOR DE LA CIUDAD DE MÉXICO, así como la experiencia global del sector de la construcción y la experiencia del contratista en este tipo de proyectos, se analizaron principalmente la exposición de los riesgos que se mencionan a continuación.

#### Riesgos identificados y analizados.

- A) Riesgos de la naturaleza:
- B) Riesgos geológicos (sísmico, volcánico, deslizamiento de laderas).
- C) Fenómenos Hidrometeorológicos.
- D) Responsabilidad Civil
- E) Riesgos inherentes (Incendio, Robo, Huelgas, Rotura de Equipo, vandalismo)

#### Introducción.

El territorio nacional se encuentra sujeto a gran variedad de fenómenos que pueden causar desastres. Por ser parte del llamado Cinturón de Fuego del Pacífico, el país es afectado por una fuerte actividad sísmica y volcánica. Dos terceras partes del país tienen un riesgo sísmico significativo, que se debe principalmente a los terremotos que se generan en la Costa del océano Pacífico, en la conjunción de las placas tectónicas de Cocos y de Norteamérica. Del sinnúmero de volcanes que han existido en las distintas épocas geológicas en el territorio, catorce de ellos han hecho erupción en tiempos históricos y se consideran activos o representan zonas activas.

La ubicación del país en una región intertropical, lo hace sujeto a los embates de huracanes que se generan tanto en el océano Pacífico como en el Atlántico. Los efectos de estos fenómenos, en términos de marejadas y vientos, se resienten principalmente en las zonas costeras del Pacífico, del Golfo y del Caribe; las lluvias intensas que estos fenómenos originan pueden causar inundaciones y deslaves no sólo en las costas sino también en el interior del territorio. De los 25 ciclones que en promedio llegan cada año a los mares cercanos al país, cuatro o cinco suelen penetrar en el territorio y causar daños severos. También se presentan lluvias intensas, con las consecuentes inundaciones y deslaves importantes, y con mucha frecuencia de manera independiente de la actividad ciclónica, debido a las tormentas que se generan en la temporada de lluvias. En sentido opuesto, la escasez de lluvia se resiente en diversas regiones que, cuando se mantiene por periodos prolongados, da lugar a sequías que afectan la agricultura, la ganadería y la economía en general. Asociados a la escasez de lluvia están los incendios forestales que se presentan cada año en la temporada de secas y que en determinados años alcanzan proporciones extraordinarias, ocasionando pérdidas de zonas boscosas y daños diversos.

Los tipos de desastres anteriores tienen como origen un fenómeno natural, por lo que se les suele llamar desastres naturales, aunque en su desarrollo y consecuencias tiene mucho que ver la acción del hombre. Otro tipo de desastre se genera directamente por las actividades humanas y principalmente por la actividad industrial que implica frecuentemente el manejo de materiales peligrosos. Estos se han definido como desastres antrópicos (causados por el hombre) o tecnológicos. En México la progresiva industrialización, aunada a las carencias socioeconómicas, ha dado lugar a un aumento acelerado de los accidentes por el manejo, transporte y disposición de productos peligrosos.

Los distintos fenómenos y los desastres que éstos generan se tratarán con mayor detalle más adelante; el propósito de esta descripción inicial es resaltar la amplitud de la problemática y la gravedad de sus posibles consecuencias.

Como ejemplo, baste citar el sismo de 1985; la erupción del volcán Chichonal en 1982 y la constante actividad de los volcanes Popocatepetl y Colima; el huracán Pauline en 1997 y las graves inundaciones y deslaves que se presentaron en octubre de 1999, sobre todo en los estados de Tabasco, Veracruz, Puebla e Hidalgo; los extensos incendios forestales de 1998, así como los accidentes debidos al descontrol del pozo Ixtoc en 1979, a las explosiones de los depósitos de gas de San Juan Ixhuatepec en 1984 y del drenaje de la ciudad de Guadalajara en 1992. Y muy recientemente los deslaves en Michoacán y las inundaciones en los estados de Veracruz, Tabasco y Oaxaca.

#### 1.- RIESGOS DE LA NATURALEZA.

La historia del hombre abarca procesos políticos, sociales, culturales y económicos, pero estos no escapan al embate de la naturaleza. Los distintos fenómenos que han ayudado a generar la geografía que hoy conocemos se han hecho presentes en múltiples ocasiones para demostrarnos que somos vulnerables, que no comprendemos en forma adecuada el entorno que nos rodea y que no hemos sabido adaptarnos para minimizar el impacto de dichos fenómenos.

A lo largo del último siglo los factores tales como la explosión demográfica, las migraciones de población desde zonas rurales hacia zonas urbanas y la falta de opciones para el mejoramiento de la calidad de vida que caracterizan a nuestro país ha propiciado la generación de condiciones especiales que nos tornan vulnerables a los fenómenos de la naturaleza. Los asentamientos humanos en zonas de barrancos, en zonas aledañas a las riberas de los ríos y en zonas cada vez más



cercanas a los conos volcánicos nos indican que estamos desafiando a la naturaleza, que le estamos recortando su campo de acción. Los cada vez más frecuentes desastres naturales son un indicativo de que debemos reconocer que vivimos en un entorno dinámico, lleno de fenómenos naturales y que debemos, de nuevo, aprender a respetar a la naturaleza.

En forma paralela, el uso indebido de suelos, la tala immoderada de bosques y la contaminación ambiental son procesos sociales que a su vez están propiciando las condiciones para propiciar mayores desastres. Sin embargo, debido a que no conocemos en forma adecuada el comportamiento de la naturaleza y debido a que la naturaleza se toma su tiempo en actuar, hemos seguido una forma de vida en la cual postergamos indefinidamente la preocupación de entender en mejor forma el accionar de la naturaleza en pro de lo que llamamos vivir o sobrevivir.

Por otra parte las condiciones cada vez mayores de pobreza en el istmo forzan a la población a vivir en zonas cada vez de más alta amenaza. El asentamiento en zonas de alta amenaza, en el pasado rechazadas por los moradores locales dado su conocimiento histórico, se toma ahora en un proceso conocido como riesgo que culmina en un producto llamado desastre.

Ante tales circunstancias es necesario detenerse un poco para analizar la situación; comprender la dimensión de la evolución social en el cual estamos embarcados y corregir el rumbo. La presencia de desastres de la magnitud de los causados por los recientes terremotos, por los huracanes y por otros fenómenos naturales la debemos entender en términos muy simples:

- Existen infraestructuras de casi cualquier tipo en casi cualquier sitio, sin identificar las amenazas naturales existentes en los sitios escogidos.
- Existen infraestructuras sin normas de construcción y con materiales no adecuados para el entorno que nos rodea.
- Se ha modificado el entorno natural, el ambiente, de tal forma que ahora se ha vuelto una amenaza socio-natural.

Estos tres factores combinados han generado las condiciones necesarias para que se presenten los desastres, no como eventos naturales, sino como eventos sociales disparados por fenómenos naturales.

El objetivo de este estudio es ayudar a **OPERADORA Y MANTENEDORA DEL CIRCUITO INTERIOR, S. A. DE C. V.** A identificar el entretizado de las amenazas naturales y algunas vulnerabilidades sociales para dimensionar el impacto de los desastres causados por los fenómenos naturales. Como resultado se obtendrá una panorámica que permitirá establecer estrategias para planificar un desarrollo más sostenible.

Mediante la cuantificación el riesgo se podrá hacer una planificación estratégica para reducirlo en su contexto nacional. La capacidad de dimensionar la magnitud del riesgo y su composición permitirá a las distintas autoridades e instituciones conformar equipos multidisciplinarios y recursos para reducir los riesgos a niveles aceptables.

## 1.1 Riesgos geológicos.

### Geológicos

- Vulcanismo
- Sismos y terremotos
- Deslizamiento de laderas, desprendimientos de rocas y flujos de lodo
- Fallamiento, agrietamiento y hundimiento
- Maremotos y tsunamis

#### A) Riesgo volcánico.

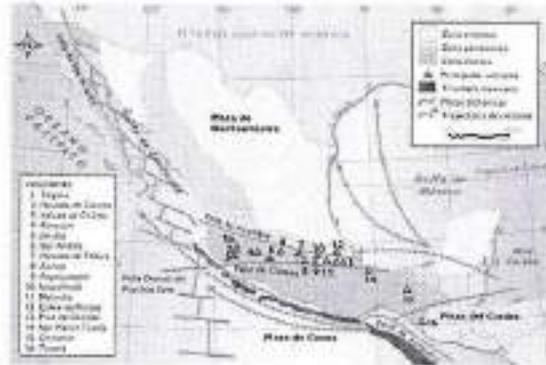
El Eje Neovolcánico, también conocida con los nombres de Eje Volcánico Transversal, Sierra Volcánica Transversal, Cordillera Neovolcánica y Sierra Nevada, es una cadena de volcanes ubicada en México, se extiende de costa a costa, cerca del paralelo 19° N, desde las islas Revillagigedo en el Océano Pacífico hasta el Golfo de México, y pasa por los estados de: Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, México, Hidalgo, Distrito Federal, Morelos, Tlaxcala, Puebla y Veracruz, en la región de Los Tuxtlas.

En líneas generales, la Cordillera Neovolcánica "corre" latitudinalmente unos 880 kilómetros de oeste a este hacia la latitud del paralelo 19°N, con ramales en torno al Anáhuac que alcanzan al paralelo 20°N, extendiéndose prácticamente con una anchura media de 180 kilómetros desde el océano Pacífico, desde las cercanías de la desembocadura del río Grande de Santiago hasta el Golfo de México, en la parte media de Nayarit, formando estas montañas con un nudo de cierre entre la



Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre Oriental, encuadrando por el sur a la gigantesca conurbación de la Ciudad de México y teniendo casi en sus faldas a otras importantes ciudades: Tapic(Colima, Uruapan del Progreso, Morelia, Pátzcuaro, Ciudad Hidalgo, Toluca de Lerdo, Puebla de Zaragoza, Orizaba, Tehuacán y la Córdoba mexicana). De este modo, tal cordillera se desplaza por los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Tlaxcala, la parte norte de Morelos (que sirve como frontera natural de este estado con la Ciudad de México), el norte de Oaxaca y el oeste de Veracruz, con importantes ramales en los estados de Querétaro y en Hidalgo, quedando casi en su centro el Distrito Federal.

Faja Volcánica Mexicana (FVM).



## Fisiografía del Distrito Federal

El Distrito Federal está enclavado en la provincia fisiográfica Eje volcánico, con la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac; su territorio está distribuido sobre nueve sistemas de topóformas:

- Sierra volcánica con estrato volcanes. Que abarca casi el 42% en la parte sur de la entidad, así como en el centro y oriente de la delegación Iztapalapa.
- Sierra volcánica de laderas escarpadas. Al occidente, en las delegaciones Cuajimalpa de Morelos, La Magdalena Contreras y sur de la delegación Álvaro Obregón.
- Sistema escudo volcán. Al extremo norte.
- Lomerío. Con una mínima representación (menos del 1%), al norte.
- Lomerío con cañadas. Que abarca la delegación Miguel Hidalgo y norte de las delegaciones Cuajimalpa de Morelos y Álvaro Obregón.
- Meseta basáltica malpais. Al centro y sureste, básicamente en parte de las delegaciones Tlalpan, Xochimilco, Coyoacán y en forma mínima en Milpa Alta.
- Llanura aluvial. Franja que se extiende de noroeste a este, también en las partes norte y este.
- Llanura lacustre. Extensión de más del 20% del Distrito Federal, ubicada en la parte nor-oriental.
- Llanura lacustre salina. Principalmente sobre el límite noreste colindando con el Estado de México.





La comprensión del fenómeno volcánico en México ha tenido un gran desarrollo durante los últimos 32 años a partir de la erupción catastrófica del volcán Chichón en el Estado de Chiapas. Esta erupción aunada a las erupciones de los volcanes de Colima y sobretodo del volcán Popocatepetl, iniciada el 21 de diciembre de 1994, han atraído la atención de las autoridades. Esta atención ha permitido el desarrollo de los estudios vulcanológicos para estudiar los volcanes activos. Actualmente, sabemos por ejemplo, que la Ciudad de México se encuentra asentada sobre los depósitos producidos por dos grandes erupciones prehistóricas, originadas hace 14,500 años, en el Volcán Popocatepetl (Siebe et al., 1995; 1996) y hace 10,500 años, en el Volcán Nevado de Toluca (Arce et al., 2003) (Fig. 2). Ambas erupciones formaron columnas eruptivas verticales compuestas por ceniza, rocas, piedra pómez y gases que ascendieron a más de 25 km de altura, para después ser desplazadas por los vientos dominantes, en ambos casos, hacia la Ciudad de México. Estos volcanes representan una amenaza potencial para más de 25 millones de personas que habitan el área metropolitana de la Ciudad de México, por lo que se debe estudiar y conocer el peligro que estos dos volcanes representan.

Considerando la remota posibilidad de un evento mayor del Popocatepetl, los efectos más serios de una erupción grande están marcados en el Mapa de Peligros Volcánicos del Popocatepetl, que ha sido publicado por el Instituto de Geofísica de la UNAM. Se limitarían a la cercanía del volcán, sobre radios del orden de 20 a 30 km. Un evento de esta naturaleza debería ser previsto por los sistemas de detección y monitoreo del volcán con anticipación suficiente para tomar medidas preventivas. En las grandes ciudades, como México, D.F., cuyo centro se encuentra a 72 km. del cráter del volcán, Puebla a unos 43 km., Cuernavaca a 63 km. o Tlaxcala a 53 km., los efectos de tal evento se limitarían a los problemas derivados de lluvias de cenizas volcánicas, similares a las del 30 de junio de 1997, pero más fuertes y con una proporción mayor de cenizas más gruesas.

Esto significa que en este escenario, en las grandes ciudades podrían esperarse lluvias de ceniza que pudieran causar molestias importantes a sus habitantes, pero de ninguna manera pueden esperarse efectos desastrosos como ríos de lava, grandes terremotos u otros fenómenos destructivos como aparecen en algunas películas de ficción.



Una lluvia considerable de ceniza producida por un evento eruptivo de grandes dimensiones podría llegar a producir un escenario como el siguiente en las grandes ciudades:

- Oscurecimiento parcial o total de la luz del día, por bloqueo de la radiación solar causado por el hongo o sombrilla de ceniza producida a gran altitud durante una erupción de gran escala. Considerable actividad de rayos y relámpagos en esta nube.
- Lluvia de ceniza (a temperatura ambiente) proveniente de esa nube. Esta lluvia puede persistir por varias horas y contener ceniza muy fina, arenilla y algunos fragmentos de pómez de varios milímetros.
- Aumento en la probabilidad de lluvia normal de agua, mezclada con la lluvia de ceniza.

Los efectos esperados y las precauciones ante tal escenario son:

- Aunque el oscurecimiento no representa riesgo alguno para la población, su impacto psicológico puede ser considerable. Debe guardarse la calma. El riesgo asociado a la actividad de rayos es similar al que se presenta en una tormenta meteorológica "normal". Esta actividad eléctrica puede producir una interferencia considerable sobre las comunicaciones radioeléctricas.
- La ceniza no es tóxica por sí misma, pero sí es abrasiva, por la pómez que la forma. La inhalación prolongada de esas cenizas o su caída en los ojos debe evitarse, por su carácter irritante y erosivo. Lo más conveniente es permanecer bajo techo, en el hogar o en el trabajo, hasta que disminuya la caída de ceniza.  
Los efectos sobre las naves aéreas pueden ser graves, por lo que la navegación aérea debe ser suspendida.  
El uso descuidado de otro tipo de motores y compresores que no estén adecuadamente protegidos se puede traducir en daños internos de maquinaria. Debe tenerse cuidado al limpiar superficies delicadas, pues la ceniza las raya fácilmente.  
Debe evitarse la acumulación excesiva de ceniza en techos, barriéndola y guardándola en bolsas.  
No debe tirarse al drenaje, porque se cementa con facilidad y puede bloquearlo. Si llueve durante o después de la caída de ceniza, el lodo resultante es resbaloso.  
Hay que extremar precauciones al conducir.  
La acumulación de ceniza húmeda en conductores eléctricos puede provocar cortos circuitos, o la electrificación del suelo si son de alta tensión. Deben taparse los depósitos de agua y comida para evitar que les caiga ceniza. Aunque no es tóxica, tampoco es sana y no es digestible, por lo que debe evitarse su ingestión.

En general, las ciudades grandes: Distrito Federal, Puebla, Cuernavaca, debemos considerar que:

En la ciudad no tiene el riesgo de ser afectados por la lava ni por el material incandescente, debido a la distancia que la separa del volcán y los obstáculos naturales del terreno.

Dependiendo de la dirección del viento, algunas zonas se verían afectadas por la caída de cenizas ya frías. Este fenómeno podría oscurecer el cielo y alarmar a muchas personas, aunque vivan lejos del volcán, si no saben de qué se trata, ya que puede ser impresionante.

#### DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE AMENAZAS POR ERUPCIÓN VOLCANICA.

##### a) Sismicidad:

La generación de sismos en áreas volcánicas se puede dar por el movimiento de magma y la formación de fracturas asociadas, explosiones volcánicas, movimientos de masa a gran escala y esfuerzos tectónicos. En general los sismos asociados a actividad volcánica raramente rebasan los 5.0 Richter de magnitud, la mayor parte son de magnitudes alrededor de 2.0 los cuales no causan daños en sitios alejados del volcán.

##### b) Flujos piroclásticos:

Los flujos piroclásticos son masas secas y calientes (de 300° a más de 800° C) de escombros piroclásticos y gases que se movilizan rápidamente a ras de la superficie a velocidades con un rango de 10 a varios cientos de metros por segundo. Se encuentran entre los eventos volcánicos más peligrosos. Los grandes flujos piroclásticos puniticos



compuestos mayoritariamente por lapilli (escoria) y ceniza pueden extenderse muchos kilómetros de distancia de sus centros de emisión y pueden cubrir miles de kilómetros cuadrados. El gran volumen de su masa y velocidad permite a estos flujos sobrepasar barreras topográficas, por lo tanto, tienen la capacidad de afectar áreas que yacen fuera de las cuencas hidrográficas cuyas cabeceras apuntan hacia el volcán fuente. Debido a su masa, alta temperatura, alta velocidad y gran movilidad potencial, los flujos piroclásticos y las oleadas piroclásticas asociadas presentan una amenaza de muerte por asfixia, enterramiento, incineración e impacto.

c) Bomba:

Material rocoso de dimensiones mayores a 64 milímetros y que pueden alcanzar diámetros de hasta varios metros. El peligro de los proyectiles balísticos está dado, principalmente, por la fuerza del impacto de los fragmentos que caen. El peligro de impacto por grandes fragmentos es máximo cerca al cráter y decrece al incrementarse la distancia desde el mismo.

d) Caída de tefra:

La tefra está constituida por fragmentos de rocas y lava que han sido expulsados hacia la atmósfera y que luego caen nuevamente sobre la superficie terrestre. La tefra varía de tamaño desde ceniza (menores a 2 mm), a lapilli (2-64 mm), hasta bloque y bombas (mayores a 64 mm). Las caídas de tefra constituyen el producto de mayor alcance derivado de erupciones volcánicas. La caída de tefra puede provocar el colapso de techumbres, destruir líneas de transmisión de energía y comunicación y dañar o sepultar la vegetación.

e) Flujos de lava:

La morfología de las extrusiones de lava está determinada por la tasa de emisión, por la pendiente de la superficie sobre la cual la lava se derrama y por la viscosidad de ésta. De estos factores, el primero es el más importante. Dadas las bajas velocidades de los flujos de lavas, el peligro por estos flujos es bajo. El mayor peligro relacionado a flujos de lava representa el daño parcial o la destrucción total por enterramiento, trituración o incendio, de todo lo que éstos encuentran a su paso.

f) Lahar:

Los lahares (aluviones de origen volcánico) y las crecidas son mezclas de escombros rocosos, movilizadas por agua, que fluyen rápidamente y se originan en las pendientes de los volcanes. Especialmente es peligroso en las zonas tropicales y lluviosas, ya que por el contacto con lava, o bien por un flujo piroclástico puede desencadenarse la formación de un lahar. Estos amenazan las vidas humanas y las propiedades tanto cerca de los volcanes como en los valles que los drenan. Debido a la alta densidad de los componentes, como por su velocidad, los lahares pueden destruir la vegetación y hasta estructuras importantes a lo largo de sus rutas, tales como puentes, carreteras, viviendas, etc. Los depósitos de los lahares pueden enterrar obras de infraestructuras y campos cultivados, también pueden rellenar cauces de ríos.

g) Gases/luvia ácida:

El magma contiene gases disueltos, los cuales escapan hacia la atmósfera, tanto durante las erupciones como mientras el magma permanece estacionado cerca de la superficie. Los gases también pueden ser emitidos por sistemas hidrotermales. El gas volcánico más abundante es el vapor de agua. Otros gases importantes incluyen el dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxidos de azufre, ácido sulfhídrico, cloro y flúor. El anhídrido carbónico y el monóxido de carbono son inodoros y, al contrario de los otros gases tóxicos, no pueden ser detectados por las personas. El monóxido de carbono es venenoso y el anhídrido carbónico, que es más denso que el aire, se puede acumular en zonas bajas o depresiones topográficas y llegar a asfixiar a cualquier ser humano o animal que penetre en el área. Los compuestos de azufre, cloruros y fluoruros reaccionan con el agua para formar ácidos venenosos, los cuales, aún en concentraciones bajas, son nocivos para los ojos, la piel y el sistema respiratorio de seres humanos y animales.

Dependiendo de su concentración y del tipo de vegetación, estos ácidos pueden causar daño y hasta liquidar la vegetación, también pueden destruir tejidos textiles y metales. Los efectos de un gas volcánico están relacionados directamente a su concentración, la cual decrece con la distancia desde su punto de emisión, ya que el gas es diluido por el aire.



#### h) Efectos generales de la ceniza volcánica sobre las poblaciones.

Las cenizas volcánicas son perjudiciales por diferentes motivos y se introducen por todos lados en el interior de viviendas, lugares de trabajo, estudio, etc.

La ceniza es diferente del polvo que diariamente encontramos en la casa: su estructura cristalina es filosa y produce raspaduras, desgastando las superficies al limpiarlas frotando o cepillando. También son dañinas para los vehículos. La lluvia puede ayudar a lavar a la ceniza de techos y demás superficies, pero también genera obstrucción y daños en canaletas, desagües pluviales, acumulación de ceniza en áreas deprimidas, entre otros problemas.

La ceniza humedecida aumenta a más del doble de su peso en seco y puede generar colapso de techos y caída de canaletas.

Los depósitos de ceniza empapados pueden endurecerse formando costras que se adhieren mucho a las superficies, dificultando el proceso de limpieza y generando la obstrucción de cañerías, red de agua pluvial, sistemas de cloacas y alcantarillado de las calles.

Es importante que se evite que el polvo de cenizas entre en las cañerías de desagües, pluviales y/o cloacas.

Es aconsejable solicitar que la gente separe la ceniza volcánica de la basura normal para la colección y la deposición de ceniza. La mezcla con la basura normal puede generar daños en vehículos de recolección de residuos y, además, incrementa enormemente el volumen a ocupar en los sitios asignados.

Las cenizas deben ser llevadas a sitios apropiados para evitar que el viento disperse la ceniza nuevamente y en lugares que estén situado a distancia de cursos fluviales o sobre niveles freáticos, que podrían ser afectados por lavado de la ceniza que arrastraría el material fino y/o sustancias químicas que generen perjuicio a los acuíferos.

Dado a la localización del PROYECTO DE MEJORAMIENTO URBANO Y MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL CIRCUITO INTERIOR DE LA CIUDAD DE MÉXICO, la presencia de este riesgo se considera como crítica, sin embargo, de presentarse este riesgo en las cercanías, causaría daños de medios a bajos y de consecuencias no aceptables debido a la caída de cenizas, además de acuerdo con la exposición de valores, lo consideramos como alto el impacto financiero, ya que se puede tener un paro en las obras, por lo que sugerimos que los seguros que se contraten para el proyecto consideren la cobertura de riesgo volcánico de acuerdo con el PML estimado.

Un análisis de las amenazas principales asociadas a las erupciones volcánicas y los niveles de riesgo, se representan en la siguiente tabla:

| AMENAZA             | DISTANCIA (Km) | AREA AFECTADA (Km <sup>2</sup> ) | NIVEL DE RIESGO |
|---------------------|----------------|----------------------------------|-----------------|
| Sismicidad          | 5              | 10                               | Bajo            |
| Flujo piroclástico  | 5-10           | 10-20                            | Alto            |
| Bomba               | 2-5            | 10                               | Medio           |
| Caída de tefra      | Más de 10      | Más de 1.000                     | Medio           |
| Flujo de lava       | 3-10           | 2                                | Bajo            |
| Lahar               | 10-20          | 10-20                            | Alto            |
| Gases/lleuvia ácida | 20-30          | 1.000                            | Medio           |



## B) RIESGO SISMICO.

Por su ubicación geográfica, México se encuentra sujeto a diversos fenómenos naturales que pueden derivar en casos de desastre; entre las calamidades a las que mayormente está expuesto el territorio nacional resaltan los sismos, que en el transcurso de la historia han sido de significación especial, tanto por su frecuencia como por los daños que han ocasionado, particularmente los ocurridos en la ciudad de México en septiembre de 1985.

En la dinámica de la naturaleza de nuestro país, la presencia de fallas geológicas activas y la acción de las placas tectónicas son factores siempre presentes. En la ciudad capital, y en otras ciudades del país, a estos elementos se adicionan características adversas del subsuelo y gran densidad poblacional, que propician riesgo sísmico.

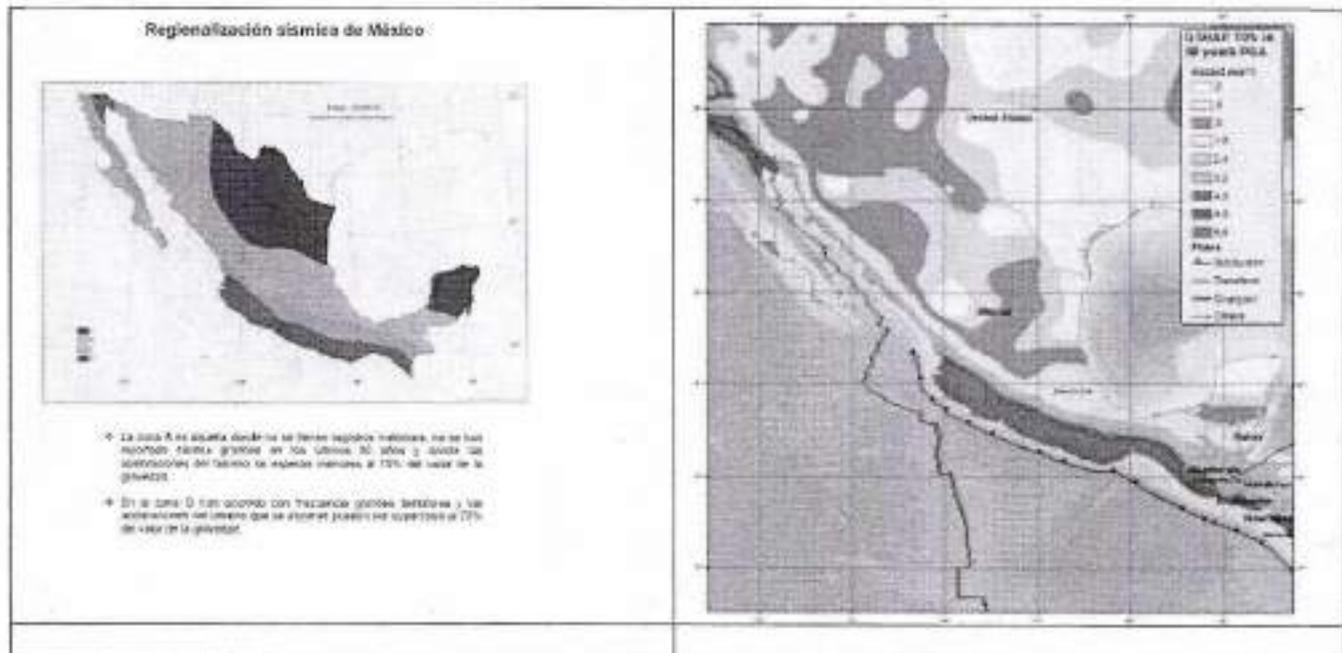
Se puede observar que nuestro país está integrado a una gran zona generadora de sismos, y que seguramente éstos han ocurrido durante millones de años.

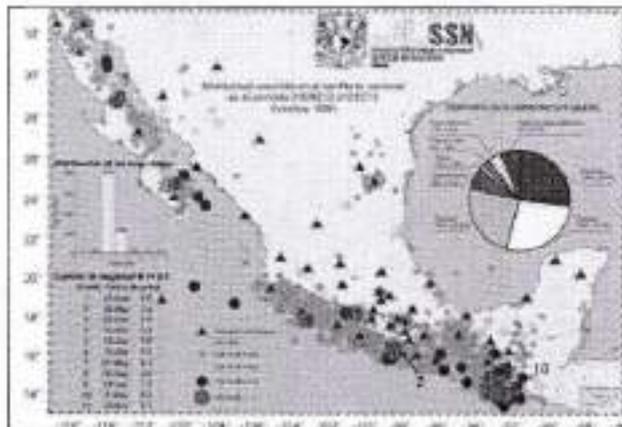
Los epicentros de la mayor parte de los terremotos de gran magnitud (mayores de 7, por ejemplo), que ocasionan grandes daños, se ubican en la costa del Pacífico, a lo largo de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Sin embargo, también han ocurrido grandes sismos en el centro y el sur de Veracruz y Puebla, norte y centro de Oaxaca y Chiapas, Estado de México y la península de Baja California, especialmente en la zona fronteriza con los Estados Unidos.

En los estados de Zacatecas, Durango, Sinaloa y Sonora, la sismicidad es más bien escasa; a fines del siglo XIX, en este último estado ocurrió un sismo de magnitud 7.3. En los estados restantes no se han originado movimientos sísmicos de importancia, aunque algunos (por ejemplo Nayarit, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Tlaxcala y Tabasco) llegan a ser afectados por los grandes sismos que se originan en otras regiones.

El territorio mexicano está clasificado según el peligro sísmico al que están sujetas las construcciones o edificaciones. Se han delimitado cuatro zonas: A, B, C y D, cuyo peligro es de menor a mayor. Básicamente se determinaron en función de la sismicidad propia de cada región.

A esta clasificación se le conoce como regionalización sísmica y tiene como objetivo principal, junto con manuales de obras civiles, proporcionar a los diseñadores y constructores la información necesaria para el cálculo de valores para diseño de obras, de tal manera que resulten suficientemente seguras y su costo no sea excesivo. Se advierte que esta regionalización es aplicable a estructuras construidas en terreno firme; no se toma en cuenta el fenómeno de amplificación del movimiento sísmico por efecto de suelos blandos. Esto puede ser decisivo para el peligro sísmico de algunos lugares, como la ciudad de México.





Sismicidad de México del 2012



Mapa que muestra la intensidad sísmica en el Distrito Federal y en los Estados de Guerrero, Morelos y Puebla



Zonificación sísmica de acuerdo con el Instituto de Ingeniería de la UNAM



Zonificación sísmica de acuerdo con la Asociación Mexicana de Instituciones de seguros.

- Puente Molinos Revolución zona sísmica
- Paso deprimido Río Mixcoac Insurgentes
- Distribuidor Vial Tlalpan
- Puente Tezontle y Río Churubusco
- Puente Av. Plutarco Elías Calles y Río Churubusco
- Adecuación Calle Oriente 106

- F
- F
- G
- H1 y H2
- H2
- H2

## VULNERABILIDAD SÍSMICA DE PUENTES URBANOS

En México no se ha dado prioridad a la investigación sobre el comportamiento sísmico de puentes como la que se ha dedicado a los edificios, prueba de ello es que no existe una práctica establecida común en el diseño sísmico de puentes, lo que se atribuye a una carencia de normatividad nacional específica que permita justificar los criterios de diseño empleados. Lo anterior representa un riesgo para la población al no poderse definir el nivel de seguridad que guardan estas obras ante la acción del sismo, las cuales son vitales para la comunicación y que su falla o mala operación generan daños colaterales a la población, tales como: problemas de tráfico, pérdidas económicas que repercuten en varios sectores de la sociedad, dificultad del personal de protección civil o de alguna otra institución de auxilio para llegar a sitios donde se requiera atender los siniestros producidos por el sismo.



En otros países los puentes han evidenciado un mal comportamiento sísmico, tal como ocurrió durante los eventos sísmicos de Northridge (1994), Kobe (1995), ChiChi (1999), entre otros (Rivera, 2005). En la mayoría de estos sismos el colapso de los puentes se atribuyó a la falla predominante de sus columnas lo que demuestra que son elementos estructurales altamente vulnerables a la acción del sismo en comparación con otra parte de la estructura.

En la República Mexicana se han reportado daños moderados en puentes durante sismos pasados, como los de Michoacán (1985) y Manzanillo (1995), suficientes para interrumpir el tránsito vehicular. Así, se han podido apreciar daños en muros de contención, daños en juntas de dilatación, falla en la unión de la columna y su cabezal, y fallas en topes de las pilas que impiden el deslizamiento lateral de la superestructura (Román *et al.*, 1999; Orozco J. M. y Hernández I. E., 2005).

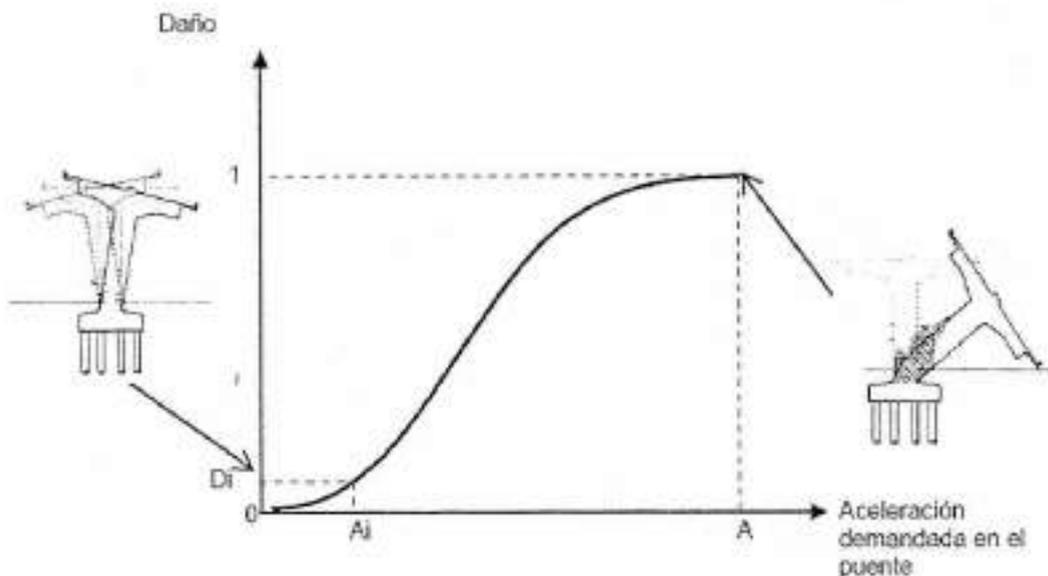
De acuerdo a estudios de impacto socio-económico, durante la ocurrencia de sismos relativamente recientes en el país, tales como: Tehuacán (1999), Oaxaca (1999) y Tecmán (2003), el sector comunicaciones y transportes, dentro del cual se involucran los puentes, registra menos costos de daños en comparación con otros sectores en los que son elevados sus montos, como son: vivienda, infraestructura escolar y de salud, principalmente. Sin embargo, dentro del sector de comunicaciones y transportes, los daños en puentes tienen un fuerte impacto socio-económico, pese a que no llegan a colapsarse por la excitación sísmica, por las razones que se comentan a continuación.

Se tienen evidencias que cuando algún puente presenta daños en la estructura, se interrumpe el tráfico carretero por algunos días al quedar pendientes sus reparaciones, lo que genera pérdidas indirectas debido a los costos adicionales en que incurren los transportistas al utilizar rutas alternas y mayor pérdida de tiempo en el transporte, durante el lapso de interrupción (Bitrán, 2000).

En otros casos suele suceder que el mayor monto de las afectaciones en las vías de comunicación se las puede llevar un puente, tal como sucedió en el puente Coahuayana, durante el sismo de Tecmán (2003), en la que la destrucción total de los topes antisísmicos en los 13 apoyos dio lugar a un costo del 56 % del total destinado en materia de vías de comunicación (Dirección de Investigación, 2004).

Lo anterior hace notar que para un nivel de daño mayor al que han experimentado los puentes del país, como puede ser el colapso de los mismos, se pueden tener escenarios de mayor impacto a los ocurridos hasta el momento, tal como ha sucedido en otras partes del mundo, y más aún, si se toma en consideración que en la actualidad ha crecido el número de puentes, como una solución a los problemas de tráfico que existe en las ciudades de la República Mexicana, más los que se vayan a construir en el futuro en la medida que sigan creciendo las zonas urbanas; además de que no se conoce con toda certeza su desempeño estructural ante sismos de gran intensidad, sobre todo aquellos puentes ubicados en zonas de alto peligro sísmico.

#### *Ejemplo de una función de vulnerabilidad sísmica de un puente.*



Desde el punto de vista geomorfológico y de relieve, el proyecto no se presenta como un elemento que pueda modificar significativamente el estado actual del terreno ni su zona circundante ya que se pretende alojar en las vialidades existentes, las cuales, en su configuración topográfica horizontal no serán modificadas.

De acuerdo a la zonificación, desde el punto de vista estratigráfico, el Distrito Federal presenta tres tipos de zonas: Zona I



de Lomas, conformada por gravas, arenas, bloques, basaltos y piroclásticas; Zona II de Transición, conformada por arcilla, arena y grava; y Zona III, la Lacustre conformada por tobas, limos, arcillas y arenas finas.

La Delegación Benito Juárez casi en su totalidad y la parte norte de la delegación Coyoacán se encuentran ubicadas principalmente en la Zona II, de transición conformada por arcilla, arena y grava. Cabe mencionar que los sitios de localización de las obras presentan condiciones particulares debido a que se encuentran sobre lo que era el cauce del Río Mixcoac y Churubusco. Estas capas arenosas son de consistencia firme a muy dura y de espesores variables de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto puede ser superior a 50 metros.

Peligro sísmico. En los mapas anteriores se presenta, se resalta una amplia zona alargada con dirección sensiblemente N-S, localizada hacia la porción occidental de la Ciudad de México, donde el subsuelo coincide con una estructura denominada fosa tectónica, en la cual se tiene un gran espesor de sedimentos continentales, lo cual facilita la amplificación de las ondas sísmicas. A lo largo de esta franja tenemos peligro sísmico con un rango de intermedio a muy alto.

## LAS PARTES DE UN PUENTE Y SU INFLUENCIA EN LA RESPUESTA SÍSMICA.

En términos generales se puede establecer que los puentes urbanos son estructuras destinadas a salvar obstáculos artificiales, como vías férreas o carreteras, y en algunos casos obstáculos naturales, como pequeños ríos o valles, con el fin de unir caminos de viajeros (figura 1). La *infraestructura* de un puente está formada por los estribos o pilares extremos, las columnas o apoyos centrales y los cimientos, que forman la base de ambos; estos elementos estructurales son construidos con concreto reforzado, salvo las columnas que en algunas ocasiones suelen tener algún prefuerzo.

La *superestructura* consiste en el tablero que soporta directamente las cargas y que a su vez las transmite a las columnas y estribos, dichos tableros son generalmente resueltos con traveses preforzados de sección cajón (figura 2); aunque en algunos casos se utiliza estructura metálica.



Figura 1 Puentes urbanos de la ciudad de México (2005)

Las características de las diferentes partes de un puente, miembros estructurales de la infraestructura y la superestructura, son trascendentales en su respuesta dinámica e influyen en el buen o mal comportamiento sísmico.

En el caso de la infraestructura es relevante saber el tipo de apoyo que se está utilizando, y tomando en cuenta que en la mayoría de los casos se utilizan estribos, pilas o columnas de concreto reforzado, es menester saber la forma y dimensiones de la sección, además de la resistencias de los materiales y la cantidad de acero colocado; todos estos parámetros definen la capacidad de deformación y resistencia sísmica.

También es relevante el tipo de cimentación y el tipo de suelo sobre el cual se desplantan los apoyos del puente, para el caso de evaluar las demandas sísmicas, así como posibles efectos de interacción suelo-estructura y movimientos fuera de fase de la subestructura.

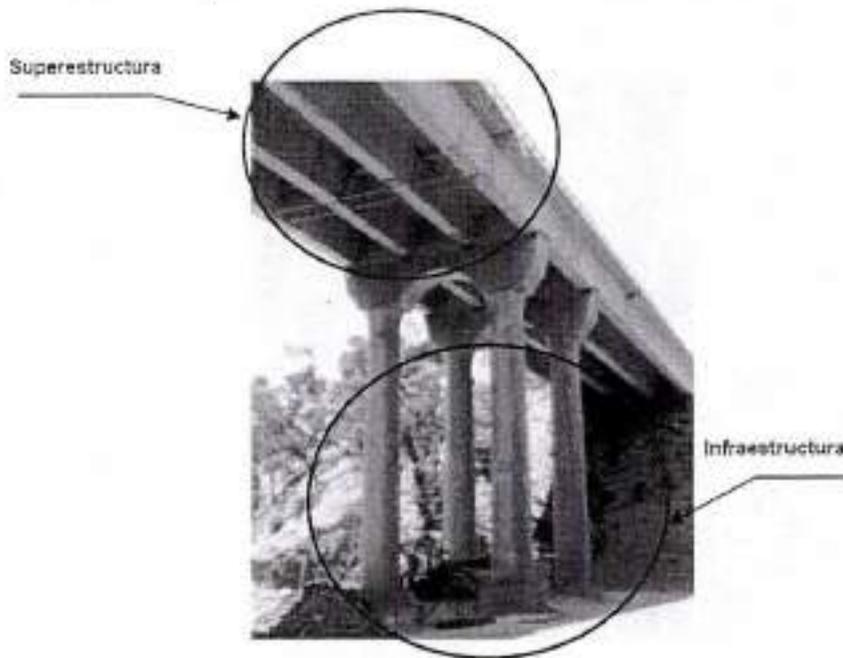


Figura 2 Partes básicas de un puente urbano (2005)

En lo que respecta a la superestructura, es importante reunir información básica sobre su geometría, en la cual se pueda discernir si la estructura tendrá posibles movimientos de torsión ante tramos curvos o tramos rectos con un ángulo de esviajamiento fuerte. Además, de saber la altura a la cual se encuentra respecto al terreno con objeto de poder intuir el nivel de amplificación del movimiento de la superestructura. Otros aspectos que también se deben de conocer de la superestructura es el ancho de calzada para poder inferir la magnitud de la carga móvil a la cual está expuesto el puente; la longitud de los tableros también es básica, además de revisar si dichos tableros son continuos o discontinuos, en el caso de ser discontinuos es importante saber qué tipo de junta o apoyo las une, ya que esto repercute en la respuesta dinámica de la estructura, en el momento que se evalúa la masa que se estará excitando.

#### OTROS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RESPUESTA SÍSMICA DE LOS PUENTES

La información descrita anteriormente está enfocada a las características geométricas de la estructura, y a las condiciones de resistencia de los materiales constructivos y del terreno donde se apoya. Sin embargo, también repercuten otros factores que no se puede percibir claramente con los datos anteriormente comentados, como son: ubicación del puente, año de construcción y reglamento de diseño. El sitio donde se ubica la estructura permite inferir el nivel de peligro al que puede estar sujeto, que combinado con la estructuración del mismo se puede tener una estimación del grado de vulnerabilidad del inmueble. El año de construcción y el reglamento de diseño permiten explicar en gran medida la estructuración empleada en el puente, además de tener una idea de los posibles criterios empleados para evaluar las diferentes sollicitaciones en el puente, en particular la del sismo; al tomar en cuenta que en el país no existe todavía un reglamento legal para puentes, es interesante saber de qué forma evalúan el peligro y cómo diseñan sus elementos estructurales ante el sismo.

Pudiera darse el caso que los puentes urbanos construidos en las grandes ciudades crucen un río, por lo que esta situación posiblemente repercute en la respuesta sísmica de la estructura; aunque este aspecto suele ser más relevante ante la ocurrencia de ciclones tropicales, en la que por las acciones de erosión que se dan en el terreno de apoyo durante el paso de avenidas extraordinarias se corre el riesgo de dejar en condiciones inestables a la estructura ante sismos futuros; sin embargo esta situación amerita un estudio detallado que sale del alcance de este trabajo.

#### VARIABLES A CONSIDERAR EN LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE PUENTES

Por lo comentado anteriormente se puede resumir que las variables que afectan la respuesta sísmica de los puentes y que por consiguiente da una idea de su grado de vulnerabilidad, poniendo énfasis en que la falla de las columnas repercute en el desempeño global de la estructura, son las siguientes:



- Tipo de sistemas de apoyo: estribos y columnas.
- Forma y dimensiones de la sección transversal de los elementos de apoyo.
- Cantidad de acero de refuerzo en los elementos de apoyo:

- A) Refuerzo longitudinal (número de varillas)
- B) Refuerzo transversal (número de estribos o anillos)

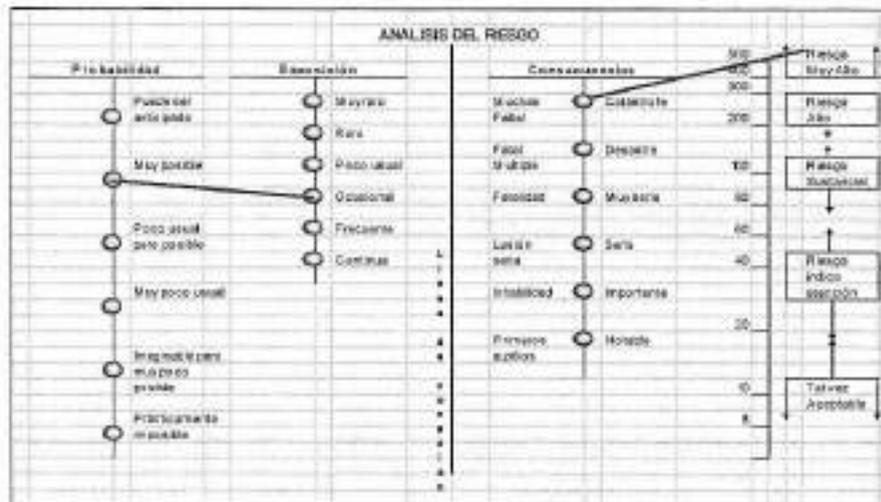
- Resistencia de los materiales:

- A) Resistencia a compresión del concreto.
- B) Esfuerzo nominal a la fluencia del acero de refuerzo.

- Tipo de suelo en el sitio de interés
- Tipo de cimentación
- Geometría de la superestructura en planta
- Tipo de juntas, en el caso de tener una superestructura discontinua
- Altura del puente
- Longitud del puente
- Ancho de calzada y longitud de la superestructura
- Reglamento y año de construcción

En virtud de que el Distrito federal, se ubica en una zona sísmica donde la frecuencias de los movimientos telúricos son de medios a altos, consideramos al riesgo sísmico como medio, por lo que su presencia podría causar daños de graves a severos, los cuales dependerán del avance de las obras y en combinación con los daños económicos pueden poner en peligro la estabilidad financiera del constructor, no obstante, se recomienda que el seguro de obra civil en construcción cuente con esta cobertura a todo lo largo del proyecto, misma que deberá de considerar de acuerdo con el cálculo del PML estimado.

## EVALUACIÓN RIESGO SÍSMICO.



## C) RIESGO POR FALLAS GEOLÓGICAS.

En geología, una falla es una discontinuidad que se forma por fractura en las rocas superficiales de la Tierra (hasta unos 200 km de profundidad) cuando las fuerzas tectónicas superan la resistencia de las rocas. La zona de ruptura tiene una superficie generalmente bien definida denominada plano de falla y su formación va acompañada de un deslizamiento de las rocas tangencial a este plano.

El movimiento causante de la dislocación puede tener diversas direcciones: vertical, horizontal o una combinación de ambas. En las masas montañosas que se han alzado por movimiento de fallas, el desplazamiento puede ser de miles de metros y muestra el efecto acumulado, durante largos periodos, de pequeños e imperceptibles desplazamientos, en vez de un gran levantamiento único. Sin embargo, cuando la actividad en una falla es repentina y brusca, se puede producir un gran terremoto, e incluso una ruptura de la superficie terrestre, generando una forma topográfica llamada escarpe de falla.



El valle de México se ubica en la región central de la provincia geológica denominada Eje Neovolcánico, que abarca una gran porción del centro y noroeste del estado de Puebla. En la ciudad existen diversos afloramientos de rocas ígneas y sedimentarias, así como depósitos de suelos tobáceos, aluviales y lacustres.

Estructuralmente, se presentan fallas geológicas importantes a nivel regional y municipal: primarias, en un sistema en direcciones E-O y NE-SO, denominadas Zacamboxo, Clarión, Popocatepetl y Malinche y, secundarias, una en dirección E-O, que une entre sí los cerros de Loreto y Guadalupe, San Juan (La Paz) y Amalúcan y, otra, en dirección prácticamente normal, que corre aproximadamente de los balnearios "Agua Azul" a "Rancho Colorado".

Las rocas que lo constituyen son predominantemente volcánicas, emitidas sucesivamente por un gran número de volcanes durante el Cenozoico. La unidad base del paquete volcánico, característico de la provincia, está constituida por rocas andesíticas y basálticas, en la que cartográficamente están incluidas varias unidades de diversos tipos y texturas, como derrames lávicos, tobas, brechas y cenizas volcánicas; tales rocas sobreyacen discordantemente a rocas sedimentarias del Mesozoico, las cuales afloran en algunos sitios, y a la vez están cubiertas por rocas ácidas, ignimbritas, tobas y ceniza volcánica del Terciario Superior y Cuaternario.



Figura. Fallas geológicas primarias del Distrito Federal Fuente: INEGI

Así mismo, en la ciudad existen diversos afloramientos de rocas ígneas, sedimentarias y de origen hidrotermal, así como depósitos de suelos tobáceos, aluviales y lacustres.

De acuerdo a la zonificación geotécnica para el área urbana del Valle de México, en el sitio se detectan depósitos edóicos de origen volcánico, cubiertos superficialmente por depósitos aluviales de espesor variable, irregulares en estratigrafía y propiedades, destacando la presencia superficial de arcilla con diferentes grados de expansión.

También se destaca la presencia de los depósitos tobáceos como una formación basal del subsuelo, sobre la que yacen el resto de las unidades estratigráficas, y la gran extensión que cubren las arcillas expansivas en la zona sur y parte poniente de la ciudad.

Los suelos tobáceos, de mayor abundancia en la ciudad, denominados comúnmente en la región como "tepetales", evidenciando la actividad volcánica de la provincia fisiográfica a la que pertenecen, se detectan prácticamente en toda el área urbana.

Desde el punto de vista geotécnico, estos materiales son los que presentan las mejores condiciones de trabajo para el constructor.

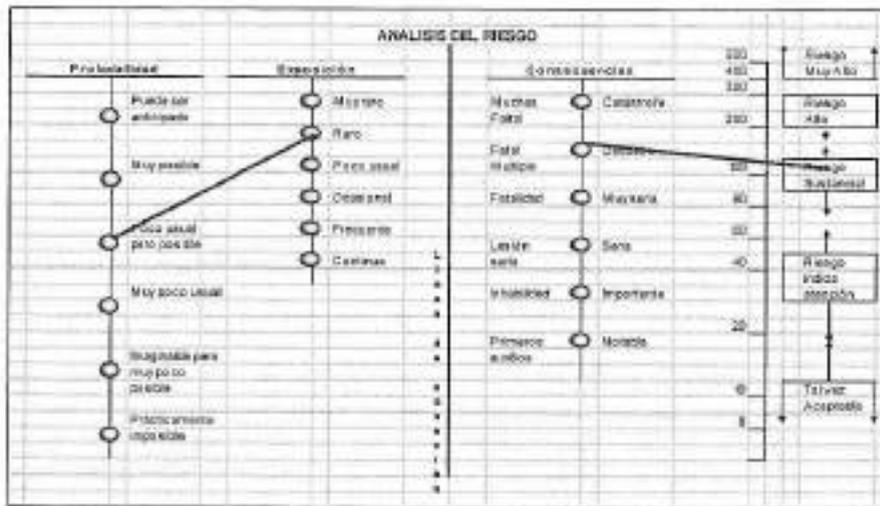
Sólo al noreste de la ciudad, estos depósitos se han detectado en estado suelto, con compacidades bajas.

Los depósitos aluviales se asocian a las márgenes de los ríos y arroyos que atraviesan la ciudad, así como en la influencia de inundación de las zonas conurbadas como San Andrés y San Pedro Cholula al poniente.

En las márgenes de los ríos y arroyos, entre otros, Atoyac, San Francisco, Alesseca, Chinguifoso, etc., reportan subsuelos constituidos por sedimentos blandos de muy baja resistencia al corte y alta deformabilidad, con espesores variables hasta de más de 15 m, que han obligado al empleo de cimentaciones profundas; como antes se mencionó, se han detectado zonas al sur en las márgenes del río Atoyac, susceptibles a experimentar fenómenos de licuación.



## EVALUACIÓN DEL RIESGO POR FALLAS GEOLÓGICAS



### D) RIESGO POR INESTABILIDAD DE LADERAS.

Los problemas de inestabilidad de laderas se cuentan entre los peligros naturales más destructivos de nuestro planeta, lo cual representa una de las mayores amenazas para la vida y bienes materiales de la población. Derrumbes, deslizamientos, flujos y movimientos complejos ocurren día con día alrededor del mundo.

Cada año estos desastres ocasionan numerosas víctimas, heridos y damnificados, así como cuantiosas pérdidas económicas. El impacto que este tipo de peligros provoca es de mayor magnitud en países de escasos recursos debido a su alto grado de vulnerabilidad.

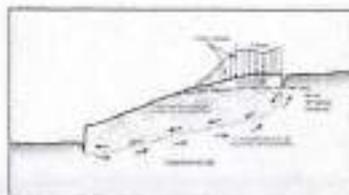
Muchas de las laderas se encuentran en una condición potencialmente inestable, de manera que los movimientos se pueden iniciar con facilidad. Esto es debido a diferentes factores. Por un lado, los materiales térricos formadores pueden ser poco resistentes o estar caracterizados por la presencia de sistemas de debilidad como diaclasas, fracturas, fallas, etc., lo cual implica una inestabilidad latente. O bien, las laderas pueden estar expuestas a factores externos, tales como la erosión, que juegan un papel muy importante en su desequilibrio. La presencia de lluvias excesivas y los temblores intensos son los principales mecanismos detonadores de inestabilidad en el contexto de los desastres naturales.

Existen diferentes términos con los cuales se hace referencia a la inestabilidad de laderas. Dichas expresiones se utilizan en las distintas disciplinas involucradas en su estudio.

De tal manera que conceptos tales como procesos de remoción en masa, movimientos de ladera, procesos gravitacionales, movimientos del terreno, proceso de ladera, son empleados ampliamente para indicar que una ladera no es estable.

La inestabilidad de laderas está determinada, tanto en su origen como en su desarrollo, por diferentes mecanismos. Estos mecanismos sirven a su vez para clasificar los tipos de procesos de ladera existentes. De tal modo que se agrupan en cuatro categorías principales y una derivada de la combinación de éstas. Los mecanismos básicos de inestabilidad son los caídos o derrumbes, flujos, deslizamientos y las expansiones o desplazamientos laterales. Cuando el mecanismo inicial de un movimiento se transforma en otro(s), se dice que es un movimiento complejo.

Los procesos que ocasionan la inestabilidad de las laderas están determinados por dos tipos de factores; externos e internos. Los factores externos ocasionan un incremento en los esfuerzos o acciones que se dan en una ladera, es decir, producen una mayor concentración de las fuerzas motoras o actuantes, mientras que los factores internos reducen la resistencia de los materiales, en otras palabras, disminuyen la concentración de fuerzas resistentes.



Los mecanismos de los distintos movimientos de ladera se reflejan a través de sus características morfológicas, es decir, mediante la disposición de las formas que se originan y permanecen en la superficie del terreno durante y después del movimiento. Los rasgos principales son la corona o zona superior, donde el material no ha sido desplazado; el escarpe que es la superficie abrupta localizada en la parte superior que resulta del movimiento; la superficie de falla o deslizamiento, que es la zona que delimita la masa en movimiento; y la zona de acumulación o depósito del material desplazado.

PROYECTO DE MEJORAMIENTO URBANO Y MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL CIRCUITO INTERIOR DE LA CIUDAD DE MÉXICO no es vulnerable a riesgos y/o daños derivados de este tipo de fenómeno.

#### *Deslizamientos*

Los deslizamientos son movimientos de una masa de materiales térreos pendiente abajo, sobre una o varias superficies de falla delimitadas por la masa estable o remanente de una ladera.

Al igual que el riesgo por inestabilidad de laderas, la zona donde se ubica el PROYECTO DE MEJORAMIENTO URBANO Y MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL CIRCUITO INTERIOR DE LA CIUDAD DE MÉXICO. No se verá afectado por este tipo de fenómenos.

#### *Hundimientos*

El hundimiento es el movimiento vertical, por acción y efecto de la gravedad, que afecta y desplaza el suelo, el terreno o algún otro elemento de la superficie terrestre. Estos movimientos verticales de terreno puede tener su origen por el colapso de cavernas en rocas calcáreas, llamado hundimiento kárstico, por compactación de materiales granulares o hundimiento diferencial, por la presencia de fallas geológicas. De igual forma el fenómeno puede generarse por actividades antrópicas como la sobreexplotación de acuíferos, entre otras.

El resultado en superficie de los hundimientos cársticos se le conoce como dolinas, aunque también pueden generarse por subsidencia de los suelos blandos que recubren morfologías kársticas.

La morfología de estas estructuras es variada, tal es el caso de tipo cubeta, embudo, ventana y fondo plano con paredes escarpadas.

#### *Peligro*

El hundimiento que experimenta el terreno durante el desarrollo de dolinas de subsidencia, puede provocar daños graves en distintos tipos de estructuras e incluso poner en peligro la vida de las personas cuando estas se generan de forma espontánea. Por otra parte las dolinas, por ser habitualmente vías de acceso a cavidades subterráneas, pueden imposibilitar el almacenamiento de agua en embalses o propiciar la contaminación de acuíferos.



EVALUACIÓN POR INESTABILIDAD DE LADERAS, DESLIZAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS



1.2 RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS.

Fenómenos Hidrometeorológicos son los que se generan por la acción violenta de los fenómenos atmosféricos, siguiendo los procesos de la climatología y del ciclo hidrológico.

Estos fenómenos paradójicamente son adversos y benéficos a la vez para la humanidad. En zonas costeras llegan a ser extremadamente destructivos y en otras zonas son benéficos ya que la lluvia favorece la recarga de presas, mantos freáticos, acelerando la actividad agrícola y ganadera, mitigando los incendios de pastizales y forestales.

Los eventos hidrometeorológicos y los desastres son procesos distintos. Los fenómenos hidrometeorológicos pueden llegar a producir desastres; sin embargo, éstos no se pueden catalogar como "naturales", ya que los desastres dependen de la percepción y el grado de afectación humana, así como de lo que hace o deja de hacer la sociedad para enfrentarlos, en tanto que los eventos hidrometeorológicos son parte de la dinámica natural del sistema climático, es decir, se trata de procesos naturales.

Los fenómenos hidrometeorológicos no se pueden evitar ni modificar, pero sus efectos negativos pueden ser mitigados con medidas de adaptación. La vulnerabilidad, entendida como la probabilidad de que una comunidad expuesta a un fenómeno natural pueda sufrir daños humanos y materiales, depende del grado de desarrollo de estrategias de adaptación frente a la variabilidad climática. La vulnerabilidad está vinculada con el grado de fragilidad de factores como infraestructura, vivienda, actividades productivas, organización social, sistemas de alerta y desarrollo político institucional, entre otros.

Para el diseño de acciones encaminadas a la prevención de desastres no resulta un marco de referencia adecuado asignar a los fenómenos naturales un papel activo y a la sociedad uno de carácter pasivo-receptor. Indudablemente, los fenómenos naturales tienen una importante relación con el desastre, pero sus efectos tienen que ver más con el estado general de vulnerabilidad de la sociedad, que con las características del fenómeno en sí mismo.

En México los eventos hidrometeorológicos han afectado, sobre todo, zonas en las que se concentra la mayor marginación social, como el centro y el sur del país; por lo general, las zonas en las que se registran graves pérdidas o daños experimentan un retraso de hasta una década en su desarrollo.

Particularmente grave resulta una reiteración de eventos, en la que un desastre ocurre en una estructura socio ambiental debilitada por un desastre anterior, cuyos efectos residuales persisten todavía. Estos desastres enlazados, que pueden ser de índole completamente diferente, son capaces de afectar el tejido social y su capacidad de recuperación.

El aumento de la exposición y de la vulnerabilidad frente a eventos hidrometeorológicos compromete la sustentabilidad del desarrollo en amplias zonas del país. Las consecuencias son intensas, y con frecuencia irreversibles, sobre todo si se presenta una reiteración.



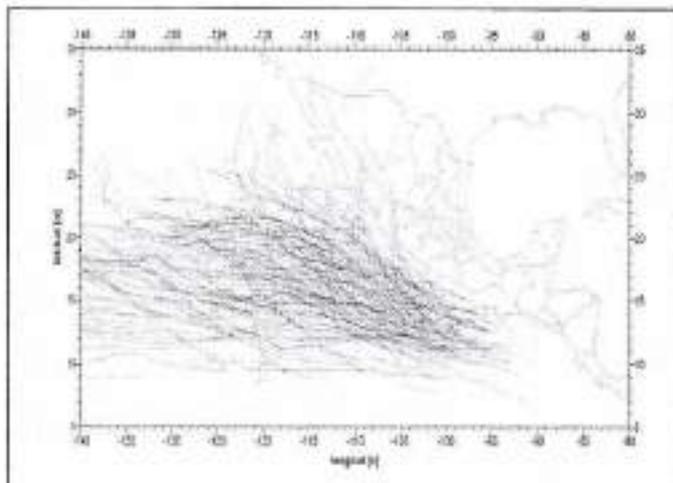
A) RIESGO POR CICLONES TROPICALES (HURACÁN).

Los ciclones tropicales, como se conoce a los fenómenos tropicales que se caracterizan por producir vientos fuertes, oleaje elevado, una sobre elevación del mar y lluvia abundante, tienen un impacto económico importante a escala mundial. Y, aunque actualmente se les da seguimiento mediante satélites, radares meteorológicos, aviones "cazahuracanes" y un ejército de personas en tierra, todavía cobran víctimas humanas, que en algunas ocasiones pueden contarse como cientos, o miles (como en el caso de Bangladesh, en 1970).

En México se han presentado ciclones devastadores, como el caso de Gilbert, en el golfo de México en 1988, el cual provocó muertes principalmente en la ciudad de Monterrey (ciudad no costera del estado de Nuevo León) y pérdidas económicas considerables en la zona de Cancún, Q. Roo. En el primer caso, el río Santa Catarina sobrepasó su capacidad total, y en el segundo, el fuerte oleaje, más la acción de la marea de tormenta, removió la arena de las playas de Cancún. Otro caso importante fue en 1997 cuando apareció en el océano Pacífico el huracán Pauline, que provocó la muerte de varios cientos de personas en la costa de los estados de Oaxaca y Guerrero, resultando dañado principalmente el puerto de Acapulco, donde se produjeron flujos de escombros y de lodo, producto de las intensas lluvias que dejó a su paso el huracán sobre la zona montañosa cercana y en los últimos cinco años Stan, Emily y Wilma, siendo este último el que causó la más grande pérdida económica.

Las regiones donde se originan los ciclones se les conocen como zonas ciclogénicas o matrices. Los ciclones que llegan a México provienen de la sonda de Campeche, Golfo de Tehuantepec, Caribe (alrededor de los 13° latitud norte y 65° longitud oeste) y sur de las islas Cabo Verde (cerca de los 12° latitud norte y 57° longitud oeste, región Atlántica). En la figura se presentan las regiones ciclogénicas de los huracanes.

La temporada de ciclones tropicales en la República Mexicana suele iniciarse en la primera quincena del mes de mayo para el océano Pacífico, mientras que en el Atlántico durante junio, terminando en ambos océanos a principios de noviembre; el mes más activo es septiembre.



Mapa que muestra la trayectoria del huracán Cosme

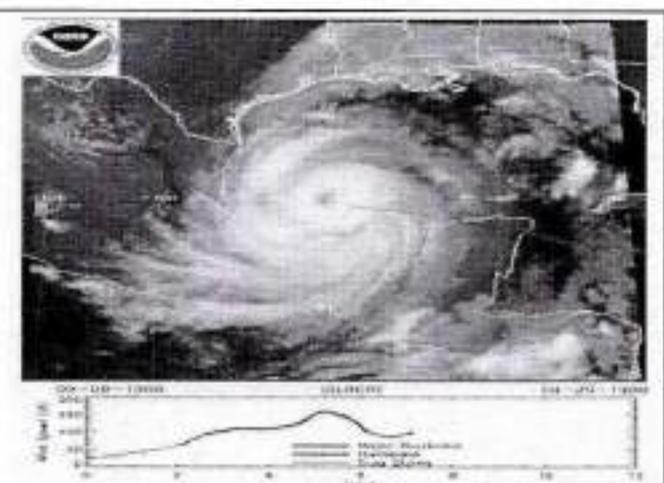


Imagen que muestra las dimensiones del huracán Gilberto, aunque el ojo no pasó por la Cd. De México sus bandas o brazos si la alcanzaron produciendo fuertes vientos y lluvia, ocasionando daños en la ciudad.

Históricamente solo un huracán ha llegado al centro de la república como huracán y fue Cosme en junio de 1989.

La zona donde se ubica el PROYECTO DE MEJORAMIENTO URBANO Y MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL CIRCUITO INTERIOR DE LA CIUDAD DE MÉXICO se vería poco afectado por la presencia u ocurrencia de este tipo de fenómenos, por lo que se debe considerar su ocurrencia como remota.





Aunado a lo anterior, los tiempos de concentración de los escurrimientos dependen de las características fisiográficas de cada cuenca, debiéndose considerar los siguientes factores:

- Precipitación
- Pendiente
- Capacidad hidráulica de los ríos o arroyos
- Longitud del cauce

Estos factores nos permiten determinar si las inundaciones se van a presentar de manera súbita natural, súbita antropogénica o en un proceso lento:

- Súbita natural: generalmente se presentan en cuencas con pendientes considerables, barrancas, valles y áreas montañosas.
- Súbita antropogénica: se deben al rompimiento de un bordo, cortina de presa o represa; para el caso específico asociado a zonas urbanas la poca capacidad de las redes de drenaje, así como
- El asolvamiento de las mismas.
- Proceso lento: en estos casos se puede pronosticar una posible inundación y prevenir pérdidas humanas principalmente.

Este tipo de peligros se relaciona directamente con los volúmenes de precipitación pluvial en la cuenca y las características topográficas del terreno circundante, por tanto es imprescindible conocer y si es el caso determinar los volúmenes de escurrimiento a partir de la precipitación que los origina, por lo que la estimación del peligro por inundación divide la evaluación del peligro en un análisis hidrológico y otro hidráulico.

A continuación se presenta una breve descripción de algunas características de las variables que se consideraron:

### Características Fisiográficas de la Cuenca

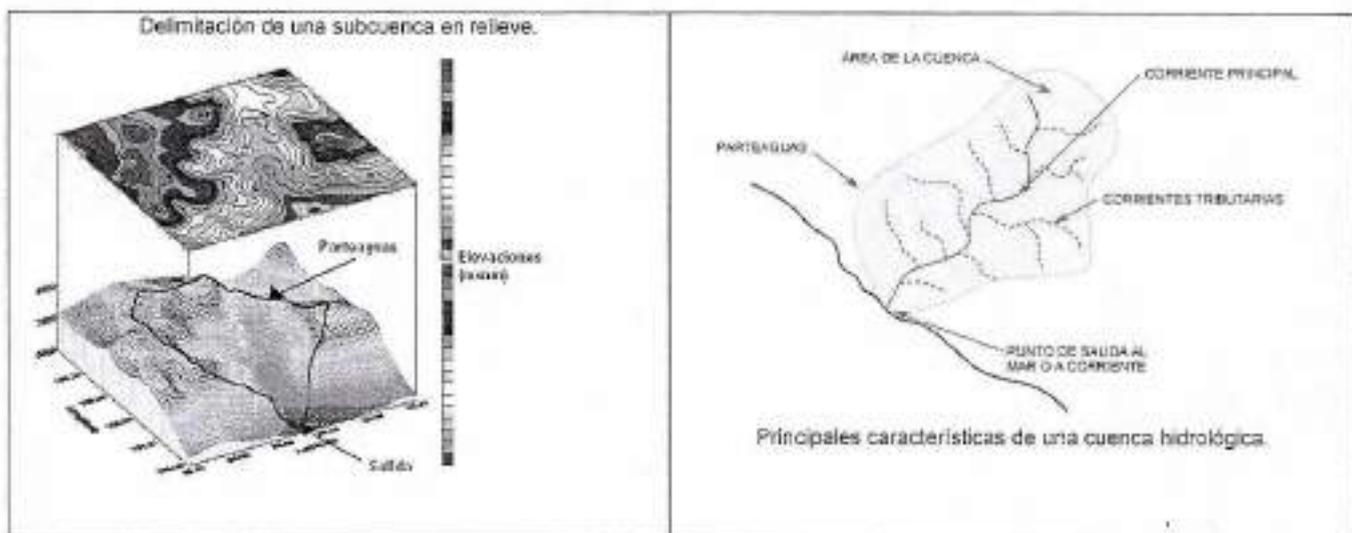
Una Cuenca Hidrográfica es la unidad natural definida por la existencia de la línea divisoria de las aguas en un territorio dado. Las cuencas hidrográficas son unidades morfológicas superficiales, sus límites quedan establecidos por la línea divisoria geográfica principal de las aguas de las precipitaciones; también conocido como "parteaguas". Al interior de las cuencas se pueden delimitar subcuencas o cuencas de orden inferior. Las divisorias que delimitan las subcuencas se conocen como parteaguas secundarios.

### Parteaguas

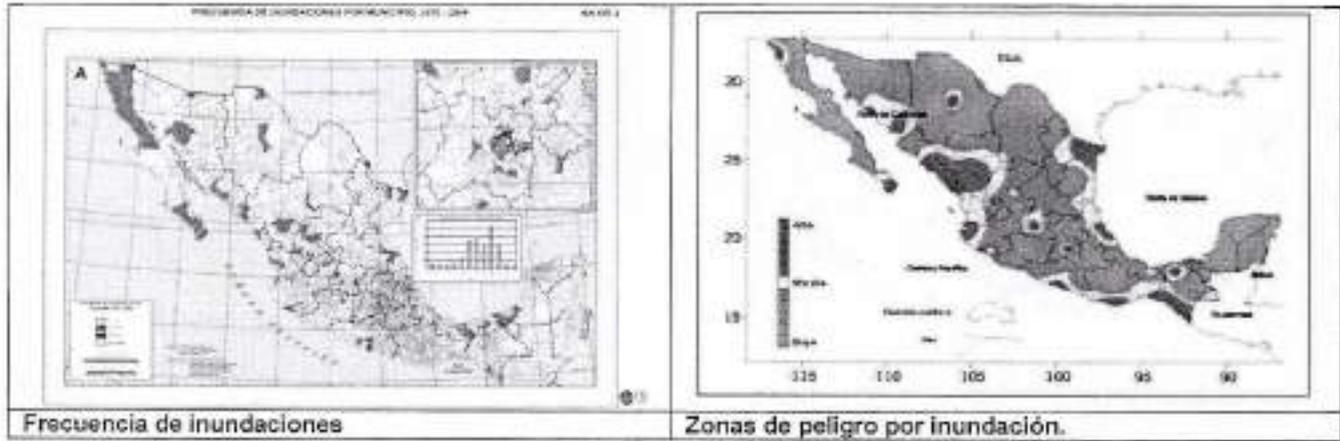
Se trata de una línea imaginaria que une los puntos de máximo valor de altura relativa entre dos laderas adyacentes pero de exposición opuesta; desde la parte más alta de la cuenca hasta su punto de emisión, es decir la zona topográficamente más baja.

### Área de la cuenca

El área de la cuenca se define como la superficie, en proyección horizontal, delimitada por el parteaguas.



ZONAS DONDE EL RIESGO DE INUNDACIÓN PUEDE PRESENTARSE



Hidrología del Distrito federal.

Ríos

- Mixcoac (entubado)
- Agua de Lobo
- Churubusco (entubado)
- Los Remedios
- La Piedad (entubado)
- Tacubaya
- Becerra
- Consulado (entubado)
- Santo Desierto
- La Magdalena
- San Buenaventura
- El Zorrillo
- Oxaixtla

Otros cuerpos de agua

Canales

- Chalco
- Apañaco
- General
- Nacional
- Cuemanco
- Del Desagüe

Presas

- Anzaldo
- Mixcoac (Canutillo)

Lagos

- Xochimilco
- San Juan de Aragón (artificial)
- Chapultepec (artificiales)

Antiguamente una buena parte del territorio del Distrito Federal fue ocupado por el sistema de lagos de la cuenca de México. Esta era una cuenca que en tiempos muy remotos tuvo desagüe natural al río Balsas. Sin embargo, la actividad geológica que dio origen a la serranía del Ajusco cerró la cuenca por el sur y contribuyó a la formación de los lagos del Anáhuac. Al Distrito Federal corresponden el occidente de lo que fue el lago de Texcoco (que algunos especialistas llaman laguna de México), el lago de Xochimilco y la mitad occidental del lago de Chalco. Como se dijo más arriba, la decisión de desecar el sistema lacustre fue tomada durante la época virreinal. En 1607 se construyó el primer sistema de desagüe de los lagos de Anáhuac, pero pronto resultó insuficiente. Aunque estas obras se realizaron como consecuencia de la



Inundación de ese mismo año, fueron incapaces de evitar que la ciudad de México se anegara en repetidas ocasiones entre los siglos XVII y XVIII

Por fin, el 17 de marzo de 1900, el presidente Porfirio Díaz inauguró el sistema de Desagüe del Valle, que continúa en funciones e impide el crecimiento de los cuerpos de agua en el suelo capitalino. Los últimos remanentes de los cuerpos de agua son los sistemas de canales que riegan la chinampería de Xochimilco y Tláhuac, así como los humedales que comparte esta delegación con el municipio mexiquense de Valle de Chalco Solidaridad. Entre los siglos XVIII y XX, cuando llegaban hasta el centro de la ciudad de México, los canales eran utilizados como vías de transporte que permitían la comunicación entre la ciudad y los pueblos del sur. Incluso, algunos de ellos fueron notables como espacio de recreo de la élite mexicana. Especialmente el canal de La Viga, que comunicaba Xochimilco con el barrio de La Merced, fue muy socorrido como paseo dominical. Fue entubado a mitad del siglo XX, hecho que puso fin a la chinampería de Iztapalapa, Santa Anita y San Juanico. Actualmente sobre su lecho corre una vía importantísima para el Distrito Federal.

A partir de la construcción de las grandes obras que tenían como propósito la desecación de los lagos, la cuenca de México quedó integrada artificialmente a la cuenca del río Moctezuma, que forma parte de la región hidrológica del río Pánuco. Las necesidades de agua potable de la ciudad han propiciado la explotación del agua del subsuelo y de los manantiales aledaños. Durante el siglo XIX, desaparecieron los manantiales de Chapultepec, que desde la época prehispánica sirvieron a la población de México. En el siglo XX, el gobierno porfirista canalizó las aguas de los manantiales de Xochimilco y Atlapuico para abastecer de agua al centro de la ciudad. La mayor parte de ellos están actualmente secos, hecho que puso en peligro la existencia de la chinampería de Xochimilco. Desde de la década de 1980, los canales de Xochimilco, Tláhuac y Mixquic son alimentados con aguas tratadas de la planta del cerro de la Estrella. Para esta época las aguas de la chinampería estaban atestadas de lirio acuático y carpas, especies que fueron introducidas por el gobierno de Díaz con el propósito de embellecer los canales, pero que a la larga pusieron en peligro a las especies autóctonas de los lagos del Anáhuac. En 1987, la chinampería de Xochimilco fue declarada Patrimonio de la Humanidad, con el propósito de fomentar su conservación.

El agua de los ríos que aún bajan al Distrito Federal es conducida al lago de Texcoco o al Gran Canal del Desagüe para ser drenada hacia el golfo de México, a través del sistema Tula-Moctezuma-Pánuco. Los únicos cursos de agua que sobreviven en la entidad federativa nacen en la sierra de las Cruces o en el Ajusco, y son de poco caudal. Muchos de ellos corren entre barrancas que han sido ocupadas por asentamientos humanos, lo que pone en peligro tanto a los habitantes como a los ecosistemas asociados al río. El más largo de estos ríos es el Magdalena, que corre por el área protegida de Los Dinamos, antes de ser entubada y desembocar en el río Churubusco. El río Churubusco, el de la Piedad y el Consulado corren bajo las grandes avenidas que llevan sus nombres. En la actualidad con el crecimiento de la población, y la contaminación ha generado que se pierdan cauce y ríos, siendo utilizados estos mismos como receptores de aguas residuales. Dando como resultado que el agua en la ciudad de México sea insuficiente y sea necesario traerla desde lugares más lejanos. Actualmente las autoridades delegacionales han presentado un proyecto de recuperación, enfocando la problemática a la recuperación de ríos y barrancas en la CD. De México; enfocándose en diferentes problemáticas, entre las que destacan la invasión de zonas federales, construcción de viviendas en zonas de riesgo, necesidad de saneamiento de cauces y barrancas, desazolves, falta de plantas de tratamiento de aguas residuales, entre otras.

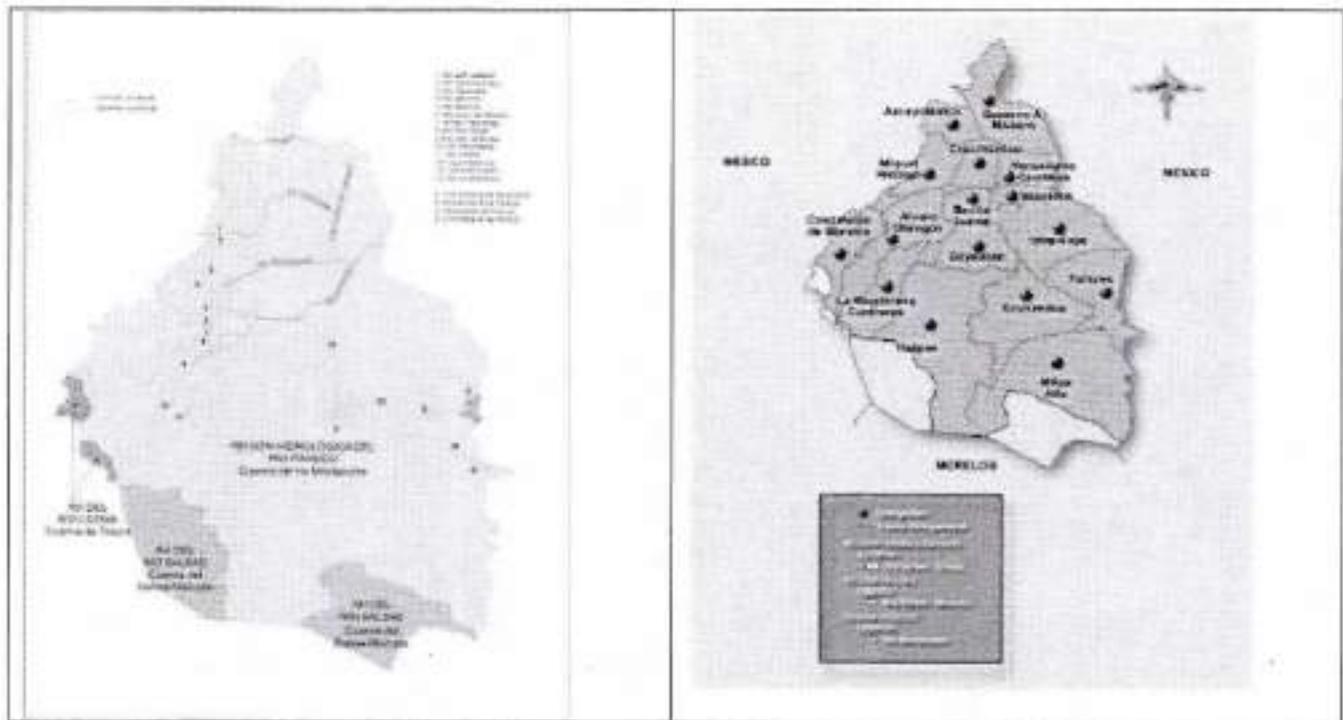
La región hidrológica denominada Pánuco es la que ocupa la mayor parte del territorio del Distrito Federal (94.9%), incluye sólo la Cuenca R. Moctezuma y abarca toda el área de la Ciudad de México. En esta cuenca se localizan ríos tales como Los Remedios, Tacubaya, Mixcoac, Churubusco, Consulado, etc., estando los tres últimos entubados, así como los canales Chalco, Apalaco y Cuemanco, entre otros. También, se encuentra el lago Xochimilco y los lagos artificiales de San Juan de Aragón y Chapultepec; cabe señalar que todas las corrientes y cuerpos de agua mencionados están inmersos en la mancha urbana.

Por otra parte, porciones de la Región Hidrológica del Balsas se presentan al sur y suroeste del Distrito Federal que incluye sólo la Cuenca R. Balsas Mezcala. Aquí se encuentran los ríos Agua de Lobo y El Zorrillo. La Región Hidrológica Lerma-Santiago se presenta únicamente en dos pequeñas zonas al oeste del Distrito Federal, las cuales pertenecen a la Cuenca R. Lerma-Toluca, estando ausentes corrientes y cuerpos de agua importantes

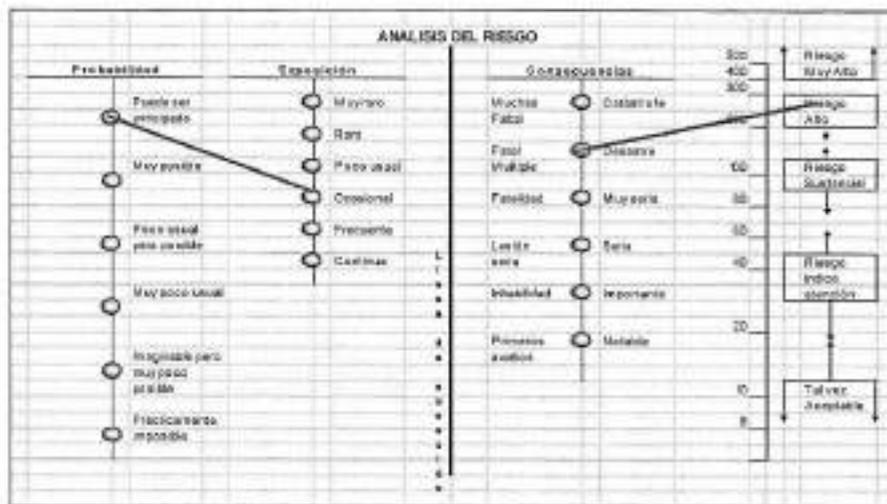
En los sitios del proyecto y los asociados no existen elementos hidrológicos naturales en los que el proyecto pueda incidir significativamente, ya que el estado actual de los predios y sus zonas circundantes se encuentran urbanizados. En el presente proyecto no será necesario realizar la adecuación del colector (de 2.44 m de diámetro), que conduce las aguas que aporta la cuenca del río Mixcoac, sin embargo, es de mencionar que se construirán algunas obras de protección que garanticen su integridad y estabilidad luego de la construcción del Deprimido Vehicular. No se trata de un cauce natural, ya que este fue desviado en el momento en que se construyó dicho entubamiento y fue alojado en donde mejor convenía para resolver la problemática que originó dicha obra, los escurrimientos que existen en la zona de proyecto del Deprimido se encuentran perfectamente encausados a través tuberías que forman parte de la red de drenaje de la ciudad por lo tanto no se considera este como un desvío de cauce por la construcción del proyecto. El sitio de construcción del Distribuidor vial Tlalpan Circuito Interior coincide con el trazo del cauce del Río Churubusco, que es continuación del Río Mixcoac, no obstante, las obras del Distribuidor no afectarán en forma alguna el entubamiento de dicha corriente.



## Regiones y cuencas hidrográficas del Distrito Federal.



## EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN





C) RIESGOS POR GRANIZADAS

El Granizo es un fenómeno atmosférico poco usual, ya que en su nacimiento y en su evolución se han de dar ciertas condiciones y circunstancias, y que vienen determinados por procesos pautados y de irremisible cumplimentación. Para comenzar, cabe indicar que el Granizo sólo se forma en los Cumulonimbus que están muy desarrollados. Los Cumulonimbus son aquellas nubes que se caracterizan por ser grandes nubes de tormenta cuya cima presenta una forma plana. Pueden alargarse hasta alcanzar los quince mil metros de altura, y además del Granizo, se encargan de producir las Tormentas y los Tornados.

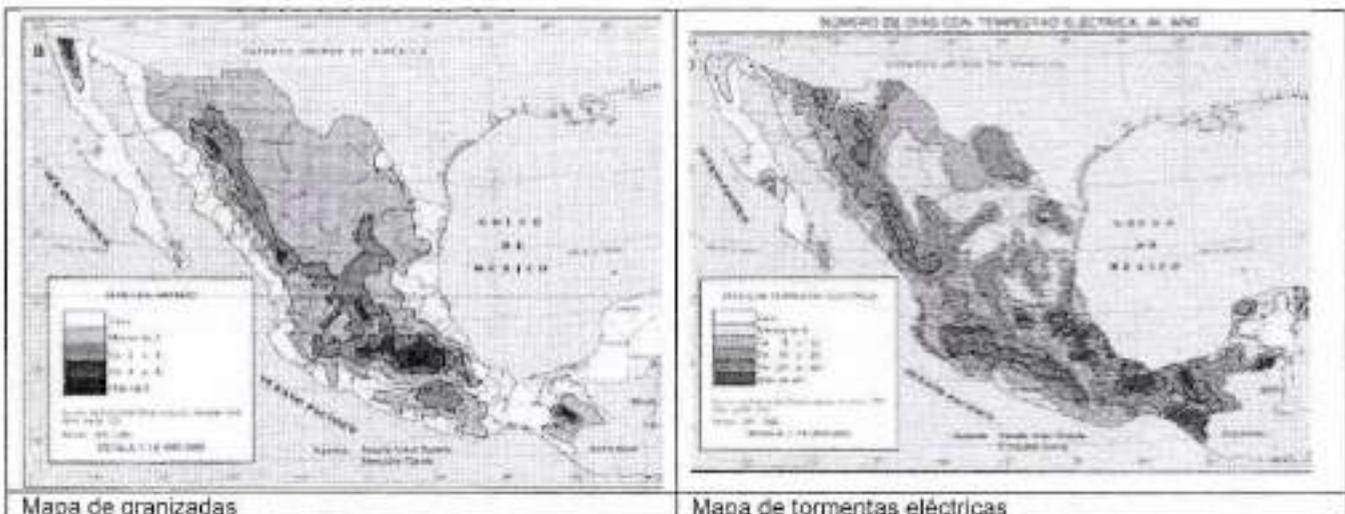
El Granizo es una de las formas de precipitación y se llega a originar cuando corrientes aire ascienden al cielo de forma muy violenta. Las gotas de agua se convierten en hielo al ascender a las zonas más elevadas de la nube, o al menos a una zona de la nube cuya temperatura sea como mínimo de 0º Centígrados, temperatura a la que congela el agua. Conforme transcurre el tiempo, esa gota de agua gana dimensiones, hasta que representa lo suficiente como para ser incontenible y permanecer por más tiempo en suspensión. Es entonces cuando, arrastrándose en su caída entre medias de la nube, se lleva consigo las gotas que va encontrando en su camino. La velocidad de la caída varía de forma proporcional no sólo al peso de la piedra de Granizo, sino al temporal que alrededor se está formando.

En el Distrito Federal son ocasionales las granizadas, sin embargo se pueden presentar con mayor frecuencia en Julio y Septiembre.

D) TORMENTAS ELÉCTRICAS

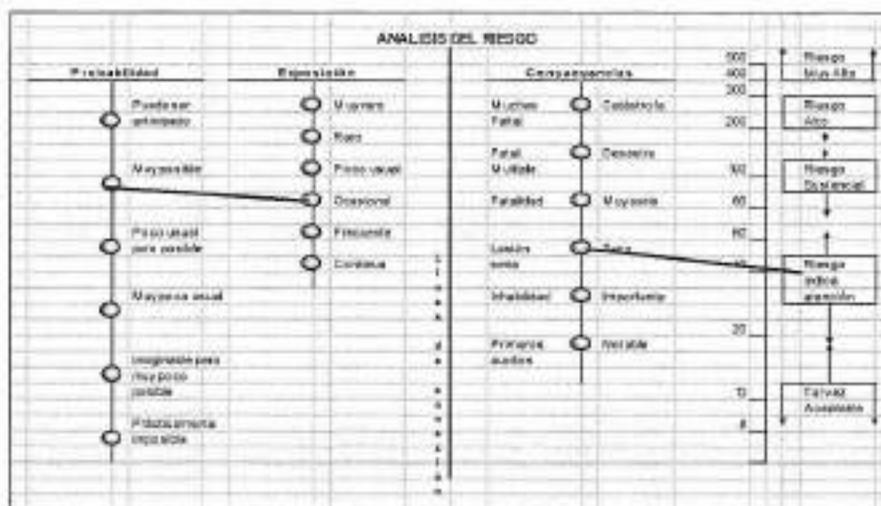
El rayo es uno de los espectáculos más extraordinarios y peligrosos de la atmósfera. Es imprecipitable y tiene una vida de pocos segundos. Siempre se presenta brillante, resplandeciente, pero casi nunca sigue una línea recta, sino que describe un camino tortuoso para llegar al suelo, como si se trataran de las raíces de un extraño árbol. Pero otras veces se presenta como una lámina de fuego y, en raras ocasiones, como una esfera intensamente iluminada que queda suspendida en el aire. Generalmente, la chispa eléctrica que llega a tierra recibe el nombre de *rayo*, mientras que la chispa que va de una nube a otra nube, o de la parte alta a la parte baja de la misma nube, se llama *relámpago*, aunque en la vida cotidiana los dos son usados como sinónimos del mismo fenómeno. La aparición del rayo es sólo momentánea, seguida a los pocos momentos por un tremendo chasquido y el retumbar del trueno.

En realidad, el rayo es una enorme chispa o corriente eléctrica que circula entre dos nubes o entre una nube y la tierra. Es un efecto parecido al que observamos, en pequeña escala, cuando desenchufamos un artefacto eléctrico en funcionamiento. La diferencia más importante es que esa pequeña chispa sólo salta a través de una fracción de milímetro y que el rayo natural puede cruzar kilómetros de distancia. El rayo, como es de sobras conocido, se origina en los cumulonimbus o nubes de tormenta.



La presencia de estos riesgos en la zona no tendría consecuencias graves para del PROYECTO DE MEJORAMIENTO URBANO Y MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL CIRCUITO INTERIOR DE LA CIUDAD DE MÉXICO

#### EVALUACIÓN DEL RIESGO DE TORMENTA ELÉCTRICA Y GRANIZADA



#### E) RIESGOS POR SEQUÍAS

##### SEQUÍA.

México es un país que padece sequías desde tiempos ancestrales.

Recientemente se ha visto que la duración de las sequías y que sus áreas de afectación han ido en aumento.

Aunque en parte del territorio nacional se tienen lluvias abundantes, existen regiones que no disponen del vital líquido en las cantidades requeridas como son los Estados del norte y centro: Durango, Baja California, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Aguascalientes y Zacatecas.

La sequía es un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación, en un lapso, es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas.

La sequía, como fenómeno natural asociado al ciclo hidrológico, ha sido poco estudiada y no precisamente por carecer de importancia, sino por lo complicado que resulta analizarla debido a los múltiples factores que son causa y efecto de la misma. De hecho, el reconocimiento de la sequía como fenómeno hidrológico extremo, dista mucho de tener las características de otros como son las grandes inundaciones.

Por ello, se ha llegado a mencionar que la sequía es un «no evento», debido a que su ocurrencia, sobre todo en su inicio, no es fácilmente detectable como tal, sino que se le reconoce por los efectos que causa después de un cierto tiempo.

Para la caracterización de la sequía es muy importante determinar su duración, su intensidad o valor promedio del déficit de humedad y la severidad en términos del valor acumulado del déficit, de tal manera que estos parámetros ayudan en la difícil tarea de su catalogación.

La distribución temporal y espacial de la precipitación (en cualquiera de sus formas: lluvia, nieve, granizo, etc.) determina si se presenta o no la sequía en una región.

La severidad de la sequía radica en que es variable en el espacio ya que puede abarcar grandes extensiones de territorio, además de durar meses o años, por lo que sus efectos pueden ser catastróficos en comunidades que no se encuentran suficientemente preparados para afrontarlas.

##### Causas de las sequías

Las principales causas de las sequías están relacionadas con cambios en las presiones atmosféricas y alteraciones en la circulación general de la atmósfera (variaciones de los vientos a escala planetaria), así como modificaciones en la cantidad de luz solar reflejada en la superficie de la Tierra, cambios en la temperatura de la superficie de los océanos e incrementos

en las concentraciones de bióxido de carbono en la atmósfera, que a su vez ocasionan variaciones espacio-temporales de las precipitaciones. La sequía en el Municipio de Jojutla se clasifica como ligera, en los últimos años las áreas de mayor afectación se localizan en el sur del Estado de Morelos.

## INCENDIOS FORESTALES.

México es poseedor de gran riqueza biológica en sus bosques tropicales, templados y de climas semidesérticos; ocupa el cuarto lugar del mundo en importancia por diversidad y porcentaje de especies endémicas. Esta riqueza es un patrimonio nacional prioritario de conservar por su enorme capacidad de generar beneficios ecológicos, sociales y económicos. Sobre todo debe ser protegida ante uno de sus enemigos más frecuentes: los incendios forestales.

### Factores que intervienen en el comportamiento del fuego

Una vez que un incendio forestal se ha iniciado, el comportamiento del fuego está determinado por tres factores: **topografía, tiempo atmosférico (meteorología) y combustibles**. A estos tres factores se les conoce como la gran triada.

### Topografía

Se le define como la configuración de la superficie terrestre.

Analizar la topografía es sumamente importante por su capacidad de modificar a los otros 2 componentes de la gran triada. Los factores topográficos que influyen en el comportamiento de los incendios son:

a) *Pendiente o inclinación del terreno*. Afecta directamente la propagación del incendio de la manera siguiente:

- La propagación se acelera por estar los combustibles más cerca de las llamas; la fase de precalentamiento incrementa la tasa de combustión y por lo tanto se acelera la velocidad de avance del fuego.
- La forma que adopta el incendio es influida por la pendiente. Ejerce una forma similar a la del viento.
- Las pavesas rodantes son más frecuentes en las pendientes mayores; así se pueden originar incendios secundarios.

b) *Altitud o elevación*. Afecta también el comportamiento de los incendios. Un incendio en una montaña u otra prominencia define 3 zonas, en cada una de las cuales la evolución del fuego muestra características distintas.

- En el tercio inferior o parte baja las temperaturas son más altas. Generalmente la cantidad de combustibles es mayor; en consecuencia se espera gran resistencia al control.
- Debido a una menor disponibilidad de combustible en el tercio intermedio de una montaña o elevación es común una disminución en lo mencionado arriba.
- Sin embargo, es importante destacar que durante la noche en este sector se genera un cinturón térmico, el cual se caracteriza porque el promedio de temperatura es más alto, un promedio de humedad más bajo y un índice de peligro mayor.
- En el tercio superior suceden cambios bruscos de viento. Cerca de la cumbre ocurren interacciones entre los vientos locales y los generales que forman remolinos. Sin embargo la propagación del fuego en general se reduce porque existe menos combustible.

c) *Exposición*. Es la orientación de una ladera con respecto al sol. Puede ser hacia cualquiera de los puntos cardinales. Para el caso de México la exposición hacia el sur recibe mayor cantidad de luz y calor del sol; por lo tanto en esos flancos las temperaturas son las más altas, menor humedad relativa y los combustibles más ligeros y secos.

d) *Configuración*. Es el aspecto de la superficie del terreno (plano, ondulado o escarpado); es importante porque afecta la propagación del fuego y por consiguiente la resistencia a su control.

### Tiempo atmosférico

Es el factor más variable y de mayor influencia en el desarrollo de un incendio. Por tanto, es fundamental disponer de observaciones y efectuar pronósticos meteorológicos. Sus elementos son: temperatura, humedad relativa y viento.

### Combustibles

El combustible es el factor principal que determina si se inicia o no un incendio, la dificultad de controlarlo y la posibilidad de comportamiento extremo o irregular. Las características de los combustibles que determinan lo anterior son:

1. *Cantidad*. Mientras más combustible se tenga en un área forestal más fuerte es el incendio (*se mide en kg/m o en ton/ha*).

2. *Tamaño o textura*. Para evaluar la influencia del tamaño del combustible en el comportamiento del incendio, es importante saber la cantidad de masa existente en cada categoría según sus dimensiones:

- *Finos o ligeros (menor a 5 mm de diámetro)*: hojarasca, pasto (hierbas, flores), capa en descomposición, acículas (agujas) de pino, etc.
- *Regulares (de 5 a 25 mm de diámetro)*: ramitas, tallos pequeños (*arbustos y matorrales*).
- *Medianos (de 25 a 75 mm de diámetro)*: ramas.
- *Gruesos o pesados (mayor de 75 mm de diámetro)*: fustes, tocones, troncos, ramas gruesas, etc.

3. *Compactación*. Afecta la tasa de secamiento. Mientras haya más espacio o aire entre los combustibles, se secan más rápidamente y el incendio se propaga con mayor velocidad.



4. *Continuidad horizontal.* Es la distribución de los combustibles en la superficie, lateralmente; si están repartidos de manera uniforme, el fuego se propaga sin barreras, y viceversa.
5. *Continuidad vertical.* Se refiere a la distribución de los combustibles en el plano vertical; es decir, en escalera; ésta continuidad influye en la posibilidad de que un incendio superficial se convierta en uno de copa.
6. *Densidad de la madera.* Es muy importante analizar si la madera es suave, por ejemplo troncos y tocones podridos, que fácilmente se encienden y pueden producir pavesas que generen focos secundarios.
7. *Sustancias químicas.* Algunos combustibles tienen compuestos químicos como aceite, cera, resina, etc.; mientras más alto sea el contenido de estas materias, mayores son la intensidad del fuego y la velocidad de propagación, y en consecuencia se tienen mayores problemas para lograr el control de los incendios.
8. *Humedad.* Al evaluar los combustibles, éste es quizá el factor más importante, pues influye en la posibilidad de que se inicie o no un incendio y en su propagación.



La presencia de estos riesgos en la zona tendría consecuencias nulas para el PROYECTO DE MEJORAMIENTO URBANO Y MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL CIRCUITO INTERIOR DE LA CIUDAD DE MÉXICO. Sobre todo para los campamentos.

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE SEQUÍA.





**2.1 Responsabilidad Civil**

La responsabilidad civil es un riesgo clave para las empresas. Suele ocupar los primeros puestos en las encuestas realizadas a los gestores de riesgos. El único riesgo que la supera en la clasificación es el de lucro cesante.

El costo de los riesgos de RC puede variar considerablemente dependiendo del tamaño de la empresa, el sector y la jurisdicción. A este riesgo de extremada baja frecuencia pero de gran magnitud, el costo de los seguros de RC de empresas supuso, por término medio, aproximadamente el 0,2% de los ingresos de la misma.

El gasto debido a los riesgos de RC continúa aumentando con gran rapidez, debido al creciente número de demandas judiciales que se interponen en casi todas las regiones, al encarecimiento de los costos de salud y al incremento global de las indemnizaciones por daños y perjuicios que se conceden a los demandantes.

Los riesgos de RC se distinguen de otros por las siguientes características:

- Pueden ser riesgos desconocidos e inesperados. La aparición de nuevos riesgos puede desembocar en pérdidas considerables, consecuencia de la interacción entre las innovaciones tecnológicas y los cambios en el entorno social y jurídico.
- Los riesgos de RC son de cola larga, es mayor la exposición a la inflación, al rápido incremento de los siniestros y a los riesgos de inversión.
- La dinámica del sistema de RC puede dar lugar a súbitas exposiciones y cambios inesperados en el número de demandas y en los costos derivados por estas, no previstos por las empresas.
- A la larga, la cobertura del seguro de RC puede ser insuficiente.

¿Cómo pueden las empresas responder a estos desafíos?

Las empresas deben incluir los riesgos de RC en un proceso integrado de gestión del riesgo. La estimación y la atenuación del riesgo desempeñan una función importante en la reducción del costo total del riesgo y la aceptación de ciertos riesgos. Las empresas han de comprender y supervisar mejor los catalizadores de los costos de las demandas por los riesgos de RC, y luego hacer que esto se refleje en sus finanzas. Además, tendrán que prestar más atención a la evaluación, con objeto de gestionar su exposición a los riesgos de RC de continua evolución.

La RC es, por lo general, es la obligación legal de indemnizar a otros por las pérdidas o daños de los que la empresa fuera civilmente responsable.

Los riesgos de RC son relativamente nuevos comparados con otros. Sus raíces se encuentran en la época de la industrialización, a comienzos del siglo XIX.

Curiosamente, los riesgos de RC son objeto de enconadas discusiones entre académicos y políticos. Mientras que sus defensores ponen énfasis en la indemnización de víctimas inocentes, sus detractores consideraban este riesgo de «negligencia» una frivolidad. Hoy en día, el concepto de responsabilidad civil ya no es motivo de disputa.

En las reclamaciones o demandas por RC la indemnización sólo está restringida por el sistema judicial, la cual suele ser la suficientemente elevada para hacer frente a los acontecimientos. Dado que los eventos desencadenantes no están normalmente limitados, las demandas por concepto de RC dependen mucho más de los cambios en el panorama de riesgos. Si bien la mayoría de los daños son de poca cuantía y alta frecuencia, también se producen eventos de gran magnitud.

Así mismo, la principal cualidad es que en RC, una reclamación o demanda puede manifestarse durante un largo período de tiempo. La probabilidad de que se produzca un evento grave es baja, pero si éste se produce, los daños pueden ser muy elevados. En consecuencia, sube el monto de las indemnizaciones, que a menudo se derivan de las decisiones judiciales que pueden variar de manera considerable.

La RC básicamente obliga a una empresa a una responsabilidad jurídica, a los gastos judiciales incurridos, que pueden ser también muy elevados y a menudo corren por cuenta del demandado, incluso si gana el caso, también suelen estar cubiertos por este. La ley obliga a cubrir «... lesiones corporales y/o daños materiales producidos por una empresa o industria, en el caso de que alguien resulte herido a consecuencia del uso del producto manufacturado o distribuido por dicha empresa, o en el desarrollo de las actividades generales».



Tradicionalmente, los riesgos más altos en materia de RC son ocasionados por:

Los productos defectuosos, actos ilícitos, negligencias y la realización de actividades arriesgadas pueden ocasionar daños a otros, quienes son indemnizados con arreglo a los principios del derecho. Los actos ilícitos son relativamente infrecuentes, pero su gravedad puede ser considerable.

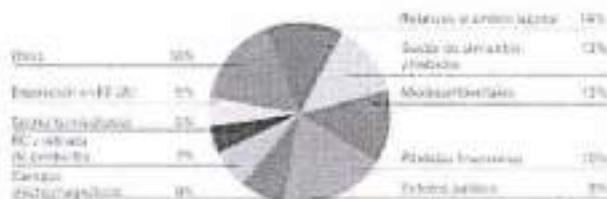
De todos los riesgos, la RC conlleva los mayores costos.

- Los sectores de salud, servicios de transportes, construcción, servicios públicos y la industria manufacturera, química y farmacéutica soportan los mayores costos de las demandas.
- Los sectores comercial y de servicios financieros cuentan con un riesgo de medio a bajo.
- Los sectores minero, energético, químico y farmacéutico, de servicios públicos, alimentarios y agrícolas, así como de servicios financieros cuentan con un elevado perfil de riesgo.
- Los sectores público, de atención sanitaria, metales, construcción, educación y asociaciones sin ánimo de lucro su riesgo es considerado como de un término medio.

Los riesgos de RC se generan por varios factores de impulso distintos. Las empresas o industrias necesitan monitorizar los cambios en las tendencias sociales y la percepción del riesgo en una serie de temas de actualidad para evaluar su posible futuro impacto en el negocio. Algunos de esos temas son:

- El valor de la vida y el costo de preservarla: la exposición de la mayoría de los riesgos de RC se ve directamente afectada por los avances en tecnología médica y por su capacidad de prolongar la vida de las personas a un precio aún más elevado. El creciente valor que la sociedad otorga a la vida de una persona a menudo supone que hay que agotar todas las vías médicas para mantener y prolongar la vida.
- Mayor concienciación sobre temas medioambientales: una mayor concienciación y una nueva percepción del riesgo medioambiental, especialmente a la luz del cambio climático y la pérdida de la biodiversidad, podrían resultar en un mayor número de siniestros en el futuro. Un círculo de demandantes y demandados cada vez más amplio y en constante evolución están explorando las vías jurídicas de compensación para poner fin a la externalización de los costos medioambientales. Se prevé que estos procesos judiciales se vuelvan más sofisticados con el paso del tiempo.
- Un aumento de la riqueza trae consigo un incremento de los costos de las demandas: a medida que las economías evolucionan y el patrimonio de las personas aumenta, crecen también las demandas potenciales de RC. Del mismo modo, las valoraciones del mercado de renta variable tienen un efecto directo sobre las posibles indemnizaciones de RC.
- Creciente interconexión: en un mundo cada vez más globalizado, los riesgos de RC aumentarán debido a la riqueza y la creciente interconexión del mundo desarrollado.

### CLASIFICACION DE RIESGOS IMPORTANTES DE R.C.



La empresa también debe poner atención a los desarrollos en el ámbito jurídico y jurisdiccional y riesgos de RC.

En el pasado, el sistema jurídico estuvo sujeto a grandes cambios. Muchos de estos desarrollos tienen su origen en EE.UU., donde el sistema de responsabilidad extracontractual se ha ido «moving away from a system of fault and recompense to one concerned chiefly with wealth distribution».

El sistema jurídico nacional ha cambiado en los últimos decenios.

El paso de la responsabilidad extracontractual a la responsabilidad no culposa (denominada «responsabilidad objetiva») ha impulsado el crecimiento de las demandas de RC. Al principio, el único desencadenante de responsabilidad por daños era la existencia de culpa por la parte perjudicial o el autor del agravio. Sin embargo, los avances tecnológicos introdujeron muchos riesgos nuevos, que condujeron a la evolución de la responsabilidad basada en la causalidad. Las irregularidades, el mal funcionamiento o la falta de precaución se engloban todos dentro del «paraguas» de la responsabilidad objetiva. Más recientemente, se han ampliado la entrada de demandas a consecuencia de la responsabilidad medioambiental hasta incluir una nueva forma de RC: la compensación por daños a los bienes públicos.

La RC también está creciendo debido a que el alcance de la indemnización se está ampliando. El ámbito original del derecho de RC era la indemnización por los daños corporales o materiales incurridos y por la consecuente pérdida financiera (p. ej. pérdida de beneficios o ingresos, o el incremento de los gastos a consecuencia de lesiones corporales o daños materiales). Sin embargo, la indemnización por daños morales se ha convertido ahora en un hecho cada vez más común que comporta elevadas indemnizaciones y que está marcando fuertes tendencias en nuestro país.

Los fallos de indemnización por daños y perjuicios, también van en aumento. Estos pagos superan la indemnización real por daños y representan un aspecto de la ley penal dentro del marco del procedimiento civil.

Las sentencias de indemnización por daños punitivos pueden alcanzar montos espectaculares, especialmente en los tribunales. Si bien las indemnizaciones extremadamente cuantiosas a menudo se reducen de manera considerable en los tribunales, siguen siendo un gran motivo de incertidumbre y un catalizador para los costos procesales.

Por último, el número de demandantes y de responsables de los daños está impulsando el crecimiento de las indemnizaciones de RC. Se ha desarrollado la tendencia por parte de abogados y demandantes a tratar de ampliar los límites de la responsabilidad más allá de la persona o empresa que ha causado el daño. La tendencia en muchos pleitos va dirigida especialmente a aquellos que tienen la solvencia suficiente para indemnizar, en lugar de analizar estrictamente la causa y el efecto. Cada vez con más frecuencia se consideran también responsables las partes que sólo están involucradas indirectamente o que se encuentran muy lejos de la cadena causa-efecto. Dejando a un lado el aspecto de la justicia, esta tendencia dificulta enormemente la capacidad de evaluar el riesgo de RC.

Los límites cuantitativos (montos económicos) son importantes para transformar riesgos subyacentes ambiguos en riesgos con siniestros máximos posibles conocidos. La limitación de los daños máximos por riesgo mejora la consolidación de los riesgos. Asimismo, es importante definir la responsabilidad de la empresa para calcular los límites adecuados para hacer frente a las demandas por indemnizaciones derivadas por daños a personas o empresas con una fuerte solvencia.

También hay que considerar que los gastos de defensa judicial no están restringidos o cuentan con algún tope. Dado que estos costos pueden ser considerables, donde los gastos procesales son especialmente elevados, resulta imposible calcular una pérdida máxima posible adecuada.

Por otro lado, cuando existe ambigüedad o riesgo moral elevado, en torno a la demanda, la determinación de la pérdida máxima probable adecuada a la empresa o industria, se complica todavía más.

El riesgo de RC está más expuesto a la incertidumbre que la mayoría de los otros riesgos. Es difícil de analizar y evaluar debido a su naturaleza a largo plazo y a su dependencia de la interacción de un número de factores de difícil predicción. Algunos de estos factores son los desarrollos macroeconómicos y del mercado de capitales, el cambiante panorama industrial, las nuevas tecnologías, el progreso de la medicina, la dinámica evolución de la sociedad y la globalización continua.

Mientras que, el panorama de los riesgos está evolucionando rápidamente y el alcance de las indemnizaciones siguen ampliándose. Las empresas se enfrentan a demandas por daños más caras, fruto, en parte, de los crecientes costos de salud y de los cambios en el sistema jurídico.

Es fundamental que las empresas conozcan la cultura jurídica para eliminar procedimientos que favorezcan resultados impredecibles.

Las empresas tienen que evaluar de forma proactiva la exposición al riesgo de RC de sus actividades y encontrar el equilibrio adecuado entre la exposición y la mitigación eficiente del riesgo para evitar riesgos indebidos. La monitorización de los desarrollos relativos a riesgos emergentes es otra tarea más de las empresas.

Las empresas pueden reducir el grado de incertidumbre de los demanda y mejorar su capacidad para evaluar riesgos de RC mediante la estandarización de sus políticas de trabajo, seguridad e higiene.

En este contexto, sólo prosperarán las empresas que cuentan con un sólido conocimiento de una estrategia coherente en materia de seguridad con respecto a los riesgos que puedan clasificarse bajo los sistemas jurídicos.



Dado a que es obligación legal de toda empresa o industria el reparar los daños causados por actos u omisiones realizados con culpa o negligencia propias o de las personas por las que deba responder y Una vez analizado el proyecto objeto del estudio de riesgos nos centraremos en aquellos que habitualmente son objeto de cobertura de seguros.

Partiendo de la base de que el responsable sea el operador, se puede resumirse en la siguiente clasificación, los daños que puede ocasionar:

1. **Daños propios:** son todos aquellos que representan una pérdida económica de cualquier índole para el operador sin que existan perjuicios para terceros. Incluyendo daños materiales directos y pérdidas consecuenciales derivadas de los mismos.
2. **Daños a terceros:**
  - 2.1. **Daños a las personas:** se incluirían en este grupo los siniestros que afectan directamente a personas, sean estas empleados del operador o ajenos.
  - 2.2. **Daños a las cosas o en sus bienes:** siniestros que implican la destrucción total o parcial de propiedades de otras personas físicas o jurídicas.

Las causas de los riesgos o daños pueden agruparse en tres categorías:

#### a) El caso fortuito y la fuerza mayor.

En sentido estricto, el caso fortuito es aquella situación totalmente imprevisible mientras que la fuerza mayor puede preverse, pero sus efectos son inevitables. Este último caso es fácilmente comprensible y, de hecho, el estado contempla su reparación, siempre que no exista imprudencia por parte del operador, o cuando se le produce un perjuicio por alguna de las siguientes causas:

- Los incendios causados por la electricidad atmosférica.
- Los fenómenos naturales de efectos catastróficos, como maremotos, terremotos, erupciones volcánicas, movimientos del terreno, temporales marítimos, inundaciones u otros semejantes.
- Los destrozos ocasionados violentamente en tiempo de guerra, robos tumultuosos o alteraciones graves del orden público.

Por el contrario, acotar el caso fortuito es una cuestión mucho más compleja y que normalmente queda a criterio de los tribunales, por lo que es un asunto de casuismo. A título meramente indicativo podemos señalar las siguientes características:

- Debe ser un evento totalmente azaroso que, aunque posible, no es una consecuencia propia e inevitable de la actividad desarrollada.
- El comportamiento doloso debe estar totalmente ausente
- Debe haberse desplegado una actividad suficiente con objeto de evitar que se produjera el daño

El caso fortuito excluye la responsabilidad del operador, salvo disposición legal expresa.

Hay que resaltar que cuando los daños y perjuicios hayan sido ocasionados como consecuencia inmediata y directa de una orden de la Administración, será ésta responsable dentro de los límites señalados en las leyes. También será la Administración responsable de los daños que se causen a terceros como consecuencia de los vicios de la construcción.

#### b) La negligencia

La negligencia se puede definir como una actitud descuidada y poco diligente en aplicar las condiciones necesarias para que no se produzca el evento dañoso o directamente en su inobservancia. Cuando concurre en el operador implica la existencia de responsabilidad civil por su parte, con la correlativa obligación de indemnizar los daños provocados a terceros pero normalmente excluye la obligación los daños propios.

#### c) La culpa

La culpa aparece cuando de forma consciente y deliberada se omiten las disposiciones tendientes a evitar la producción del daño o se realizan actos que previsiblemente van a provocarlo, pero sin un deseo expreso de producir perjuicios. Los efectos civiles de la culpa son iguales a los de la negligencia pero se diferencia de esta en que puede hacer que nazca responsabilidad penal.

#### d) El dolo



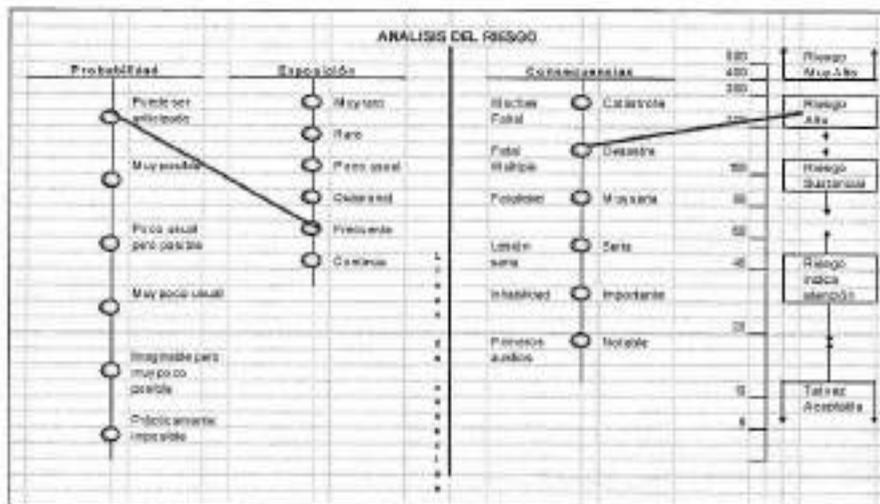
El dolo se presenta cuando en la realización de un daño existe un comportamiento consciente y deliberado, tanto si este es el objetivo directamente perseguido (p. e. el asesinato) como si es una consecuencia (p. e. la pérdida económica que origina un robo).

Dada la amplitud de la materia, este trabajo se limita a la exposición y análisis de la infraestructura básica de la obra o construcciones.

Es importante también, y de cara a los daños a terceros, considerar lo siguiente; La responsabilidad puede ser subjetiva, cuando el daño se deriva de una omisión o de una acción efectivamente realizada por una persona, u objetiva cuando la mera realización de una actividad plenamente lícita implica el riesgo de que el daño pueda producirse.

Tradicionalmente, la responsabilidad que traía consigo la obligación de indemnizar se consideraba que era exclusivamente la subjetiva cuando concurría en el causante del daño mientras que cuando recaía en el propio perjudicado excluía esa obligación. Hoy en día, en la jurisprudencia se ha abierto camino el principio de que la responsabilidad objetiva es, en ciertos casos, causa suficiente de la obligación de indemnizar con independencia de la existencia o no de responsabilidad subjetiva en el causante del daño y que, si concurre, se convierte únicamente en un elemento agravante. El ejemplo paradigmático es la indemnización al peatón atropellado en un accidente de tráfico con independencia de que este estuviera cruzando por un lugar indebido.

## EVALUACIÓN DEL RIESGO DE RESPONSABILIDAD CIVIL



## 2.2 Responsabilidad Medioambiental.

### ANTECEDENTES.

Los daños medioambientales pueden ser muy variados. Catástrofes como por ejemplo la liberación de gas tóxico en Bhopal (India central), la nube de dioxina en Severo (Italia) o el incendio de un almacén de depósitos en Heme Hempstead (cerca de Londres) muestran claramente el enorme potencial de riesgos que albergan las industrias. Sin embargo, también puede haber procesos lentos que, a largo plazo, causen daños desastrosos. Éste fue el caso a mediados de los años cincuenta en una prefectura japonesa cuando, durante el laboreo minero, se bombeaban de forma continuada metales pesados a un río cercano. El cadmio afectó a los habitantes de la zona, ocasionándoles una intoxicación con graves dolores crónicos que en Japón se conoce como la enfermedad de "Itai-itai", lo que traducido al español significa "ay, ay". Asimismo puede darse el caso de que se produzcan graves daños corporales o incluso malformaciones físicas en el hombre debido al uso de determinados productos. El ejemplo más triste de ello probablemente sea el agente defoliante Agent Orange que se utilizó en la guerra de Vietnam.

¿Qué es lo que tienen en común todos estos eventos? La característica común radica en que la difusión de las sustancias contaminantes se llevó a cabo por medio de los elementos medioambientales (agua, suelo y/o aire). La contaminación no solamente afecta directamente a los elementos propios del medio ambiente, sino que también produce "daños colaterales" en la flora y la fauna así como en los seres humanos y los bienes materiales. Visto desde esta perspectiva, incluso se pueden considerar daños medioambientales a los efectos consecuenciales de las explosiones y los incendios. La polución



provocada por un daño medioambiental puede suceder de forma repentina o gradual. Si solamente afecta a un recinto industrial, se trata de un daño propio, mientras que si afecta a un área adyacente, se habla de un daño a terceros. Por contaminación histórica se entiende la polución que afecta al suelo o a las aguas freáticas donde permanece sin detectarse durante mucho tiempo.

### La cuestión de la responsabilidad

A nivel internacional hay grandes diferencias en lo que respecta a la responsabilidad por daños medioambientales. En el derecho civil, generalmente, la parte culpable de haber ocasionado un daño ha de asumir la responsabilidad de resarcimiento frente a la parte dañada. Sin embargo, en numerosas ocasiones el legislador recurre a la responsabilidad objetiva cuando se trata de plantas industriales, instalaciones de infraestructura y empresas potencialmente peligrosas. En estos casos no importa si el causante de un daño actuó de forma intencionada o negligente. Aparte de las reclamaciones por responsabilidad civil, también existen reclamaciones por parte de las autoridades que se basan en el derecho público y cuyo objetivo consiste en prevenir riesgos que suponen un peligro para la población o para los bienes públicos como, por ejemplo, el agua potable. En primer lugar, se dirigen contra el causante de un daño, pero también pueden dirigirse a otras personas como, por ejemplo, a los propietarios de terrenos considerados de peligrosidad pública.

El grupo de las partes potencialmente responsables es particularmente amplio en algunas legislaciones allí, los costos para sanear un vertedero de residuos que causó daños medioambientales no solamente han de ser asumidos por el propietario y el operador del vertedero, sino también por las partes que produjeron y transportaron los residuos.

Mientras que las reclamaciones en el derecho civil se rigen por un número reducido de normativas concisas en materia de responsabilidad, las partes que asumen la responsabilidad en virtud del derecho público se ven a menudo enfrentadas a leyes y regulaciones de carácter especial. En muchos países, por ejemplo, se aplican normas reguladoras especialmente amplias en los ámbitos de gestión de residuos, contaminación histórica y protección de las aguas. Últimamente se puede observar también cómo el Estado actúa cada vez más como defensor de la naturaleza.

La posición de OPERADORA Y MANTENEDORA DEL CIRCUITO INTERIOR, S. A. DE C. V. Que debe tomar

El éxito de reducir los riesgos medioambientales depende de si se tienen en consideración una serie de aspectos:

- El riesgo de RC medioambiental no debe ser ignorado.
- Los daños medioambientales ocasionados por una liberación gradual y no intencionada de sustancias peligrosas se deben atacar con un alto nivel tecnológico en el ámbito medioambiental.
- La regulación de daños medioambientales es una tarea complicada - número de partes dañadas frecuentemente elevado, posible duración larga del daño y, no por último, procesos de saneamiento que a menudo abarcan amplios períodos de tiempo. Para todo ello se requieren efectuar una serie de estudios especiales.
- Los conocimientos específicos que se requieren para la evaluación de riesgos, solamente los pueden ofrecer científicos, ingenieros especializados, que disponen de experiencia. Sin estos expertos es imposible la reducción daños en el sector medioambiental.

### Principales elementos del proceso de cuidar el Medio Ambiente



Para evaluar o estimar el PML para el riesgo de responsabilidad civil medioambiental en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento se identificaron 22 actividades o acciones que podrían ocasionar impactos en el ambiente. Como anteriormente se señaló en este proyecto no se tiene contemplada la etapa de abandono.

| ETAPA                     | ACTIVIDAD  |
|---------------------------|--|
| Preparación del sitio     | Desmante y Despalme<br>Trazo y nivelación.<br>Terracerías<br>Acarreo de materiales<br>Operación de vehículos, maquinaria y equipo<br>Instalación de obras de apoyo<br>Mano de obra                           |
| Construcción              | Terrapienes<br>Operación de vehículos, maquinaria y equipo<br>Excavación y Acarreo de material<br>Cimentación<br>Subestructura<br>Superestructura<br>Mano de obra<br>Señalamientos horizontales y verticales |
| Operación y mantenimiento | Jardinamiento:<br>Reforestación:<br>Tránsito de vehículos.<br>Limpieza general<br>Iluminación<br>Obras de mantenimiento y conservación   |



### Lista de verificación de los factores y las variables afectadas.

La lista de verificación de los subsistemas ambientales y los factores afectados empleada en este estudio, se organizó considerando al ambiente como un sistema compuesto a su vez de tres subsistemas; el medio abiótico, el biótico y el socioeconómico. Estos subsistemas constituyen el primer nivel (primera columna) en una estructura jerárquica en forma de árbol. El segundo nivel (segunda columna) lo constituyen los factores ambientales (Tabla). Para el desarrollo de este proyecto, se identificaron 8 factores susceptibles de verse afectados por las acciones o actividades que involucra la obra.

| SUBSISTEMA     | FACTOR  |
|----------------|---|
| Abiótico       | Suelo<br>Agua<br>Aire<br>Paisaje              |
| Biótico        | Flora<br>Fauna                                |
| Socioeconómico | Infraestructura y servicios<br>Socioeconómico |

Los factores impactados en los subsistemas abiótico, biótico y socioeconómico se desglosan a continuación:

#### Subsistema Abiótico.

##### 1. Factor Suelo.

Se refiere a la alteración de la calidad del suelo y sus componentes, principalmente por movimiento de tierra durante la ejecución de las obras civiles. En este factor se consideran distintos componentes como son calidad (propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo), cambio de uso de suelo (el cambio de zona verde por pavimentación), explotación de los bancos de material (acarreo de los materiales y explotación consiente del banco), generación de residuos (generación de desechos varios, así como su disposición temporal y final), permeabilidad (el cambio de la capacidad de infiltración debido a la compactación).

##### 2. Factor Agua.

Se refiere a la alteración de la calidad de agua por contaminación de residuos sólidos y líquidos además de las posibles fugas de líquidos que afecten su calidad y ocurran ante situaciones excepcionales o accidentales. Este factor se divide en los componentes calidad (propiedades físicas, químicas y biológicas del agua), uso y disponibilidad (requerimiento de volúmenes de agua y la afectación a las fuentes de suministro), características del drenaje natural (se refiere a modificación de los cauces y relieves por motivo de las obras constructivas) e infiltración (cambio en las condiciones de infiltración del agua en el proyecto).

##### 3. Factor Aire.

Se refiere a la alteración de la calidad del aire generada (propiedades físicas, químicas y biológicas), la afectación de la visibilidad (mayor o menor distancia a que, según las condiciones atmosféricas, pueden reconocerse o verse los objetos), microclima (cambio en las condiciones particulares en el área del proyecto y sus alrededores inmediatos) y el ruido emitido (cantidad de energía disipada y transmitida a través del aire, también se llamó ruido a todo sonido indeseable para quien lo percibe).

##### 4. Factor Paisaje.

Se refiere a la alteración del terreno que se ve desde un sitio considerado en su aspecto estético generado por el proyecto. El componente analizado es la calidad estética (afectación visual del paisaje por el proyecto).

#### Subsistema Biótico.

##### 5. Factor Flora.

Se refiere a la alteración directa por desbroce que pueda sufrir la vegetación en el área del proyecto e indirecta en el área circundante, debido al deterioro de la calidad de aire, agua y suelo. Este factor considera los componentes de cobertura



(extinción territorial que abarcan las comunidades vegetales), diversidad (número de especies y de individuos por especie), reforestación (restitución de individuos derribados en el lugar de la obra). Cabe señalar que no se consideran especies sujetas a protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, pues no se encontró ninguna en el área a ser afectada por el proyecto.

#### 6. Factor Fauna.

Entre los impactos sobre la fauna, se encuentran asociados a las acciones del proyecto, este factor considera dos componentes abundancia (extensión territorial que abarcan las comunidades animales y diversidad (número de especies y de individuos por especie). No se consideran especies sujetas a protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, debido que no se encontró alguna en el área a ser afectada por el proyecto.

#### C.- Subsistema Socioeconómico.

##### 7. Infraestructura y servicios

Se refiere a la utilidad de los diferentes servicios e infraestructura que existe en la zona donde acontece el proyecto se analizan factores como demanda de servicios y equipamiento urbano.

##### 8. Socioeconómico

Se refiere a la producción, distribución, circulación que satisfacen necesidades humanas, para que esto se pueda llevar a cabo el factor está integrado en socio economía (generación de empleos, cambio de calidad de vida, economía local, demografía, valor del suelo).

Para que estos sectores funcionen adecuadamente se necesita de la Población Económicamente Activa (PEA), que comprende a la población que trabaja, a la que tiene una ocupación remunerada y es mayor de 12 años, cuyo Nivel de Ingresos está dado por el puesto que desempeñen, el grado máximo de estudios y el sector de actividad en el que se empleen y esta medido en términos de salario mínimo.

Para evaluar la probabilidad de ocurrencia de un riesgo por responsabilidad civil medioambiental, se emplearan los siguientes porcentajes estimativos.

| PROBABILIDAD        | CALIFICACIÓN |
|---------------------|--------------|
| DE 5% A 35%         | BAJA         |
| DE 35% A 70%        | MEDIA        |
| DE 70% EN ADELANTE. | ALTA         |

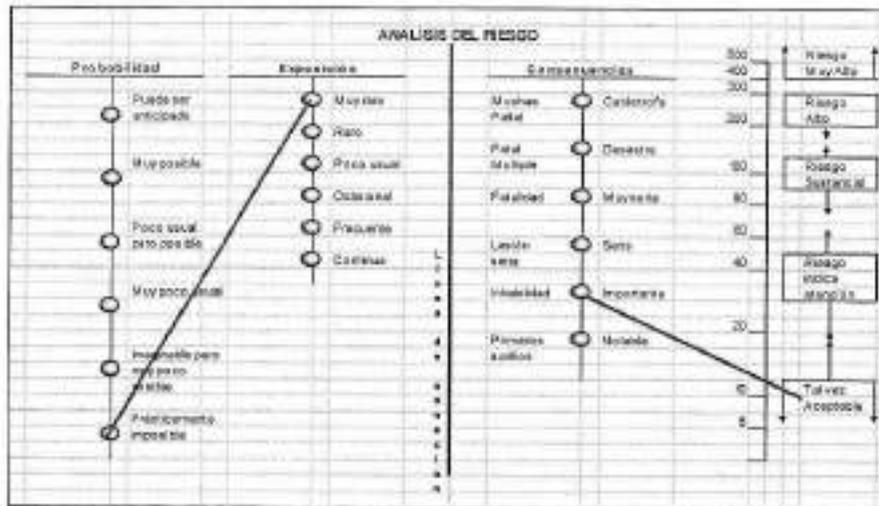
Aplicando este criterio a los riesgos para definir su probabilidad de ocurrencia y utilizando los factores de las actividades a realizar, con los factores que pueden ser impactados, tenemos la siguiente tabla.

#### PROBABILIDAD DE OCURRENCIA.

| FACTORES Y PARAMETROS AMBIENTALES IMPACTADOS |                             | PREPARACION DEL SITIO | CONSTRUCCION | OPERACION Y MANTENIMIENTO |
|--|-----------------------------|-----------------------|--------------|---------------------------|
| ABIOTICO                                     | SUELO                       | MEDIA                 | MEDIA        | BAJA                      |
|  | AGUA                        | MEDIA                 | MEDIA        | BAJA                      |
|  | AIRE                        | BAJA                  | BAJA         | BAJA                      |
| BIOTICO                                      | PAISAJE                     | BAJA                  | MEDIA        | BAJA                      |
|  | FLORA/FAUNA                 | BAJA                  | MEDIA        | BAJA                      |
| SOCIOECONOMICO                               | INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS | MEDIA                 | MEDIA        | BAJA                      |
|  | SOCIOECONOMICO              | MEDIA                 | MEDIA        | BAJA                      |



## EVALUACIÓN DEL RIESGO DE TERRORISMO



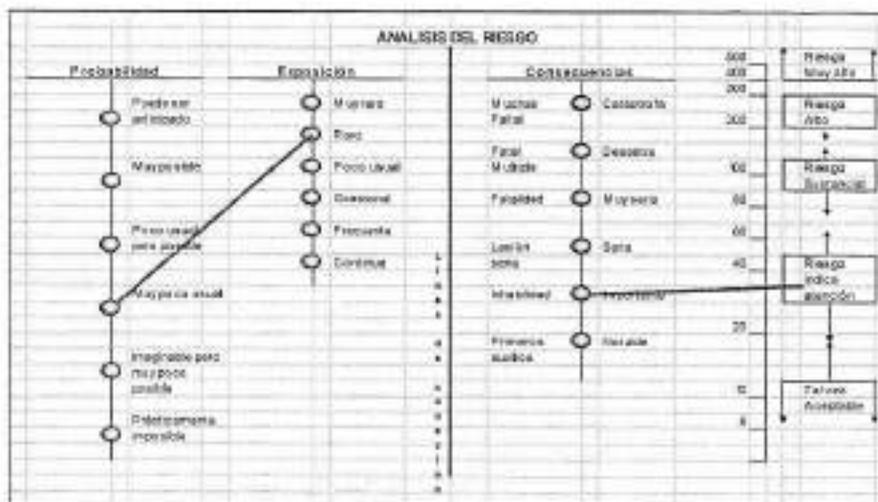
### 3 RIESGOS INHERENTES (INCENDIO, ROBO, HUELGAS, EXPLOSION)

#### 3.1 INCENDIO

El riesgo de incendio es un fenómeno que siempre ha acompañado al hombre. Un fuego no controlado de grandes proporciones que se presenta en forma súbita o gradual, genera pérdidas materiales, humanas y alteraciones ambientales. Los incendios se subdividen en tres clases y según su magnitud: Conato, incendio y conflagración. Los incendios pueden ser urbanos, industriales y forestales. En gran porcentaje el elemento causal es de origen humano. En las obras de construcción estos suelen presentarse en mayor frecuencia en los almacenes o bodegas y en muy pocas ocasiones en la fase final de la construcción. Por tal motivo si la administración de la construcción, cuenta con un programa adecuado para la minimización de los incendios y en combinación con la distribución del proyecto, las pérdidas materiales que se producen por el mismo, muy fácilmente pueden ser asimilables por el constructor.

PROYECTO DE MEJORAMIENTO URBANO Y MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL CIRCUITO INTERIOR DE LA CIUDAD DE MÉXICO, por su ubicación se podría ver afectado por algún incendio de manera ligera.

#### EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO



## 3.2. EXPLOSIÓN

En las obras, La ocurrencia de este riesgo, si llegara a presentarse, sería en una máquina, equipo a presión o por un factor externo, por lo que sus consecuencias serían leves.

### EVALUACIÓN DEL RIESGO DE EXPLOSIÓN



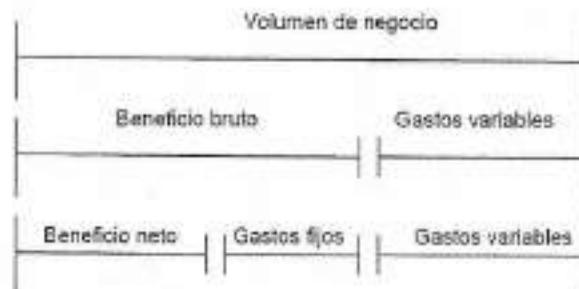


causada en forma fortuita por un daño material que es el origen de una paralización total o parcial. El riesgo así definido está íntimamente vinculado con el riesgo de daños materiales en sí, por ejemplo el riesgo de incendio, o el riesgo de avería de maquinaria. El riesgo de daño material influye sobre el riesgo de interrupción, primordialmente en lo que se refiere a la frecuencia de siniestros., este parámetro se evalúa mediante las herramientas empleadas en la evaluación de daños directos.

La probabilidad de ocurrencia de una interrupción sería, en este caso, idéntica a la probabilidad de un daño material, por ejemplo de un incendio. Pues bien, el daño material es condición ineludible para una interrupción del negocio; pero esta relación no existe a la inversa, porque no todo daño material origina una interrupción de la explotación. Resulta que la probabilidad de producirse una interrupción es menor que la probabilidad de originarse un daño material.

Debemos llegar a determinar la posibilidad de un siniestro mediante conclusiones basadas en las particularidades típicas del riesgo de interrupción. Partimos de la frecuencia probable de siniestro en el riesgo respectivo de daños materiales.

Un siniestro puede producir una interrupción en la operación de un negocio, esto puede originar perjuicios económicos como pérdida de negocios, gastos de alquileres, etc.



El riesgo debido a la Pérdida del Beneficio Bruto es la sufrida y debida a la reducción del volumen del negocio y/o al incremento de los costos de explotación tal como se define a continuación:

El riesgo a evaluar en este contexto será:

- Respecto a la pérdida de beneficio bruto: la cantidad obtenida multiplicando la tasa de beneficio bruto por la diferencia entre el volumen de negocio que se hubiera conseguido si no se hubiese presentado el evento, y el volumen de negocio realmente obtenido, ambos referidos al período de indemnización fijado.
- Respecto al incremento de los costos de explotación: el gasto adicional en el que se incurra necesaria o razonablemente con el sólo propósito de prevenir o disminuir la reducción del volumen de negocio que se hubiera presentado sin este gasto, durante el período de indemnización, pero sin que exceda de la suma obtenida al multiplicar la tasa de beneficio bruto por la pérdida prevenida del volumen de negocio.

La evaluación de este riesgo se encuentra considerada bajo las mismas condiciones de los riesgos a los que están expuestos los daños materiales de la obra

#### 4.1 RIESGOS A CONSIDERAR QUE NO PODRAN SER TRASLADADOS A UNA COBERTURA DE SEGURO

Las aseguradoras en ningún caso ampararan una pérdida por los siguientes conceptos:

- Pérdidas de beneficio bruto y/o incrementos del costo de explotación debido a cualquier retraso causado por, o que sea resultado de:
  - Pérdidas o daños amparados bajo la Cobertura de Daños materiales mediante endosos a la póliza, a no ser que ello haya sido acordado expresamente por escrito e incluido en las Condiciones Particulares;
  - Pérdidas o daños en la propiedad adyacente;



- c) Pérdidas o daños en los medios de operación, insumos, escasez, destrucción, deterioro de o daños en cualquier clase de materiales que sean necesarios para el funcionamiento del negocio asegurado;
- d) Cualquier tipo de restricciones impuestas por las autoridades públicas;
- e) No disponibilidad de fondos;
- f) Modificaciones, ampliaciones, mejoras, rectificaciones de defectos o fallos o subsanación de cualquier clase de deficiencia llevada a cabo después de la ocurrencia del daño;
- g) Pérdidas o daños en bienes entregados o recibidos por el Asegurado o para los cuales ha cesado la cobertura de daños propios de la construcción y/o montaje;
- h) Anomalías o deficiencias en el suministro de energía eléctrica;
- i) Cualquier riesgo no incluido en la cobertura de los daños propios de la construcción y/o montaje;
- j) Los trabajos de descarga.

2. Cualquier pérdida debida a multas o daños por el incumplimiento del contrato, por retraso o incumplimiento de órdenes, o por cualquier penalización de cualquier naturaleza que sea;

3. Pérdidas de negocio debidas a causas tales como suspensión, caducidad o cancelación de contratos de arrendamiento, licencia u orden, etc., que se produzcan con posterioridad a la fecha del comienzo efectivo de las operaciones aseguradas.

4. Pérdidas o daños en prototipos, a no ser que ello haya sido acordado expresamente por escrito e incluido.

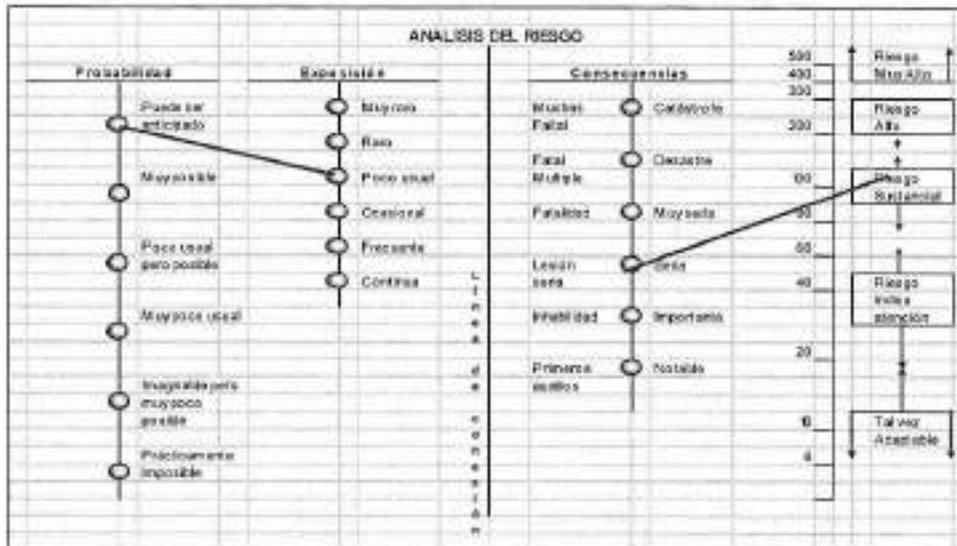
5. Daños consecuenciales o indirectos que se deriven de un siniestro, tales como depreciación o deterioro de mercancías, pérdidas de mercado o clientes, aumentos del coste de mantenimiento, demoras o retrasos en los servicios, imposibilidad de llevar a cabo operaciones comerciales, lentitud laboral deliberada u otras contingencias similares.

6. Demoras excesivas en la reparación o reposición de los bienes dañados respecto al plazo que sería necesario en condiciones normales de ejecución.

La ocurrencia de este riesgo es la misma que para cada uno de los riesgos que se analizaron de manera independiente.

Se recomienda contratar una cobertura para el seguro de pérdida de beneficios con un monto equivalente al 10% del costo anual.

### EVALUACIÓN DEL RIESGO FINANCIERO.



## VII. PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE (PML).

### Introducción:

La toma de decisiones sobre el tratamiento de los riesgos, tanto por parte de las empresas como de los aseguradores, surge de la necesidad de disponer información de los límites techo de una pérdida económica.

La valoración de los daños en esta tipología de riesgos se dirige, principalmente, al cálculo de las pérdidas máximas que se pueden producir en ciertas condiciones. Se asume, como premisa en la práctica de la estimación de pérdidas, que los daños en siniestros reales pueden alcanzar diversos valores, que siempre han de ser inferiores a la pérdida máxima calculada en esas condiciones determinadas.

El concepto de pérdida máxima probable se define de la siguiente forma: valor máximo sujeto a destrucción, bajo un riesgo determinado, en condiciones normales, especialmente las de seguridad propias y externas, respecto a un bien o conjunto de bienes.

El valor estimado se expresa en tanto por ciento respecto al valor total del bien o conjunto de bienes sujetos a análisis.

El sentido de la expresión utilizada en la definición condiciones normales implica la respuesta efectiva de los medios de seguridad propios y externos, si bien en las condiciones de operación más propensas a la pérdida máxima.

En el cálculo de esta pérdida no se tomaron en cuenta condiciones extraordinarias que tengan su origen en el sabotaje, accidentes en instalaciones vecinas o caída de aviones, en virtud de que son riesgos que su probabilidad de ocurrencia es muy cercana a cero.

#### a) Consideraciones para el cálculo de PML.

Los factores principales que se tomaron en cuenta para determinar el valor máximo sujeto a destrucción por los riesgos que puedan afectar el proyecto son, en condiciones normales, son:

- Tipo de construcción.
- Método de construcción.
- Desarrollo arquitectónico en horizontal o vertical, a gran altura, en lugares con difícil acceso.
- Distancias separatorias por espacio abierto, libre de cualquier tipo de combustibles, entre las instalaciones.
- Contenido de equipos, mobiliario y mercancías y disposición espacial.
- Separaciones cortafuego de confianza y valor de resistencia al fuego considerable; mínimo 2 horas, con múltiples excepciones.
- Medios de detección y extinción existentes.
- Servicios de socorro externos.
- Seguridad en el proceso.
- Topografía de la zona.
- Morfología de la zona.
- Geología de la zona.
- Hidrología de la zona.
- Clima de la zona.
- Maquinaria a utilizar.

Como es sabido en la práctica de la estimación de la pérdida máxima probable, es similar a la expuesta para la pérdida máxima posible, con la diferencia de que se debe seleccionar el edificio o instalación que presente, simultáneamente, mayor peligro y mayor valor económico.

Teniendo en cuenta las separaciones constructivas, se le sumaran los valores de las instalaciones contiguas o próximas que se considere se verían afectadas por algunos riesgos. Esta suma se compara con el valor total del conjunto de bienes y se expresa en tanto por ciento.

Cuando no se destaque claramente una instalación, es aconsejable efectuar cálculos por separado para todos aquellos que se considere pueden definir la concentración máxima de destrucción y seleccionar el que alcance el mayor valor económico.



b) Consideraciones para el riesgo de pérdida de beneficios.

La repercusión de incendios en la interrupción de actividades que genera la máxima pérdida probable de beneficios y el pago de los gastos fijos viene determinada por estos por los factores:

- Zona/s de la empresa que resultaría destruida en las condiciones más adversas y que influye en la interrupción de la actividad, en tiempo y/o repercusión económica.
- Plazo de tiempo necesario para reconstruir la zona/s más influyente en el desarrollo de las operaciones.
- Posibilidad de suplencia de la interrupción de la actividad: productos almacenados, producción alternativa, acuerdos de abastecimiento o fabricación en otras instalaciones.

El valor máximo de pérdidas de beneficios y otros gastos fijos se expresa en moneda corriente y en periodo de tiempo al que se extendería esta contingencia de interrupción.

**EL PML A CONTRATAR PARA LA OBRA CIVIL EN CONSTRUCCIÓN SERÁ DIVIDIDO EN FUNCIÓN DEL VALOR DE CADA UNA DE LAS FASES DEL PROYECTO.**

### VIII. RECOMENDACIONES.

Como se ha descrito en este estudio el **PROYECTO DE MEJORAMIENTO URBANO Y MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL CIRCUITO INTERIOR DE LA CIUDAD DE MÉXICO**, cuenta con tres grandes riesgos que a nuestro juicio y con base Al análisis, lo podrían afectar severamente, esto son los riesgos de inundación, sismo y responsabilidad civil daños a terceros, por lo que únicamente nos enfocaremos a proporcionar recomendaciones para la minimización de los mismos.

#### RESPONSABILIDAD CIVIL.

De acuerdo con el análisis y evaluación de los riesgos mencionados, el más severo es el de responsabilidad civil, para ayudar a la minimización y en su caso la eliminación, procederemos a dar algunas recomendaciones para el control del mismo.

Se recomienda a **OPERADORA Y MANTENEDORA DEL CIRCUITO INTERIOR, S.A DE C.V.** Apegarse al pie de la letra a las normas oficiales de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y del Instituto Mexicano del Transporte.

NOM- 086-SCT2-2004 Señalamientos y Dispositivos de seguridad para protección en zonas de obras.

NOM-001-STPS-1993 Condiciones de seguridad en edificios de trabajo.

NOM-031.STPS-2010 Seguridad e higiene en obras de construcción.

NOM-034-SCT2-2010 Señalización en carreteras.

N-CSV-CAR-2-05-002/01 Marca de Guarniciones.

N-CSV-CAR-2-05-003/01 Señalamientos superiores.

N-CSV-CAR-2-05-004/01 Limpieza de vialidad y botones.

N-CSV-CAR-2-05-005/01 Limpieza en señales verticales.

N-PRY-CAR-10-01-006/99 Señalización y dispositivos de seguridad en calles y carreteras.

#### LA REDUCCIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL.

Las implicaciones directas e indirectas para la gestión empresarial son importantes. Según la filosofía de las Leyes ecológicas y medioambientales. El objetivo es crear en la empresa una cultura de la prevención de los riesgos medioambientales que permita al constructor prevenir, evaluar y garantizar económicamente los riesgos ambientales de sus instalaciones a fin de proteger la mayoría de los elementos que integran el Medio Ambiente. Todo ello con un doble objetivo, evitar situaciones accidentales que puedan afectar al medio y disponer de garantías suficientes para responder a un eventual daño. De esta manera la evaluación de riesgos medioambientales de las instalaciones y actividades cobra una doble relevancia, se convierte así en una pieza clave para poder asumir con garantías las nuevas responsabilidades. La estrategia es la reducción del riesgo asociado a las instalaciones, previo análisis de coste beneficio.



Ante el riesgo residual caben dos alternativas: su retención dentro de la empresa asumiendo una posible pérdida siendo recomendable constituir una reserva financiera que permita actuar en caso de siniestro o bien, su transferencia al mercado de seguros.

Si se opta por un seguro en la negociación de las condiciones es especialmente relevante fijar una suma asegurada adecuada para que no se produzcan desajustes entre la valoración del riesgo potencial. Es conveniente recordar que las Leyes ecológicas y medioambientales en algunos casos, no limita la responsabilidad a la cuantía de la garantía financiera.

Reducidos y transferidos los riesgos asociados a una instalación, quedaría una asignatura pendiente, el aumento del control sobre las posibles emisiones accidentales de forma que en caso de vertido o fuga existan los sistemas de detección temprana que reduzcan el tiempo de respuesta y de esta forma los costes asociados a los daños.

Por último hay que destacar que la organización de los recursos materiales y humanos para hacer frente a las emergencias ambientales ha de estar presente en la actividad de forma integrada con el plan de Autoprotección de la misma.

Esto implica la realización de procedimientos de actuación específicos y sobre la realidad de la instalación, que eviten procedimientos estándar que se demuestran ineficaces en el caso de la existencia del riesgo.

## INUNDACIÓN.

Se recomienda al constructor llevar una bitácora sobre los Fenómenos Hidrometeorológicos que se presenten en la zona durante todo el proyecto de construcción.

## MANEJO DEL RIESGO VOLCÁNICO (PREVENCIÓN)

Los aspectos tratados reflejan una condición estacionaria; esto es, las representaciones descritas del peligro y el riesgo, así mismo muestran la distribución espacial del riesgo, independientemente del tiempo en que se les considere. Sin embargo, si surge una condición de amenaza derivada de un incremento en la actividad volcánica, debe contarse con una serie de mecanismos que permitan enfrentar esa condición conforme evoluciona.

Por ello, una vez que se han definido los peligros volcánicos, es necesario desarrollar un grado de preparación, entendida como una capacidad de respuesta ante la posibilidad de actividad volcánica, o de cualquier otra amenaza.

La preparación involucra una clara comprensión, por parte de los trabajadores vulnerables y de la dirección administrativa de la obra responsable de su protección, del fenómeno natural y de todas sus posibles manifestaciones destructivas, y la elaboración de medidas de reducción de la vulnerabilidad. La preparación deberá de considerar también el desarrollo de planes operativos de respuesta ante la posibilidad de que esas manifestaciones se presenten.

En términos generales la gestión del riesgo comprende dos fases principales:

- a) La fase pre-crítica o pre-evento de preparación, que incluye:
  - a. Evaluación del peligro y del riesgo, reducción de la vulnerabilidad y postulación de escenarios probables cuando menos cada tres meses.
  - b. Monitoreo volcánico en cooperación con las autoridades correspondientes.
  - c. Desarrollo de planes operativos para el caso de emergencia.
- b) La fase crítica y la aplicación de las medidas operativas, que comprende:
  - Procedimientos de información, comunicación y alerta.
  - Respuesta: aplicación de medidas de emergencia.
  - Definición del fin de la fase crítica.

## GUÍA BÁSICA DE SEGURIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

A continuación se incluye una Guía Básica de Seguridad en las obras de Construcción y Montaje, en el que se muestran los aspectos básicos de seguridad tendientes a la minimización de accidentes en este tipo de riesgos y que suelen venir acompañados de cuantiosos daños materiales y, sobre todo, de gravísimos daños personales.

### 1) INTRODUCCIÓN



En los últimos años el sector de la construcción ha registrado un considerable aumento de actividad, tanto en lo que se refiere a obras de edificación como obras de infraestructura. Asimismo, el incremento de la actividad ha registrado un importante aumento en los niveles de contratación.

Esta situación ha comportado como consecuencia directa un importante incremento de los accidentes registrados en valores absolutos. Sin embargo en valores relativos, también se ha registrado un incremento de los índices de accidentalidad constituyendo así a la construcción, un sector de mayor riesgo.

Algunos de los motivos que apuntan hacia esta alta siniestralidad laboral son:

**Temporalidad.** A diferencia de una empresa encuadrada en el sector industrial o en el sector servicios, donde existen unos lugares de trabajo fijos y estables con unos riesgos laborales caracterizados por su permanencia y con un responsable, el empresario titular del centro de trabajo, duradero y con una cierta perspectiva de fiabilidad; sin embargo las obras se acometen con el objetivo de ser concluidas en un plazo concreto y determinado, por lo que la presencia del empresario constructor en la obra finaliza con la entrega del resultado ejecutado, siendo, por tanto, esta actividad, en lo que se refiere a cada obra concreta y determinada, de naturaleza temporal. Esta situación tiene como principal consecuencia en materia de seguridad, al contrario de otros sectores industriales, que no existan estructuras estables que faciliten la aplicación y mantenimiento de la acción preventiva.

**Movilidad.** Dada la propia dinámica y evolución de la obra, los riesgos pueden variar y modificarse, total o parcialmente, prácticamente cada día, pudiendo asimismo alterarse de forma secuencial y cronológica tanto el número y la entidad de las empresas que acometen las mismas, en función de las distintas fases de la obra, como, por supuesto, los trabajadores presentes en la obra, quienes sólo permanecerán en la misma el tiempo que perduren los trabajos inherentes a la especialidad para los que han sido contratados.

**Alto grado de competitividad en el sector dando lugar a ahorros de costos a través de la aceleración de los trabajos y no aplicación de partidas presupuestarias en materia de seguridad.**

**Reducción o carencia de la actividad formativa en prevención sobre los trabajadores de las obras.** Como hemos señalado el alto grado de competitividad en obras reduce la realización de este tipo de actuaciones, elemento clave para el mantenimiento de buenas condiciones de seguridad en las obras.

Por otro lado la elevada demanda de trabajadores en este sector da lugar a que trabajadores desplazados de otras áreas de actividad se incorporen a realizar tareas de construcción. Este tipo de trabajadores, al disponer de una escasa o nula experiencia en materia de seguridad, hecho que se puede ver agravado en aquellas obras en que la actividad preventiva es prácticamente nula, tienen una mayor probabilidad de protagonizar un accidente.

En adición a los riesgos, a los cuales los trabajadores se ven sujetos, es importante señalar la exposición a daños de las distintas propiedades involucradas durante el proceso de construcción o montaje. La propiedad básica que se puede ver afectada será el objeto de construcción o montaje que irá evolucionando a medida que la actividad progrese, variando el grado de exposición frente a distintos riesgos tal como los riesgos de la naturaleza. Por ejemplo, en las primeras fases del proceso constructivo, las obras son más vulnerables a sufrir daños a consecuencia de riesgos de la naturaleza tal como inundaciones, al no encontrarse finalizadas las redes de drenaje definitivas. Por otro lado, en general la construcción se verá más expuesta a riesgos operacionales en la fase de pruebas de las instalaciones como por ejemplo la existencia de un posible incendio por un fallo eléctrico, al existir una mayor probabilidad de que los fallos de ejecución de la instalación eléctrica se manifiesten en dicha fase; a esta situación se debe añadir que en la mayoría de los casos el proyecto es más vulnerable al encontrarse generalmente por terminar las medidas de protección contra incendios activas y pasivas.

Otras propiedades que se pueden ver afectadas durante el proceso constructivo son el equipo de construcción y la maquinaria de los contratistas y subcontratistas partícipes, las construcciones y bienes ya existentes al inicio de los trabajos (como por ejemplo en el caso de obras de reforma o ampliación), bienes de terceros colindantes a la obra, etc.

Es importante resaltar que el riesgo a que se enfrenta en caso de producirse un daño sobre los bienes materiales, no sólo consistirá en soportar el patrimonio necesario para la reposición de los bienes dañados, sino que adicionalmente la entidad deberá hacer frente al impacto económico que supondrá el retraso de la puesta en operación de la actividad para la cual ha sido proyectada la obra.

La gestión de la seguridad en las obras, por tanto no sólo debe contemplar la seguridad de los trabajadores a la que la legislación claramente obliga a que quede garantizada, sino que además debe contemplar la seguridad física de los bienes que se puedan ver expuestos a consecuencia de las obras.

## 2) MARCO LEGAL



A este punto se refiere a la necesidad de desarrollar una política de protección de la seguridad y de la salud en el ámbito del trabajo, obedecen las disposiciones específicas contenidas en la Leyes Mexicanas.

Las conclusiones de este doble diálogo, social e institucional, ha de concretarse en un conjunto de medidas del marco normativo de la prevención de riesgos laborales, encaminadas a superar los problemas e insuficiencias respecto de los cuales existe un diagnóstico común.

Las medidas acordadas abarcan diferentes ámbitos: medidas del marco normativo de la prevención de riesgos laborales, medidas en materia de Seguridad Social, medidas para el reforzamiento de la función de vigilancia y control del sistema de Inspección de Trabajo y Seguridad Social y medidas para el establecimiento de un nuevo sistema de información en materia de siniestralidad laboral.

### 3) LA GESTIÓN DE LA SEGURIDAD EN OBRAS

El deber empresarial de protección de los trabajadores surge como consecuencia del poder de dirección del empresario, al que acompaña el poder disciplinario para su ejercicio efectivo. La lógica de esta obligación contractual reside en la potestad del empresario para imponer unas condiciones de trabajo y unas tareas concretas a sus trabajadores bajo las órdenes que la lógica de la organización productiva demande, las cuales deben ser atendidas y cumplidas debidamente por los trabajadores con buena fe y, en última instancia, por el mencionado poder disciplinario empresarial. En correspondencia a esta situación, el empresario debe adoptar toda la diligencia posible para garantizar que las tareas ejecutadas en unas condiciones de trabajo impuestas por él, y de acuerdo a sus órdenes sean lo más inocuas posible para el trabajador, es decir que no supongan una amenaza significativa para su integridad física y su salud.

En el desarrollo de las obras de construcción se presentan una multitud de entidades partícipes: promotor, proyectista, contratistas, etc., que dificultan tanto en la fase de proyecto como de ejecución la asignación de responsabilidades en materia de seguridad y salud. Para salvar esta situación, se deberá establecer un modelo de gestión basado en la idiosincrasia propia de la actividad contemplando tanto la fase de elaboración de proyecto como de ejecución de las obras y estableciendo para cada una de las figuras partícipes una serie de obligaciones y responsabilidades. Las cuales se definen:

- Promotor o comitente: cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realice una obra.
- Proyectista: el autor o autores, por encargo del promotor, de la totalidad o parte del proyecto de obra.
- Coordinador o responsable en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra: Será el técnico competente designado por el promotor para coordinar durante la fase del proyecto de la obra la aplicación de los principios de la acción preventiva al tomar decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que se desarrollarán simultánea o sucesivamente de manera segura.
- Coordinador o Responsable en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra: El técnico competente integrado en la dirección facultativa, designado por el promotor para coordinar durante la fase de ejecución de los trabajos de construcción o montaje la aplicación de los principios de la acción preventiva al tomar decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo para que se desarrollen simultánea o sucesivamente de manera segura.

**Dirección facultativa:** El técnico o técnicos competentes designados por el promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

• Contratista: La persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

• Subcontratista: La persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

• Trabajador autónomo: La persona física distinta del contratista y del subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume contractualmente ante el promotor, el contratista o el subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Las figuras de los coordinadores de seguridad tanto de la fase de proyecto como de la fase de ejecución de los trabajos, se hacen necesarias siempre que participen varios proyectistas (estructuras, instalaciones, etc.) y varias empresas de construcción (contratistas, subcontratistas, etc.) respectivamente.

Tanto el coordinador en materia de seguridad durante la fase del proyecto como el responsable de seguridad durante la fase de construcción son figuras clave para garantizar unas adecuadas condiciones de seguridad durante toda la obra,



estableciendo en fase de proyecto un estudio de seguridad y salud de la obra (ESS) y haciendo cumplir posteriormente durante la fase de ejecución de la obra las medidas de seguridad establecidas. No obstante la designación de dichos responsables, no exime al promotor de su responsabilidad en materia de seguridad, dado que es como consecuencia de la voluntad del promotor, como se consiguen los niveles de seguridad requeridos al proveer de autoridad al coordinador de seguridad sobre los contratistas y subcontratistas implicados.

Por otro lado, los contratistas efectuarán planes de seguridad específicos mediante los cuales se establecerán las medidas de seguridad que efectivamente se llevarán a cabo respetando los criterios mínimos establecidos en los estudios de seguridad. Estos también serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad que será aprobado por el responsable de seguridad de la obra (coordinador designado o dirección facultativa), en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o en su caso a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Los subcontratistas, de forma similar al contratista, están obligados, en la obra, a cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos y las obligaciones que se deduzcan de lo establecido en el Plan de Seguridad.

Los contratistas y subcontratistas serán responsables solidarios de las consecuencias del incumplimiento de las medidas preventivas previstas en el plan. Por tanto las responsabilidades de los coordinadores de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a contratistas y subcontratistas.

Por tanto el sistema de gestión de la seguridad se fundamenta en el establecimiento de las responsabilidades ya mencionadas y obligaciones en materia de seguridad a los partícipes del proyecto que tienen poder de incorporar las debidas medidas preventivas. Estas obligaciones se resumen como sigue:

- Promotor: Designar a los coordinadores (proyecto y ejecución), cuidar que en la fase de proyecto se elabore el ESS y comunicar a la autoridad laboral competente el Aviso Previo antes del inicio de los trabajos.

- Coordinador de seguridad en la fase de proyecto: Elaborar o hacer que se elabore bajo su responsabilidad el ESS, así como coordinar la aplicación de los principios generales de prevención en las fases de concepción, estudio y elaboración de proyecto. En esta fase no sólo es esencial el desarrollo de cara a garantizar unas adecuadas condiciones de seguridad para los trabajadores, sino que es además vital en esta fase la labor de anticipación de cara a la protección frente a daños que puedan sufrir los bienes, debiéndose programar las actividades atendiendo no sólo a criterios de economía sino también de protección del proyecto durante la fase de ejecución.

Coordinador de seguridad en fase de ejecución: Coordinar los principios generales de prevención durante toda la ejecución de la obra, pero en particular en las tareas de manipulación de materiales y utilización de medios, levantamiento de materiales peligrosos utilizados, elección del emplazamiento de puestos y áreas de trabajo, cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos así como adoptar medidas para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. Asimismo estará facultado para aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista o las modificaciones introducidas en el mismo, imponer instrucciones y transmitir indicaciones a los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos durante la ejecución de la obra, utilizar el libro de incidencias que estará en su poder y que deberá mantenerse siempre en obra, disponer la paralización de los tajes o en su caso de la obra en circunstancias de riesgo grave e inminente dejando constancia en el libro de incidencias notificándolo a la autoridad laboral.

- Contratistas y subcontratistas: La primera obligación que compete a los contratistas es la de redactar el plan de seguridad y salud de las obras que vayan a acometer de acuerdo a lo establecido en el ESS. Contratistas y subcontratistas están obligados a aplicar los principios de la acción preventiva, cumplir y hacer cumplir a los trabajadores lo establecido en el Plan De Seguridad y Salud, informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos, en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra. Ambos responderán solidariamente del incumplimiento de las medidas establecidas en el Plan de Seguridad y Salud.

- Trabajadores autónomos: Aplicar los principios de la actividad preventiva, atender las indicaciones, cumplir las instrucciones del coordinador en la fase de ejecución y cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

El coordinador de seguridad durante la ejecución de las obras, deberá vigilar que los procedimientos de seguridad establecidos para controlar los peligros identificados, se lleven a cabo debiendo disponer de completa autoridad para forzar su cumplimiento. Así mismo, él debería efectuar una inspección general a la obra al menos cada día de trabajo, pudiendo variar la periodicidad en función de la dimensión de la obra. En el caso de existir una única contrata principal, generalmente existirá un encargado de seguridad por parte del contratista. El coordinador de seguridad en las obras y el responsable o responsables de la seguridad por parte de las contratas deben efectuar reuniones informativas semanales y visitas de inspección a obras conjuntas donde se resalten las carencias observadas sobre las condiciones de seguridad, llegando a compromisos para la adopción de medidas de seguridad.



Como consecuencia de estas inspecciones deberá ir registrando todas las deficiencias observadas en materia de seguridad en el desempeño de los trabajos por las diferentes contratistas. Periódicamente deberá mantener reuniones de obra con los responsables de seguridad de las contratistas con objeto de notificar dichas deficiencias e impulsar la adopción de medidas correctoras. Asimismo, en el transcurso de dichas reuniones, realizará un seguimiento de las actuaciones que en materia de seguridad vienen realizando los contratistas y subcontratistas. Estas actuaciones deben quedar registradas en actas de reunión.

Con independencia de los requisitos legales, es importante resaltar que dentro del presupuesto, generalmente se reserva un capítulo para el establecimiento de medidas de seguridad, por lo que no sólo el contratista está obligado como empresario a poner los medios necesarios para mantener unas buenas condiciones de seguridad, sino que también es la propiedad quien tiene derecho a exigir que se incorporen en el desarrollo de los trabajos, las medidas de seguridad presupuestadas. Asimismo el responsable de seguridad por parte del contratista debe registrar todas las actuaciones efectuadas en este campo, de manera que a través de dicha documentación, el coordinador de seguridad por parte de la propiedad pueda verificar por ejemplo que en todo momento los trabajadores en obra han sido formados en las prácticas de seguridad establecidas en obra (medidas de prevención para las distintas tareas que comporta su oficio, medidas de prevención generales en obra y medidas de actuación en caso de presentarse una emergencia).

## IX. CONCLUSIONES.

---

En conclusión, considerando el tipo de actividades, las características y el valor de los bienes del entorno posiblemente expuesto a un riesgo derivado de la operación y con el fin de reducir los riesgos y limitar las consecuencias de un eventual accidente, la empresa involucrada en la gestión de administración y cumplimiento oportuno del **PROYECTO DE MEJORAMIENTO URBANO Y MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL CIRCUITO INTERIOR DE LA CIUDAD DE MÉXICO** debe establecer e implantar en los sitios de trabajos una serie de procedimientos o instructivos de seguridad.

De manera genérica, es necesaria la aplicación estricta del programa, con el objetivo de establecer y mantener niveles de seguridad adecuados dentro de las áreas de trabajo en la cercanía de áreas operativas. La realización de esto ayudará en gran forma a minimizar o, en su caso, a eliminar la ocurrencia de riesgos que pudieran poner en peligro la estabilidad financiera del constructor u operario.

## X. BIBLIOGRAFÍA.

---

- Munchener Re. Folleto de obras civiles y determinación de PML.
- Cenapred folleto de inundación, tsunamis, huracanes, tormentas severas, terremotos y volcanes.
- Mapfre Re. Folletos Seguro de obra civil.
- Swiss Re. Folletos de obra civil y responsabilidad civil.
- Metconsa gráficas.
- CONAGUA, Información estadística.
- Estadísticas y mapas del INEGI.
- Documentos varios del gobierno del Estado de Puebla.
- Documentos del Instituto de Ingeniería de la UNAM.
- Información proporcionada por OPERADORA Y MANTENEDORA DEL CIRCUITO INTERIOR, S. A. DE C. V.

## ANEXO FOTOGRÁFICO

DEPRIMIDO RÍO MIXCOAC RÍO CHURUBUSCO.





ENTRONQUE CON CALLE MINERVA



VUELTA DE AV. INSURGENTES HACIA RIO CHURUBUSCO



BAJADA DEL PUENTE SOBRE RIO MIXCOAC AQUI EMPIEZA EL PASO DEPRIMIDO DIRECCIÓN OESTE ESTE



ZONA CONSIDERADA COMO DE ALTO RIESGO EN RESPONSABILIDAD CIVIL DEBIDO A QUE SE LLEVA ACABO OTRA CONSTRUCCIÓN AJENA



SALIDA DEL PASO DEPRIMIDO



INICIO DEL PASO DIRECCIÓN ESTE OESTE

PUENTE AV. PLUTARCO ELÍAS CALLES Y RÍO CHURUBUSCO.



CRUCE RÍO CHURUBUSCO Y PLUTARCO ELÍAS CALLES



ROTONDA





DIRECCIÓN NORTE SUR RÍO CHURUBUSCO



AV. PLUTARCO ELÍAS CALLES PROVENIENTE DEL OESTE



VECINO PELIGROSO



AV. PLUTARCO ELÍAS CALLES DIRECCIÓN OESTE

PUENTE AV. TEZONTLE Y RÍO CHURUBUSCO



AV. TEZONTLE Y RÍO CHURUBUSCO



LATERAL DEL CRUCE





DIRECCIÓN ESTE OESTE



AV. RÍO CHURUBUSCO

### DISTRIBUIDOR VIAL TLALPAN Y RÍO CURUBUSCO.



PUENTE SOBRE CALZADA DE TLALPAN



SE AMPLIARÁ EL CLARO DEL PUENTE

### PUENTE MOLINOS Y AV. REVOLUCIÓN



CRUCE MOLINOS REVOLUCIÓN AQUI INICIA



PUENTE DIRECCIÓN AV. REVOLUCIÓN RÍO MIXCOAC



## PROLONGACIÓN DEL PUENTE



AV. REVOLUCIÓN AQUI QUEDARÁ LA BAJADA DEL PUENTE



MARCAS DONDE POSIBLEMENTE QUEDEN LAS COLUMNAS O PILARES.

