



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“PLANEACIÓN GENERAL DEL TÚNEL EMISOR ORIENTE
EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO”**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA

EMANUEL VARGAS NAVARRETE



DIRECTOR DE TESIS: ING. LUIS ZÁRATE ROCHA

MÉXICO, D.F. MARZO DE 2010.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A Maru, por estar siempre conmigo, y a nuestro hijo, Saulo, por ser la motivación para seguir adelante.



AGRADECIMIENTOS

A mi mamá por estar todo este tiempo en “pie de guerra” conmigo, apoyándome y animándome a cumplir las metas propuestas y a mi papá por su apoyo.

A todas aquellas personas que con algún gesto o comentario hicieron posible la realización de éste proyecto: A mis hermanos, familiares y amigos.

A la Fundación ICA y a los Ingenieros Luis Zárate y Sergio Macuil por el apoyo a esta tesis.

A la Universidad Nacional, porque el simple hecho de haber estudiado en ella es motivo de orgullo.

A Dios que me da las fuerzas para continuar en cada etapa de mi vida.



CONTENIDO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
OBJETIVO:	1
INTRODUCCIÓN	1
I. ANTECEDENTES	3
1.1 ELEMENTOS QUE INTEGRAN UN SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES	3
1.2 IMPORTANCIA DEL SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES.....	5
1.2.1. <i>DEFINICIÓN DE AGUAS RESIDUALES.</i>	5
1.3 PROBLEMÁTICA ACTUAL DEL DRENAJE DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO.....	12
1.4 PROYECTOS IDENTIFICADOS PARA EFICIENTAR EL DESALOJO DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO.	13
II. LA PLANEACIÓN Y SU RELACIÓN CON EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA.	16
2.1 DEFINICIÓN DE PLANEACIÓN	16
2.2 TIPOS DE PLANEACIÓN	17
2.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN.	21
III. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO TÚNEL EMISOR ORIENTE.	24
3.1 DESCRIPCIÓN TUNEL EMISOR ORIENTE	24
3.2 FASES DE PLANEACIÓN DEL TUNEL EMISOR ORIENTE.	25
3.3 ESTUDIOS PREVIOS.....	34
3.4 ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN.....	36
3.5 FINANCIAMIENTO.....	39
IV. CONCLUSIONES	40
BIBLIOGRAFÍA	41
ANEXO 1	44
ANEXO 2	45
ANEXO 3	46
ANEXO 4	47
ANEXO 5	48



OBJETIVO:

MOSTRAR DE MANERA GENERAL EL ESQUEMA DE PLANEACIÓN DEL PROYECTO TÚNEL EMISOR ORIENTE, ENFOCANDONOS PRINCIPALMENTE A LOS ESTUDIOS PREVIOS REQUERIDOS PARA LA REALIZACIÓN DE ÉSTE PROYECTO.

INTRODUCCIÓN

La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) actualmente alcanza una superficie de 1800 Km² la cual representa casi el 20 por ciento del área de la cuenca del Valle de México, está compuesta por las 16 delegaciones del Distrito Federal y los 18 municipios conurbados del Estado de México, cuya población se reparte prácticamente en 50% en cada una, cuenta con un sistema principal de drenaje combinado, que necesariamente está interconectado dada la posición geográfica de ambas entidades. El crecimiento actual se ha dado sobre todo en los últimos veinte años, lo cual ha demandado, y lo sigue haciendo a la fecha, servicios urbanos cada vez más amplios y complejos, entre los que destaca el sistema de drenaje, dadas las características del subsuelo lacustre donde se aloja gran parte del área urbana de la ZMVM.

Debido a esta circunstancia combinada con la sobreexplotación del acuífero subyacente al antiguo fondo lacustre, donde está asentada dicha zona metropolitana, se han provocado en algunos sitios hundimientos diferenciales y regionales del terreno que afectan a todo tipo de infraestructura superficial, particularmente al sistema de drenaje de tipo combinado la cual se diseñó y construyó para funcionar originalmente por gravedad.

El fenómeno anterior ha afectado de manera particular al Gran Canal del Desagüe por lo que en los últimos años se ha venido incrementado la dependencia del Sistema de Drenaje Profundo, de tal manera que no había sido posible darle mantenimiento a las estructuras que lo integran en los últimos 15 años. Este hecho, como es evidente, estaba exponiendo la ZMVM a inundaciones de consecuencias severas en caso de una falla por ejemplo del Emisor Central, columna vertebral del sistema de drenaje de esa zona.

Para la presente tesis, que está dividida en tres capítulos, hablaremos de la importancia de los sistemas de aguas residuales. En el primer capítulo se trata lo relacionado a los elementos que integran un sistema de aguas residuales a fin de tener identificados los tipos que existen para conocer de igual manera el tipo de descarga que representan. Se hablará también de la importancia de un sistema de aguas residuales partiendo desde su definición y el tipo de aguas residuales (en características biológicas y químicas) con que nos encontraremos. Lo anterior con miras a obtener una perspectiva amplia y más completa de la situación del drenaje en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) para poder señalar las medidas que se han adoptado o que se adoptarán para mitigar o corregir los efectos adversos en el sistema de drenajes de dicha zona.

El capítulo 2, se hace especial hincapié en la importancia de la planeación y su relación con el desarrollo de proyectos de infraestructura. Partiendo (dentro del marco teórico) de la identificación más adecuada de la definición de planeación y los tipos de planeación que existe así

como las ventajas y desventajas de los tipos de planeación. Todo lo anterior necesario para la adecuada ejecución de nuestro proyecto de infraestructura.

En el capítulo 3 se muestra una descripción del proyecto Túnel Emisor Oriente. Partiendo de su localización, longitud y capacidad como parte del Plan de Sustentabilidad Hídrica del Gobierno Federal. Se menciona también el tipo de funcionamiento que tendrá éste proyecto considerado como una “mega obra hidráulica” y que ha sido posible gracias al Fideicomiso 1928 y al Gobierno Federal, visto por un lado todo esto desde los antecedentes históricos de drenaje de la ZMVM, para con ésta perspectiva poder efectuar mención a los estudios previos que se han realizado o se vienen realizando para la planeación de ésta obra y que estarán presentes en cada una de las etapas de construcción de las estructuras complementarias al proyecto. Inherente a éste último apartado encontramos la puesta en marcha del proyecto del Túnel Emisor Oriente.

I. ANTECEDENTES.

1.1 ELEMENTOS QUE INTEGRAN UN SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES

Dependiendo de el uso que se le dé al sistema de aguas residuales. Se ubican dos tipos de éstos sistemas.

Alcantarillado sanitario, cuyos componentes son:

- ✓ Colectores terciarios: Son tuberías de pequeño diámetro (150 a 250 mm de diámetro interno, que pueden estar colocados debajo de las veredas, a los cuales se conectan las acometidas domiciliarias;
- ✓ Colectores secundarios: Son las tuberías que recogen las aguas de los terciarios y los conducen a los colectores principales. Se sitúan enterradas, en las vías públicas.
- ✓ Colectores principales: Son tuberías de gran diámetro, situadas generalmente en las partes más bajas de las ciudades, y transportan las aguas servidas hasta su destino final.
- ✓ Pozos de inspección: Son cámaras verticales que permiten el acceso a los colectores, para facilitar su mantenimiento. (Ver figura 1.1.1)



FIGURA 1.1.1 SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES

Conexiones domiciliarias: Son pequeñas cámaras, de hormigón, ladrillo o plástico que conectan el alcantarillado privado, interior a la propiedad, con el público, en las vías. (Ver figura 1.1.2)

- ✓ Estaciones de bombeo: Como la red de alcantarillado trabaja por gravedad, para funcionar correctamente las tuberías deben tener una cierta pendiente, calculada para garantizar al agua una velocidad mínima que no permita la sedimentación de los materiales sólidos transportados. En ciudades con topografía plana, los colectores pueden llegar a tener profundidades superiores a 4 - 6 m, lo que hace difícil y costosa su construcción y complicado su mantenimiento. En estos casos puede ser conveniente intercalar en la red estaciones de bombeo, que permiten elevar el agua servida a una cota próxima a la cota de la vía.

- ✓ Líneas de impulsión: Tubería en presión que se inicia en una estación de bombeo y se concluye en otro colector o en la estación de tratamiento.
- ✓ Estación de tratamiento de las aguas usadas o Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR): Existen varios tipos de estaciones de tratamiento, que por la calidad del agua a la salida de la misma se clasifican en: estaciones de tratamiento primario, secundario o terciario.



FIGURA 1.1.2. ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES

- ✓ Vertido final de las aguas tratadas: el vertido final del agua tratada puede ser:
 - Llevada a un río o arroyo;
 - Vertida al mar en proximidad de la costa;
 - Vertida al mar mediante un emisario submarino, llevándola a varias centenas de metros de la costa;
 - Reutilizada para riego y otros menesteres apropiados.

Componentes de una red de **alcantarillado pluvial**:

- ✓ Cunetas: Las cunetas recogen y concentran las aguas pluviales de las vías y de los terrenos colindantes.
- ✓ Bocas de tormenta (imbornales o tragantes): Son estructuras verticales que permiten la entrada del agua de lluvia a los colectores, reteniendo parte importante del material sólido transportado.
- ✓ Colectores secundarios: Son las tuberías que recogen las aguas de lluvia desde las bocas de tormenta (imbornales o tragantes) y las conducen a los colectores principales. Se sitúan enterradas, bajo las vías públicas.
- ✓ Colectores principales: Son tuberías de gran diámetro, conductos de sección rectangular o canales abiertos, situados generalmente en las partes más bajas de las ciudades, y transportan las aguas servidas hasta su destino final.
- ✓ Pozos de inspección (de registro, cámaras de inspección): Son cámaras verticales que permiten el acceso a los colectores, para facilitar su mantenimiento.

- ✓ Arcas de expansión o pozos de tormentas: Estas estructuras se utilizan en ciertos casos, donde es necesario laminar las avenidas producidas, generalmente, por grandes tormentas, allí donde no son raras.
- ✓ Vertido final de las aguas de lluvia: Son estructuras destinadas a evitar la erosión en los puntos en que las aguas de lluvia recogidas se vierten en cauces naturales de ríos, arroyos o mares.

1.2 IMPORTANCIA DEL SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES.

1.2.1. DEFINICIÓN DE AGUAS RESIDUALES.

AGUA RESIDUAL: Aquella que procede de haber utilizado un agua natural, o de la red, en un uso determinado. Las A.R. cuando se desaguan se denominan VERTIDOS y éstos pueden clasificarse en función:

- Del uso prioritario u origen.
- De su contenido en determinados contaminantes.

TIPOS DE AGUAS RESIDUALES.

A continuación se va a realizar una descripción de los principales tipos de A.R.

- **AGUAS RESIDUALES URBANAS.**

Procedencia de la contaminación en los núcleos urbanos:

- ✓ Servicios domésticos y públicos.
- ✓ Limpieza de locales
- ✓ Drenado de Aguas Pluviales

Tipos de contaminantes:

- ✓ Materia Orgánica (principalmente) en suspensión y disuelta
- ✓ N; P; NaCl y otras sales minerales
- ✓ Microcontaminantes procedentes de nuevos productos
- ✓ Las A.R. de lavado de calles arrastran principalmente materia sólida inorgánica en suspensión, además de otros productos (fenoles, plomo -escape vehículos motor-, insecticidas -jardines-...) (Figura1.2.1)

Características Físico-Químicas

La Temperatura de las A.R. oscila entre 10-20 °C (15 °C) · Además de las cargas contaminantes en Materias en suspensión y Materias Orgánicas, las A.R. contienen otros muchos compuestos como nutrientes (N y P), Cloruros, detergentes... cuyos valores orientativos de la carga por habitante y día son:

- ✓ N amoniacal: 3-10 gr/hab/d
- ✓ N total: 6.5-13 gr/hab/d
- ✓ P (PO43-) ; 4-8 gr/hab/d
- ✓ Detergentes : 7-12 gr/hab/d

En lugares donde existen trituradoras de residuos sólidos las A.R.(aguas residuales)Urbanas están mucho más cargadas (100 % más)



Figura 1.2.1 Aguas residuales

Características Biológicas.

En las A·R. van numerosos microorganismos., unos patógenos y otros no. Entre los primeros cabe destacar los virus de la Hepatitis. Por ej. en 1 gr. de heces de un enfermo existen entre 10-106 dosis infecciosas del virus de la hepatitis.

El tracto intestinal del hombre contiene numerosas bacterias conocidas como Organismos COLIFORMES. Cada individuo evacua de 10⁵-4x10⁵ millones de coliformes por día, que aunque no son dañinos, se utilizan como indicadores de contaminación debido a que su presencia indica la posibilidad de que existan gérmenes patógenos de más difícil detección.

Las A.R.Urbanas contienen: 10⁶ colif. totales / 100 ml

- **AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES.**

Son las que proceden de cualquier taller o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua, incluyéndose los líquidos residuales, aguas de proceso y aguas de refrigeración. En la figura 1.2.2 se aprecia el tipo de descarga mencionado.



Figura 1.2.2. Descargas Industriales

Líquidos Residuales: Los que se derivan de la fabricación de productos, siendo principalmente disoluciones de productos químicos tales como lejías negras, los baños de curtido de pieles, las melazas de la producción de azúcar, los alpechines...

Se debe intentar la recuperación de subproductos A.R. de Proceso: Se originan en la utilización del agua como medio de transporte, lavado, refrigeración directa... y que puede contaminarse con los productos de fabricación o incluso de los líquidos residuales. Generalmente su contaminación es <10% de la de los líquidos residuales aunque su volumen es 10-50 veces mayor.

Aguas de Refrigeración Indirecta: No han entrado en contacto con los productos y por tanto la única contaminación que arrastran es su temperatura.

Ahora bien, hoy día hay que considerar también la existencia de productos que evitan problemas de explotación (estabilizantes contra las incrustaciones y corrosiones, algicidas...) que pueden ser contaminantes.

Tipos de Vertidos Industriales.

i) Continuos: Proviene de procesos en los que existe una entrada y una salida continua de agua (Procesos de Transporte, lavado, refrigeración...)

ii) Discontinuos: Proceden de operaciones intermedias. Son los más contaminados (Baños de decapado, baños de curtidos, lejías negras, emulsiones...)

Al aumentar el tamaño de la industria, algunos vertidos discontinuos pueden convertirse en continuos.

Clasificación de las Industrias según sus Vertidos.

Se clasifican en 5 grupos de acuerdo con los contaminantes específicos que arrastran las A.R.:

INDUSTRIAS CON EFLUENTES PRINCIPALMENTE ORGÁNICOS

- ✓ Papeleras
- ✓ Azucareras

- ✓ Mataderos
- ✓ Curtidos
- ✓ Conservas (vegetales, carnes, pescado...)
- ✓ Lecherías y subproductos [leche en polvo, mantequilla, queso...]
- ✓ Fermentación (fabricación de alcoholes,levaduras...)
- ✓ Preparación de productos alimenticios (aceites y otros)
- ✓ Bebidas
- ✓ Lavanderías

INDUSTRIAS CON EFLUENTES ORGÁNICOS E INORGÁNICOS

- ✓ Refinerías y Petroquímicas
- ✓ Coquerías (de *coque*: Combustible sólido, ligero y poroso que resulta de calcinar ciertas clases de carbón mineral.)
- ✓ Textiles
- ✓ Fabricación de productos químicos, varios

INDUSTRIAS CON EFLUENTES PRINCIPALMENTE INORGÁNICOS

- ✓ Limpieza y recubrimiento de metales
- ✓ Explotaciones mineras y salinas
- ✓ Fabricación de productos químicos, inorgánicos.

INDUSTRIAS CON EFLUENTES CON MATERIAS EN SUSPENSIÓN

- ✓ Lavaderos de mineral y carbón
- ✓ Corte y pulido de mármol y otros minerales
- ✓ Laminación en caliente y colada continua.

INDUSTRIAS CON EFLUENTES DE REFRIGERACIÓN

- ✓ Centrales térmicas
- ✓ Centrales nucleares

Contaminación Característica de la Industria.

Cada actividad industrial aporta una contaminación determinada por lo que es conveniente conocer el origen del vertido industrial para valorar su carga contaminante e incidencia en el medio receptor. Cuando se conoce el origen del vertido, el número de parámetros que definen la carga contaminante del mismo es reducido.

CONTAMINACIÓN POR TIPO DE INDUSTRIA.

Aguas Residuales de la Industria Papelera

- ✓ Color
- ✓ Materia en suspensión y decantable

- ✓ DBO5 u otra que nos defina la materia orgánica
- ✓ En algunos casos (muy pocos) el pH -

Industria Lechera

- ✓ DBO5 u otra determinación que nos defina la materia orgánica

Industria del Curtido

- ✓ Alcalinidad
- ✓ Materia en suspensión y decantable
- ✓ DBO5 u otra que nos defina la materia orgánica
- ✓ Sulfuros
- ✓ Cromo

Refinerías

- ✓ Aceites
- ✓ DBO5 u otra que nos defina la materia orgánica
- ✓ Fenoles
- ✓ Amoniaco
- ✓ Sulfuros

Industrias de acabado de Metales

- ✓ pH
- ✓ Cianuros
- ✓ Metales, según el proceso de acabado

Lavaderos de mineral

a) Si son de hierro:

- ✓ Sólidos sedimentables
- ✓ Sólidos en suspensión después de decantación

b) Si son de otros materiales habrá que detectarlos así como a los productos tóxicos orgánicos que pueden emplearse como agentes humectantes o flotantes

Siderurgias Integral

- ✓ Fenoles
- ✓ Alquitrans
- ✓ Cianuros libres y complejos
- ✓ DBO5
- ✓ Sulfuros
- ✓ Materias en suspensión

- ✓ pH
- ✓ Hierro
- ✓ Aceites y grasas

Laminación en Caliente

- ✓ Aceites y grasas
- ✓ Sólidos en suspensión

Plantas de ácido Sulfúrico

- ✓ Ácidos
- ✓ Sólidos sedimentables

Arsénico, selenio y mercurio

Las aguas residuales son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Éstas pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son generadas (por ejemplo: tanques sépticos u otros medios de depuración) o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías - y eventualmente bombas - a una planta de tratamiento municipal. Los esfuerzos para coleccionar y tratar las aguas residuales domésticas de la descarga están típicamente sujetas a regulaciones y estándares locales, estatales y federales (regulaciones y controles). A menudo ciertos contaminantes de origen industrial presentes en las aguas residuales requieren procesos de tratamiento especializado.

Típicamente, el tratamiento de aguas residuales comienza por la separación física inicial de sólidos grandes (basura) de la corriente de aguas domésticas o industriales empleando un sistema de rejillas (mallas), aunque también pueden ser triturados esos materiales por equipo especial; posteriormente se aplica un desarenado (separación de sólidos pequeños muy densos como la arena) seguido de una sedimentación primaria (o tratamiento similar) que separe los sólidos suspendidos existentes en el agua residual. A continuación sigue la conversión progresiva de la materia biológica disuelta en una masa biológica sólida usando bacterias adecuadas, generalmente presentes en estas aguas. Una vez que la masa biológica es separada o removida (proceso llamado sedimentación secundaria), el agua tratada puede experimentar procesos adicionales (tratamiento terciario) como desinfección, filtración, etc. Este efluente final puede ser descargado o reintroducidos de vuelta a un cuerpo de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente (terreno superficial, subsuelo, etc.). Los sólidos biológicos segregados experimentan un tratamiento y neutralización adicional antes de la descarga o reutilización apropiada.

Las aguas residuales son residuos líquidos provenientes de tocadores, baños, regaderas o duchas, cocinas, etc.; que son desechados a las alcantarillas o cloacas. En muchas áreas, las aguas residuales también incluyen algunas aguas sucias provenientes de industrias y comercios. La división del agua casera drenada en aguas grises y aguas negras es más común en el mundo desarrollado, el agua negra es la que procede de inodoros y orinales y el agua gris, procedente de

piletas y bañeras, puede ser usada en riego de plantas y reciclada en el uso de inodoros, donde se transforma en agua negra. Muchas aguas residuales también incluyen aguas superficiales procedentes de las lluvias. Las aguas residuales municipales contienen descargas residenciales, comerciales e industriales, y pueden incluir el aporte de precipitaciones pluviales cuando se usa tuberías de uso mixto pluvial - residuales.



Figura 1.2.3. Construcción Sistemas de aguas residuales

Los sistemas de alcantarillado que transportan descargas de aguas sucias y aguas de precipitación conjuntamente son llamados sistemas de alcantarillas combinado. La práctica de construcción de sistemas de alcantarillas combinadas es actualmente menos común en los Estados Unidos y Canadá que en el pasado, y se acepta menos dentro de las regulaciones del Reino Unido y otros países europeos, así como en otros países como Argentina. Sin embargo, el agua sucia y agua de lluvia son colectadas y transportadas en sistemas de alcantarillas separadas, llamados alcantarillas sanitarias y alcantarillas de tormenta de los Estados Unidos, y “alcantarillas fétidas” y “alcantarillas de agua superficial” en Reino Unido, o cloacas y conductos pluviales en otros países europeos. El agua de lluvia puede arrastrar, a través de los techos y la superficie de la tierra, varios contaminantes incluyendo partículas del suelo, metales pesados, compuestos orgánicos, basura animal, aceites y grasa. Algunas jurisdicciones requieren que el agua de lluvia reciba algunos niveles de tratamiento antes de ser descargada al ambiente. Ejemplos de procesos de tratamientos para el agua de lluvia incluyen tanques de sedimentación, humedales y separadores de vórtice (para remover sólidos gruesos).

Para el caso de la Zona Metropolitana del Valle de México, el sistema de drenaje comienza a nivel de red secundaria, que puede ser definida por las tuberías de diámetros menores de 60 cm que recolectan los escurrimientos por las calles, para descargar aguas abajo a sistemas de colectores primarios, que pueden ser definidos como las tuberías con diámetros de 60 cm y mayores, que dan servicio a varias colonias o toda un área urbana. Los sitios de descarga final de las redes primarias son al sistema principal de drenaje de la ZMCM, siendo en la mayoría de los casos por medio de bombeo, debido a los fuertes hundimientos que se presentan en el Valle de México.

La necesidad de contar con un sistema de drenaje en condiciones favorables de operación, radica en las dimensiones de los conductos y del área drenada, de tal forma que una falla en la red

secundaria provocará problemas locales en calles (encharcamientos), la falta de capacidad o una política de operación errónea en colectores primarios presentará desbordamientos de mayor consideración en colonias (inundaciones de horas), mientras que una falla en cualquiera de los dos aspectos anteriores (capacidad y operación) del sistema principal de drenaje dará como resultado inundaciones de horas o hasta días en áreas extensas, causando daños que podrían cobrar vidas humanas.

Existen estructuras, como derivaciones y plantas de bombeo, cuya operación debe estudiarse regularmente, para proponer las obras de mantenimiento y la mejor forma de operación, con base en registros de niveles y gastos disponibles, así como experiencias anteriores y el conocimiento de las nuevas áreas de aportación que reciben.

Por lo anterior, es necesario regularmente realizar estudios del sistema de drenaje para identificar posibles problemas para el drenado de tormentas, partiendo de la premisa que para lograr el drenado eficaz de las áreas urbanas de la ZMCM, el sistema principal de drenaje debe contar con capacidad y políticas de operación que no provoquen daños aguas arriba, seguido de las redes primarias de colectores y por último las redes secundarias.

1.3 PROBLEMÁTICA ACTUAL DEL DRENAJE DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO.

Problemática en materia de drenaje y saneamiento

- ✓ Infraestructura insuficiente, obsoleta y con escaso mantenimiento.
- ✓ El Gran Canal del Desagüe, uno de los componentes principales del sistema, funciona en forma deficiente debido a los hundimientos prevalecientes. (Figuras 1.3.1 y 1.3.2)
- ✓ Riesgo constante de inundaciones catastróficas con aguas negras en diferentes sitios de la Zona Metropolitana, principalmente en la zona oriente



FIGURA 1.3.1. PENDIENTE DEL GRAN CANAL EN EL AÑO 1910



FIGURA 1.3.2 PENDIENTE DEL GRAN CANAL A PARTIR DEL AÑO 2002

1.4 PROYECTOS IDENTIFICADOS PARA EFICIENTAR EL DESALOJO DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO.

✓ ACCIONES INMEDIATAS

Para atender el problema anterior se han realizado, por parte del SACM y de CNA diversas actividades tendientes a recuperar el control de las descargas al Drenaje Profundo y la capacidad de la red superficial de drenaje mediante la rehabilitación de captaciones, mantenimiento a las plantas de bombeo superficiales, revisión y rehabilitación de las presas del poniente, entre otras acciones.

En forma simultánea, el Fideicomiso 1928 en coordinación con la Comisión Nacional del Agua y con los gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México, a principios del año 2007 instrumentaron un programa de emergencia para permitir inspeccionar y reparar el Sistema de Drenaje Profundo. Este programa incluyó la construcción de cuatro plantas de bombeo:

1. PB Gran Canal Km. 11+600,
2. PB Superficial Casa Colorada,
3. PB Canal de Sales y
4. PB Vaso del Cristo;

La primera permitirá mejorar la conducción de las aguas residuales a través del Gran Canal, los cuales actualmente son derivadas por la Obra de Toma de este último. La segunda planta tiene como objeto mejorar las condiciones de descarga del río Churubusco en la zona de Texcoco y su sistema de drenaje; la tercera planta tiene la función de aliviar el Dren General del Valle a través del Canal de Desfogue que descarga al Gran Canal del Desagüe a la altura del Km 20+000. Finalmente, la cuarta planta tiene la función de reducir las descargas hacia el río de los Remedios y conducir las al Emisor del Poniente, evitando su almacenamiento prolongado en el Vaso del Cristo. Los grandes drenes de la ciudad, otrora ríos, que cruzan ésta en el sentido poniente-oriente tales como los ríos de los Remedios, Tlalnepantla, Consulado; río de la Piedad y sus afluentes, Becerra, Tacubaya, etc.; río Churubusco y sus afluentes, San Angel, Mixcoac, Magdalena, etc. y río San Buenaventura, prácticamente han desaparecido como corrientes superficiales y en su lugar se han construido conductos cerrados que también han sido afectados por los hundimientos regionales y

locales del subsuelo, reduciendo su capacidad de conducción y evacuación de las redes primarias que vierten a ellos por gravedad y/o bombeo a través de grandes plantas.

Las lagunas y vasos de regulación existentes en la parte plana de la ZMVM así como las redes primarias de drenaje superficial, también se han visto afectadas por los hundimientos locales y regionales por lo que se ha reducido su capacidad de desalojo, afectando también a las redes secundarias, con lo que se incrementa la cantidad de zonas bajas susceptibles de inundarse.

A la fecha, se han concluido las obras emergentes antes referidas y con ello se pudo inspeccionar el Sistema de Drenaje Profundo y llevar a cabo en el estiaje pasado, una primera etapa de los trabajos de mantenimiento y rehabilitación del Emisor Central. Estos trabajos se pretenden continuarlos en el próximo estiaje, a principios del mes de octubre de 2008, y extenderlos a los interceptores.

✓ ACCIONES FUTURAS

En virtud de que las obras de emergencia construidas tienen una vida útil reducida debido a su ubicación y concepción original de considerarse como provisionales, en tanto se construye infraestructura complementaria, sobre todo el nuevo Túnel Emisor del Oriente y otra infraestructura importante de bombeo, surge la inquietud de que, mientras no se cuente con dicha infraestructura ¿cómo va a evolucionar el funcionamiento hidráulico de las obras emergentes ya construidas así como el de la infraestructura principal de drenaje existente, ante el fenómeno de los hundimientos?.

Asimismo, para las acciones a futuro, concretamente para la construcción del Túnel Emisor Oriente (TEO), es necesario identificar los sitios y características hidráulicas y geométricas para las obras de captación de las aguas residuales y de lluvia de los municipios del Estado de México al norte y oriente de la Zona Metropolitana del Valle de México que requieran ser incorporadas a dicho túnel.

De acuerdo a lo expuesto, el Fideicomiso 1928 ha considerado de especial importancia llevar a cabo un estudio integral del funcionamiento y de prospección de la infraestructura primaria de drenaje, el cual permita dar respuesta al funcionamiento hidráulico actual y futuro que tendrá cada componente principal, de tal manera que se identifiquen aquellas acciones y obras de captación al nuevo Túnel Emisor Oriente, para optimizar el uso de la nueva infraestructura y mantener, tanto la existente como la nueva, en condiciones óptimas de operación.

En tanto se construye nueva infraestructura, se estudiarán y propondrán esquemas de solución que permitan conservar, de ser posible, la capacidad de evacuación de lo existente, ya que ésta, seguramente se seguirá afectando por el crecimiento urbano y poblacional así como por los hundimientos que tienen lugar en la mayor parte de la ZMVM.

Planta de tratamiento de aguas residuales Atotonilco

El Túnel Emisor Oriente no sólo duplicará la capacidad de drenaje de la Cuenca del Valle de México, sino que conducirá las aguas residuales a la planta de tratamiento más grande del país que se va a construir en Atotonilco de Tula, Hidalgo, con capacidad para tratar 23 metros cúbicos por segundo.

En todas las ciudades importantes de los países desarrollados, el nivel de tratamiento de las aguas residuales es superior al 90%, mientras que en el Valle de México sólo se trata el 6%.

Por ello, después de un siglo de verter más de 725 millones de metros cúbicos anuales de aguas negras en Hidalgo, con una carga contaminante por año de más de 180 mil toneladas de sólidos suspendidos totales (SST) y otra cantidad igual de demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), se construirá esta planta, la cual es la mayor de un conjunto de otras cinco: Guadalupe (0.5 m³/s), Berriozábal (2 m³/s), El Cristo (4 m³/s), Zumpango (4 m³/s) y Nextlalpan (9 m³/s).

La localización de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) obedece a que las aguas negras del Valle de México descargan en Atotonilco de Tula, además de que será factible que los distritos de riego de la región aprovechen las aguas tratadas que hoy utilizan sin tratamiento.

Esta obra será de gran beneficio para los hidalguenses, ya que mejorará las condiciones sanitarias de la población y permitirá utilizar agua tratada en la agricultura conservando los nutrientes de las aguas residuales y eliminando los contaminantes, además de facilitar la tecnificación de los sistemas de riego y la producción de cultivos de mayor valor agregado.



FIGURA 1.4.1. PREDIO EN QUE SE UBICARÁ LA PTAR ATOTONILCO

I. LA PLANEACIÓN Y SU RELACIÓN CON EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA.

1.1 DEFINICIÓN DE PLANEACIÓN

La planeación es una serie de pasos en forma sistematizada que nos conducirán a la adecuada ejecución una obra o de un objetivo, es decir que es una serie de pasos a seguir para alcanzar un fin.

Goteles dijo: planear es “hacer que ocurran cosas que de otro modo no habrían ocurrido”, equivale a trazar los planes para fijar dentro de ellos nuestra futura acción.

La planeación es la determinación de lo que va a hacerse, incluye decisiones de importancia, como el establecimiento de políticas, objetivos, redacción de programas, definición de métodos específicos, procedimientos y el establecimiento de las células de trabajo y otras más.

De ésta manera, la planeación es una disciplina prescriptiva (no descriptiva) que trata de identificar acciones a través de una secuencia sistemática de toma de decisiones, para generar los efectos que se espera de ellas, o sea, para proyectar un futuro deseado y los medios efectivos para lograrlo.

En otras palabras la planeación es proyectar un futuro deseado y los medios efectivos para conseguirlo. Es un instrumento que usa el hombre sabio; mas cuando lo manejan personas que no lo son, a menudo se convierte en un ritual incongruente que proporciona, por un rato, paz a la conciencia, pero no en el futuro buscado.

El planeamiento en el más puro sentido de su concepto, va más allá de todas las funciones de organizar, controlar, coordinar, dotar y dirigir el personal de la empresa.

Los conceptos anteriores se resumen en lo siguiente:

- Se utiliza la capacidad de la mente humana para plantear fines y objetivos.
- Involucra la toma de decisiones anticipada en su proceso.
- Prevé las consecuencias futuras de las acciones a tomar.
- Prevé la utilización de los recursos disponibles con el fin de obtener la máxima satisfacción.
- Comprende todo el proceso desde el análisis de las situaciones hasta llegar a la toma de decisiones.
- Incluye metodologías para la recolección de información, programación, diagnóstico, pronóstico, avances y medidas de resultados.

Por ello, podemos concluir que:

Planeación es la aplicación racional de la mente humana en la toma de decisiones anticipatoria, con base en el conocimiento previo de la realidad, para controlar las acciones presentes y prevenir sus consecuencias futuras, encausadas al logro de un objetivo plenamente deseado satisfactorio.

1.2 TIPOS DE PLANEACIÓN

Desde la aceptación de la planeación en el mundo occidental, han existido diferentes corrientes de la planeación en términos prácticos podemos considerar importantes los siguientes:

2.2.1 En cuanto a su aplicación:

a) Indicativa. Este tipo de planeación se lleva a cabo en los países occidentales, en la cual se deja actuar libremente la economía de mercado (oferta y demanda), indicando por medio de medidas de tipo fiscal la conveniencia de que los empresarios inviertan en una cierta zona, en cierto sector y un determinado tiempo. Por ejemplo, si tratamos la desconcentración industrial se le impondrán restricciones fiscales a los que se instalen en la ciudad de México, y al mismo tiempo se darán facilidades de instalación y de tipo fiscal a los que opten por otro lugar de la república.

b) Imperativa. Este tipo de planeación, tiene lugar en los países socialistas, en que las entidades productivas son propiedad del estado, por lo tanto no tiene que pedir opinión del capital, instala factorías y ordena el territorio de acuerdo a sus planes.

2.2.2 En cuanto al área de acción:

a) Global: Como su nombre lo indica, es aquella que abarca todos los sectores de la economía, se contempla desde un punto de vista macro-económico, por ejemplo: el plan nacional de desarrollo es un plan macro-económico que cubre todos los sectores económicos del país.

b) Nacional: La lleva a cabo el estado, sus objetivos son macroeconómicos (Sector publico.)

c) Regional: Se realiza en los gobiernos estatales, busca la descentralización y funcionamiento del municipio

Ejemplo: Progreso del municipio, crear escuelas.

d) Sectorial: La planeación se realiza tomando en consideración a un solo sector de la economía.

e) Urbana: Tiene por objetivo determinar la utilización del terreno en las ciudades.

ejemplo, ubicación de una central camionera, central de abastos, aeropuertos.

2.2.3 En cuanto a la extensión territorial:

a) Nacional: La lleva a cabo el estado, sus objetivos son macroeconómicos y es parcial porque solo se refiere al sector público.

b) *Regional*: Se lleva a cabo en los gobiernos estatales, teniendo por objetivo la descentralización y el funcionamiento del municipio.

c) *Urbana*: Tiene por objetivo determinar la utilización del terreno en las ciudades.

2.2.4 Respecto al tipo de fines (modo):

a) *Operacional*: Consiste en seleccionar medios para perseguir metas que son dadas, establecidas o impuestas por una autoridad superior, o que son aceptadas por convenio, este tipo de planeación tiende a ser de corto plazo y es la preferida por los inactivistas.

b) *Normativa*: Tiene una orientación sistémica, participativa y fuertemente orientada hacia el futuro deseado, a los ideales y fines últimos. El primer resultado del ejercicio de planeación es el diseño de la imagen deseada, la cual es producto de los valores y estilos de la organización. Los ideales conforman una serie de criterios para la selección de objetivos se conciben como aproximaciones operativas de los ideales. Posteriormente se definen las políticas, estrategias y tácticas que procuran lograr la imagen propuesta.

c) *Estratégica*. *La planeación estratégica consiste en seleccionar medios, metas y objetivos, en donde los ideales son dados o impuestos por una autoridad superior, aceptados por convenio o no formulados. Este tipo de planeación tiende ser a largo plazo, cuyas decisiones tendrán un efecto duradero y difícilmente irreversible. Modos de formular la estrategia:*

- *Modo empresarial*. Un líder fuerte, por lo general el fundador del negocio o algún descendiente suyo, toma decisiones audaces y arriesgadas, más o menos intuitivamente, la organización empresarial esta motivada esencialmente por una meta dominante, el crecimiento constante.
- *Modo adaptativo*. También llamada la ciencia del salir del paso, aquí el empresario se enfrenta al ambiente como una fuerza que debe controlarse, mientras que el gerente adaptativo reacciona ante cada situación a medida que se presenta, la organización adaptativa avanza tímidamente en una serie de pequeños pasos discontinuos.
- La tercera modalidad denominada por Mintzberg la de planeación, esta es la *planeación estratégica formal*, que ofrece un marco guía y un fuerte sentido de dirección de que carecen las otras modalidades, este procedimiento los lleva a analizar el ambiente y la organización de modo de poder desarrollar un plan de acción para el futuro.

Características de planeación estratégica:

- Constituye la fuente de origen de los planes específicos subsiguientes
- Establece marcos de referencia general
- Se utiliza información fundamentalmente externa
- Abarca períodos largos
- Su parámetro principal es la efectividad

d) *Táctica*. La planeación táctica consiste en seleccionar medios para conseguir metas que son dadas, establecidas o impuestas por una autoridad superior o aceptadas por convenio. Este tipo de planeación tiende a ser a mediano plazo.

Este es el proceso mediante el cual los planes de detalle se llevan a cabo, tomando en cuenta el empleo de los recursos definidos y los lineamientos de la planeación estratégica, abarca periodos de tiempo más cortos y tiene el estilo de la planeación operativa la cual se refiere a la asignación específica de las actividades en unidades administrativas.

Diferencias y similitudes entre planeación estratégica y táctica

La diferencia entre planeación táctica y estratégica consiste en el elemento tiempo implicando en ambas, mientras más largo es el elemento tiempo más estratégica es la planeación. Se complementan porque los términos largo y corto son relativos según el caso o la persona. La planeación estratégica tiene una perspectiva amplia, abarcando más funciones y actividades. La planeación táctica trata únicamente de la selección de los medios para lograr los objetivos.

2.2.5 De acuerdo a su filosofía

a) *Óptima*. Este tipo de planeación realiza un esfuerzo por hacer las cosas no solo suficientemente bien, sino lo mejor posible. Utiliza los modelos matemáticos y busca minimizar los recursos necesarios para obtener un nivel específico de rendimiento; maximizar el rendimiento que se puede obtener con los recursos disponibles, tener un mejor equilibrio entre los costos y los beneficios.

Los métodos empleados en esta planeación son:

- **Determinístico**: En este método, a cada valor de las variables de entrada, corresponde un solo valor de variable o de futuro determinado, en este método la decisión de variables de entrada y su valor es tomada por la autoridad.
- **Probabilístico**: En este método, al haber muchos decisores los futuros son difícilmente cuantificables mucho menos determinables.
- **Inferencial**: Este método no considera directamente las leyes o patrones de conducta que se supone gobiernan la realidad si no que se obtienen indicadores indirectamente, a través de

conceptos vivenciales subjetivos de decisores que influyen en las potencialidades o en las restricciones del futuro.

b) Adaptativa. También llamada la ciencia del salir del paso, aquí el empresario se enfrenta al ambiente con una fuerza que debe ser controlada, mientras que el gerente reacciona ante una situación en la medida que se va presentando.

Si la necesidad de planeación surge por la falta de administración, la planeación adaptativa otorga un valor principal al proceso de generación de los planes.

Se basa en la creencia de que el valor principal de la planeación no descansa en los planes que se producen, sino en el proceso de producirlos, hay ciertos aspectos del futuro sobre los cuales no podemos estar relativamente ciertos (las catástrofes políticas y naturales, o los avances tecnológicos) , pero podemos asegurarnos razonablemente cuales son sus posibilidades, en tales casos se necesita una planeación contingente, es decir, deberíamos preparar un plan para cada posibilidad para así poder aprovechar rápidamente las oportunidades que se presenten cuando se decida el futuro.

c) Satisfaciente. Busca alcanzar objetivos y metas suficientemente altos en un medio aceptable y factible. Por lo anterior, se fija pocas metas, formula rara vez y evalúa muchas alternativas; siendo el recurso dinero su mayor preocupación.

Significa que es mejor elaborar un plan aunque no sea óptimo. Comienza con la declaración de los objetivos y metas que se juzgen a la vez factibles y deseables, la atribución de estas propiedades a los objetivos y metas usualmente, se basa en el consenso entre los planificadores.

Los objetivos y las metas suelen formularlas los planificadores, ya sea en términos de medidas o rendimiento comúnmente usadas, por ejemplo: ganancias, utilidades, intereses sobre inversiones, etc., o en términos cualitativos por ejemplo buenas relaciones laborales.

Los planificadores orientados hacia la planeación satisfaciente normalmente manejan un solo pronóstico del futuro, pero lo manejan como si hubiera una virtual certeza de que se volverá realidad.

Cuanto más se transforme la planeación de las organizaciones de "satisfaciente" a "adaptativa", mayor será la necesidad de los métodos, técnicas e instrumentos científicos. La planeación optimizante exige un mayor estado de comprensión de la conducta de una organización que lo que requiere la satisfaciente.

2.2.6 De acuerdo a su orientación temporal:

a) Reactiva (pasado): Está orientada hacia el pasado, pues se considera que fue mejor; por ello, se busca regresar al estado anterior deshaciendo los cambios relevantes. Los reactivistas consideran a la tecnología como su principal enemigo, debido a que es el motor del cambio; así, declaran que la experiencia es el mejor maestro.

La planeación reactivista se da de abajo hacia arriba en las organizaciones, los niveles superiores encargan a los inferiores la elaboración de planes, estos instruyen a sus subordinados y así sucesivamente, después del nivel más inferior de van integrando los planos hacia arriba nivel por nivel.

b) Inactiva (presente): Tiene por objetivos a la supervivencia y la estabilidad; teniendo por política la de “manos fuera”. Están satisfechos con las cosas como están, no desean regresar al pasado pero no les agrada como van evolucionando. Los inactivistas se encuentran en grupos de estudio, consejos o comisiones.

c) Preactiva (futuro): su principal objetivo es el crecimiento, por ello, la predicción es muy importante. Consideran que la tecnología puede resolver casi todos los problemas, concediéndole poca importancia a la experiencia por ser un maestro lento, impreciso y ambiguo.

c) Interactiva o prospectiva: No quieren regresar a un estado previo, mantener la situación actuar o acelerar el futuro. Creen que el futuro puede ser influenciado por lo que uno y los demás hacen, de la misma forma en que las acciones pasadas nos llevaron a las condiciones presentes. Consideran a la planeación

2.2.7 Con respecto al tiempo: Se hace notar que los períodos pueden variar en función del tamaño de la empresa (actividad y actitudes del decisor).

a) Corto plazo. Abarca períodos menores a los cinco años.

b) Mediano plazo. Abarca períodos entre cinco y diez años.

c) Largo plazo. Abarca períodos entre diez y veinte años.

d) Prospectiva. Planeación que no fija períodos para alcanzar sus objetivos. En la planeación prospectiva el método consiste en el diseño de un futuro creativo y totalmente libre de restricciones. Ante un entorno cambiante e incierto esta planeación ha venido cobrando cada vez mayor importancia hoy día empresas, gobiernos e instituciones académicas de todos los países desarrollados y de un gran número de los menos desarrollados realizan estudios de prospectiva de manera sistemática.

1.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN.

En la actualidad, así como en un futuro próximo, existen ciertas normas de carácter generalmente aceptable. Podemos tratar de determinar las posibilidades de planeación, encontrar la filosofía adecuada para enfocarla, tener una idea respecto a la mejor forma de organizarla y sistematizarla, así como los mejores métodos, técnicas y herramientas que se les pueden integrar.

2.3.1 VENTAJAS.

La planeación deba dividirse en etapas o fases que se desarrollan en secuencia por un organismo que toma las decisiones, o bien, simultáneamente por diferentes organismos, o por alguna combinación de esfuerzos simultáneos secuenciales. La planeación debe ser dividida en etapas o,

dicho de otro modo, ella también debe planearse. La planeación es una toma de decisión anticipada. Es un proceso de decidir lo que se realizará y como se ha de llevar a cabo antes de empezar a actuar. Ejemplo: Estudios previos que comprenden la localización del lugar más adecuado para la construcción, beneficio esperado, economía, etc. Si estas decisiones pudieran tomarse rápidamente sin menoscabar la eficiencia, la planeación no se necesitaría.

Con la planeación también:

- Podemos definir nuestros alcances;
- Proponer una etapa en que sea factible el lograrlos;
- Contemplar la disponibilidad de recursos y,
- Replantearnos en caso de no haberlos logrado.
- La planeación se adapta a las características de la empresa y de la situación en que se realiza.
- La ciencia que se relaciona con la planeación se ha desarrollado rápidamente en época reciente.

2.3.2. DESVENTAJAS.

El proceso de la planeación, puede ser complejo ya que la planeación se deriva de las interrelaciones de las decisiones más que de las decisiones mismas; por ejemplo, al planear una casa, la decisión de ubicar la sala en un lugar específico, afecta la localización de cada uno de los otros cuartos y, por tanto, la funcionalidad general de la casa.

El logro de los objetivos y metas está en función de factores como recursos, políticas y beneficios.

Las decisiones a tomar generalmente son demasiado grandes como para manejar todas las decisiones al mismo tiempo. De allí que:

El conjunto de decisiones no puede subdividirse en subconjuntos independientes. Por consiguiente, un problema de planeación no se puede dividir en problemas de subplaneación independientes, sino que deben estar relacionados entre sí. Esto significa que las decisiones que se han hecho primero, en el proceso de planear, deben tenerse en consideración cuando se tomen decisiones posteriores en el mismo proceso, y que las decisiones anteriores deben revisarse a la luz de las que se adopten posteriormente. Esta es la razón por la cual debe realizarse la planeación antes de iniciar la acción.

No obstante, incluso la mejor planeación de que seamos capaces, requiere la misma cantidad de arte que de ciencia, siempre deben estar implícitos ambos aspectos.

La contribución principal de los científicos a la planeación no consistiría en el desarrollo y uso de las técnicas e instrumentos correspondientes, sino más bien en la sistematización y organización del proceso de planeación y, por consiguiente, en el mejor conocimiento y evaluación del mismo.

La planeación es un proceso que se dirige hacia la producción de estados deseados y que no es muy probable que ocurran a menos que se haga algo al respecto (prospectiva y acción).

La planeación es un proceso que se dirige hacia la producción de uno o más estados futuros deseados y que no es probable que ocurran a menos que se haga algo al respecto. Así pues, la planeación se interesa tanto por evitar las acciones incorrectas como por reducir los fracasos en aprovechar las oportunidades. Obviamente, si se cree que el curso natural de los acontecimientos ocasionará lo que se desea, no existe la necesidad de planear. Así pues, la planeación tiene un elemento optimista y otro pesimista. El pesimismo consiste en la creencia de que a menos que se haga algo, no es probable que ocurra un estado futuro deseado. El optimismo es la convicción de que puede hacerse algo para aumentar la probabilidad de que se logre alcanzar ese estado deseado.

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO TÚNEL EMISOR ORIENTE.

1.1 DESCRIPCIÓN TUNEL EMISOR ORIENTE

El proyecto inicia en la confluencia del Gran Canal con el Río del los Remedios (límite del Distrito Federal con el Estado de México) y termina en el municipio de Atotonilco, estado de Hidalgo, en la cercanía de la salida del Emisor Central. Esta obra que se encuentra en construcción tendrá una longitud de 60 kilómetros y capacidad de desalojo de 150 metros cúbicos por segundo (m^3/s) y dará viabilidad al sistema de drenaje del Valle de México, mismo que en el transcurso de los años ha perdido capacidad de desalojo de aguas residuales y de lluvias. (Ver figura 3.1.1)



FIGURA 3.1.1. TRAYECTO DEL TÚNEL EMISOR ORIENTE

El Túnel Emisor Oriente forma parte del Plan de Sustentabilidad Hídrica, que busca reducir la sobreexplotación de mantos acuíferos en el Valle de México; tratar las aguas negras para ser reutilizadas en la agricultura y la industria, y ampliar la capacidad de desalojo del sistema de drenaje del Distrito Federal y el Estado de México. El TEO reforzará el sistema principal de drenaje de la ZMVM en beneficio de sus 20 millones de habitantes.

La Comisión Nacional del Agua, el Gobierno del Distrito Federal y el Gobierno del Estado de México a través del Fideicomiso 1928, ante la necesidad inminente de dichas obras y el riesgo latente y la emergencia que se derivarían del sistema actual y considerando la capacidad técnica y la experiencia de las empresas mexicanas que conforman el consorcio, llevó a cabo un procedimiento de adjudicación directa conforme a la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas. El proyecto inició sus trabajos de construcción bajo un esquema de obra pública mixta sobre la base de precios unitarios, precio alzado y tiempo determinado, que deberá concluirse en septiembre 2012. El contrato contempla la construcción de un túnel de 7 metros de diámetro terminado. El proyecto requerirá la construcción de 24 lumbreras con profundidades entre 30 y 150 metros, en algunas partes su profundidad será de hasta 200 metros, y podrá desalojar hasta 150 metros cúbicos por segundo de aguas negras, casi el doble de lo que actualmente soporta el Emisor Central de la Ciudad de México; de las lumbreras 4 tendrán un diámetro de 16 metros y las restantes un diámetro de 12 metros. El Túnel iniciará en el límite del Distrito Federal y el Municipio de Ecatepec, cruzando a un costado de la laguna de Zumpango, y concluye en El Salto, Estado de Hidalgo. El proyecto utilizará seis escudos tuneladores diseñados y fabricados específicamente para el mismo. El Túnel Emisor Oriente es una obra clave para la sustentabilidad de la Ciudad de México al incrementar significativamente la capacidad de drenaje en el Valle de México y permitir el desarrollo normal de los programas de mantenimiento del Drenaje Profundo, evitando los riesgos de inundaciones durante la época de lluvias.

Se contempla que en temporada de lluvias el Emisor Oriente funcione de manera simultánea al drenaje profundo actual y en época de secas de forma alternada para garantizar su mantenimiento y prever daños estructurales. La megaobra hidráulica, cuyo costo ascenderá a 13 mil millones de pesos, conducirá las aguas negras de la región hacia la planta de tratamiento que se construirá en El Salto, Atotonilco de Tula.

1.2 FASES DE PLANEACIÓN DEL TUNEL EMISOR ORIENTE.

Podemos comprender las fases de planeación del Emisor Oriente desde una perspectiva histórica, misma que nos describirá la forma en que se ha venido concibiendo éste proyecto.

Tanto en la antigüedad como en la época actual, el territorio en donde se asientan los pueblos origina muchos de los retos que deben enfrentar sus habitantes para alcanzar el desarrollo; tal es el caso de la Ciudad de México que, por su ubicación, tuvo que hacer frente, durante varios siglos, al problema de las inundaciones.

Fue en la época prehispánica, en el siglo XIII, cuando los mexicas llegaron al Valle de México y se establecieron en el islote de Tenochtitlan. Como sabemos éste se encontraba en uno de los cinco

lagos que formaban la zona lacustre de lo que es hoy este Valle. La cuenca-cerrada- se alimentaba de las lluvias, de los ríos procedentes de las sierras y de pequeños manantiales. Tal ubicación y características ocasionaron desde entonces inundaciones constantes en las épocas de continuas precipitaciones. Nuestros antepasados, ante semejantes contingencias, dieron muestra de sus conocimientos de ingeniería al emprender obras con el fin de controlar las aguas; principalmente construyeron albarradones o diques, como lo relatan los cronistas españoles, quienes quedaron sorprendidos por los sistemas empleados.



FIGURA 3.2.1. INUNDACIONES
CONSTANTES DEL VALLE DE MÉXICO.

En 1521, México-Tenochtitlán cayó en poder de los españoles; así se inició una nueva etapa, que se prolongaría hasta 1821. Una de las primeras ideas de Cortés fue buscar un nuevo asiento para fundar la capital de la Nueva España, pero finalmente se tomó la decisión de reconstruir la ciudad azteca, a pesar del peligro constante de las inundaciones, pues todas las corrientes se dirigían hacia el valle. Pronto los constructores se vieron en la necesidad de buscar soluciones. En 1555 ocurrió la primera gran inundación del México colonial y, entre otras medidas, siguiendo las técnicas indígenas, se reconstruyó el albarradón prehispánico, que, aunque brindó cierta ayuda, no bastó para solucionar del todo dicho problema.

Otra idea que surgió en ese año de 1555, fue la de construir un desagüe artificial, pero por entonces esto sólo quedó en proyecto. Sin embargo, cada vez que se repetían las grandes inundaciones de la capital, volvía a plantearse la necesidad de recurrir a esa solución. Finalmente, la decisión se tomó en noviembre de 1607, bajo el segundo gobierno de don Luis de Velasco. Las obras tendrían como objetivo construir un canal en Huehuetoca, a fin de drenar el lago de Zumpango e interceptar el río Cuautitlán, para dirigir sus aguas hacia el río Tula; de esta manera, se pensó, se lograría reducir la alimentación del gran lago que rodeaba la Ciudad de México. La dirección de tales trabajos quedó en manos del cosmógrafo de origen europeo Enrico Martínez, quien dedicó 25 años de su vida a ello.

En el primer año de trabajo, Martínez logró que las aguas del lago de Zumpango empezaran a drenar por el túnel de Nochistongo hacia el valle de Tula, pero la capacidad fue insuficiente y no disminuyó el volumen de agua requerido. Durante todos esos años las críticas hacia el cosmógrafo fueron muy duras, se consultaron a otros especialistas y, en ocasiones, las autoridades ordenaron

suspender los trabajos. El problema más grave se suscitó en 1629, cuando tuvo lugar una de las peores inundaciones. Ante tal acontecimiento, Enrico Martínez decidió cegar la entrada del canal del desagüe, pues temía que no resistiera la avenida de las aguas del río Cuautitlán y que todo lo construido se destruyera. Tal decisión fue catastrófica, las aguas del río llegaron a la Ciudad de México, alcanzaron considerable altura y las pérdidas fueron cuantiosas: muertes, emigración, propiedades destruidas y parálisis económica. Fray Luis Alonso Franco escribió al respecto: en canoas se llevaban los cuerpos de los difuntos a las iglesias y en barcos curiosos y con mucha decencia se llevaba el Santísimo Sacramento a los enfermos. Se dice que aún después de diez años, los daños eran perceptibles.

El famoso cosmógrafo fue acusado de negligencia y encarcelado, aunque finalmente fue puesto en libertad pues, sin duda, en aquel entonces, era quien más sabía del problema, por lo cual, las autoridades decidieron que se reiniciaran las obras. Esa fue la última etapa en la que participó Martínez entonces propuso que el canal se continuara a cielo abierto, lo que fue rechazado. El cosmógrafo murió en 1630, sin haber logrado lo que se había propuesto.

En los años siguientes, las obras del desagüe fueron motivo de preocupación de las autoridades novohispanas, sobre todo cuando arreciaban las lluvias y la amenaza de nuevas inundaciones estaba en puerta. En 1637, se continuaron los trabajos a tajo abierto y, ya en el siglo XVIII, se pensó en la necesidad de hacer un desagüe general. Cuando el barón de Humboldt visitó México, opinó que el problema sólo podría resolverse mediante la construcción de un canal que se dirigiera hacia el lago de Texcoco.

Después de 11 años de lucha armada, el 27 de septiembre de 1821, México despertó como una nación independiente, pero entre los principales problemas que heredó del pasado virreinal estuvo el del desagüe de la ciudad capital. Los nuevos gobernantes debían hacerle frente. Don Lucas Alamán habló de ello ante el Congreso, en 1823, y unos años más tarde advirtió la necesidad de que un organismo técnico-administrativo se encargara de la dirección de las obras; sin embargo, la pobreza del erario y los constantes conflictos políticos impidieron que, por largo tiempo, se atendiera la cuestión del desagüe, o bien que sólo se hicieran trabajos de mantenimiento y reparaciones menores.

En el año de 1856 el ministro de Fomento, ingeniero Manuel Siliceo, congregó en una junta a 30 personalidades, entre técnicos, políticos, científicos, legisladores y eclesiásticos, con el fin de encontrar propuestas viables. Finalmente se lanzó una convocatoria para que especialistas nacionalistas y extranjeros presentaran un proyecto integral de las obras hidráulicas de la cuenca de México, y se ofrecía un premio de 12 000 pesos al triunfador. En esta ocasión, fue el trabajo presentado por el ingeniero Francisco de Garay, el que obtuvo la gratificación prometida. La propuesta consistió en la construcción de un gran canal, pero no por el rumbo de Nochistongo, sino que éste terminaría en Tequisquiác; las obras comprenderían un tajo, un túnel y un canal, además se harían tres canales secundarios, el del Sur, el de Oriente y el de Occidente. El tiempo pasó, y las turbulencias políticas impidieron que se iniciara el proyecto; sólo se avanzó en el levantamiento parcial de la Carta Hidrográfica del Valle de México. Ya en tiempos del Imperio de

Maximiliano, en 1865, Garay fue nombrado Director General del Desagüe del Valle de México. Pronto se abocó a iniciar una tarea larga y costosas, en la que participarían numerosas brigadas de trabajadores, así como técnicos y especialistas mexicanos, y que se prolongaría durante las épocas de la restauración de la República y el Porfiriato.

Al iniciarse el gobierno juarista, el Secretario de Fomento, Blas Balcárcel, logró que en diciembre de 1867 se estableciera un impuesto especial para financiar las obras de desagüe y decidió continuar los trabajos en la zona de Tequisquiac. Primero se avanzó con rapidez en el tajo y en el túnel, pero después, conforme se llegaba a mayor profundidad, los costos y los obstáculos aumentaron. Había filtraciones y constantes riesgos de inundaciones y derrumbes, las lumbreras que se construían debían protegerse mediante mampostería o madera, por lo que cada vez era más lento el avance. A la caída de gobierno de Juárez, las obras volvieron a paralizarse. La capital se inundaba en las temporadas de lluvias lo que, además del malestar de la población, provocaba insalubridad y caos.

Sería hasta el año de 1884 cuando Porfirio Díaz inició su primera reelección que se reanudaron formalmente los trabajos del desagüe-en el túnel, el tajo y el gran canal; entonces se destinaron 400, 000 pesos anuales para las obras y fue el ingeniero Luis Espinosa quien quedó al frente de una Junta Directiva. El adelanto era lento, pues se trataba de una tarea compleja, especialmente en lo referente al túnel y al canal, ya que el tajo estaba prácticamente terminado. La maquinaria con la que se contaba no era la adecuada y, por estas razones el presidente Díaz consideró que tal obra debía quedar en manos de técnicos extranjeros. En 1889, se contrataron varias empresas de capital británico y norteamericano, entre otras, la Mexican Prospecting se encargó principalmente del túnel, y la S. Pearson & Son empezó a trabajar en el canal. En el primer caso, los extranjeros cometieron errores técnicos y al cabo del tiempo advirtieron que la obra no les era redituable; por tales motivos, la coordinación pasó de nuevo a la Junta Directiva, y ésta continuó los trabajos con rapidez. Así, después de muchas vicisitudes, el túnel de 10, 021.79 m quedó oficialmente concluido en diciembre de 1894.

Las obras del Gran Canal, que debía alcanzar los 47.5 km, continuaron su avance a cargo de las compañías extranjeras. En agosto de 1895, quedó franca la entrada del canal al túnel; Porfirio Díaz y su comitiva asistieron a la apertura de la represa en dirección al túnel de Tequisquiac. Finalmente, los trabajos concluyeron bajo la responsabilidad de la Junta Directiva; aún faltaban nueve kilómetros de canal y labores de infraestructura, tareas complicadas por la inestabilidad del terreno.

El 17 de marzo de 1900 tuvo lugar la inauguración oficial de la magna obra, a cargo del presidente Díaz, quien, junto con sus acompañantes, realizó un recorrido hasta el Tajo de Tequisquiac. Pero, si bien concluía una labor en la que los conocimientos científicos y técnicos habían jugado un papel fundamental, y en la que se habían invertido muchos recursos y esfuerzos, ésta no sería la solución definitiva a la problemática, pues las inundaciones no terminaron.

Al avanzar el siglo XX se pudo advertir que las tareas de drenaje de la capital mexicana resultaban insuficientes; se trataba de una ciudad cuya población había empezado a crecer a ritmo vertiginoso, lo cual -incorporado a los problemas del hundimiento, analizados estos últimos en su relación con las inundaciones y el bombeo de los pozos, por los ingenieros Roberto Gayol y José A. Cuevas-, representaban nuevos retos que debían enfrentar tanto quienes gobernaban la capital, como aquellos dedicados a la construcción. Fue entonces que el Departamento del Distrito Federal hizo frente a las inundaciones mediante nuevas obras de ingeniería hidráulica y sanitaria: la ampliación sur del Gran Canal del Desagüe, la construcción de colectores y atarjeas, el nuevo túnel de Tequisquiac y el entubamiento de algunos ríos. Sin embargo, la población siguió sufriendo inundaciones, particularmente, en los años de 1950 Y 1951.

En ese entonces muchas zonas de la ciudad fueron afectadas por el nivel que alcanzó el agua -a veces hasta siete metros- como lo revelan las fotografías de los diarios de la época, hecho que indicó la dislocación ocurrida en la red de alcantarillados y colectores.

En 1952 se creó la Comisión Hidrológica del Valle de México, dependiente de la Secretaría de Recursos Hidráulicos. Por su parte, el Departamento del Distrito Federal creó, en 1953, la Dirección General de Obras Hidráulicas; esta última dio a conocer un plan general con el propósito de hacer frente al hundimiento, a las inundaciones y al abastecimiento de agua potable. Pero no fue hasta 1959, cuando se pensó que la solución del problema sería la realización de un sistema de drenaje profundo. (Figura 3.2.2)



FIGURA 3.2.2. CONSTRUCCIÓN DE EMISORES DE DRENAJE.

Durante los años siguientes se llevaron a cabo las investigaciones encaminadas a emprender la tarea señalada: posibles trazos, estudios hidrológicos e hidráulicos y análisis geológicos de estratigrafía y de sismicidad. El proyecto comprendía la construcción de un emisor central y la de dos interceptores profundos: el central y el oriente. La profundidad de estos últimos permitiría el desagüe por gravedad a través de túneles, desde la ciudad hasta la desembocadura del sistema, en el río del Salto, cercano a la presa Requena, en Hidalgo. Así se podría mantener en servicio la red de alcantarillado y aprovechar las aguas negras para riego y usos industriales. (Figura 3.2.3)



FIGURA 3.2.3. REVISIÓN DE ESTRUCTURAS DE DRENAJE

En 1962, se puso en servicio el Emisor Poniente. En el nuevo proyecto se contempló realizar estudios complementarios, y en esta tarea participó el Instituto de Ingeniería de la UNAM. Con el objetivo de garantizar y comprobar todos los cálculos teóricos se solicitó a la institución un modelo de Emisor, para verificar el funcionamiento hidráulico y el de las descargas de los colectores a los interceptores profundos, y se atendieron también los aspectos económicos y financieros. Finalmente, en 1967 se dio inicio a esta importante obra de la ingeniería mexicana del siglo XX.

En 1975, Luis Echeverría inauguró el Emisor Central de 50 kilómetros, componente principal del actual drenaje profundo. Los trabajos comenzaron en las lumbreras y posteriormente se atacaron los frentes del túnel. En 1971 se creó el consorcio Túnel, S. A., conocido como TUSA; éste agrupó a los contratistas de la obra bajo un solo mando. Sobre la marcha tuvieron que enfrentar diversas dificultades, lo que produjo el desarrollo de distintas técnicas para lograr el éxito final. Particularmente, en la Ciudad de México, el túnel tenía que atravesar suelos de muy poca resistencia, pero también el avance fue difícil cuando se hicieron perforaciones en zonas de roca sólida. Los túneles que forman parte del Sistema de Drenaje Profundo alcanzaron 68 km de longitud y se revistieron de concreto armado y concreto simple. Las obras concluyeron en el año de 1975, solucionando por fin un ancestral problema de nuestra capital.

Es indudable que, a lo largo de los años, se fueron acumulando experiencias de trabajo fundamentales para el proyecto final. En el Sistema de Drenaje Profundo se pusieron en juego avanzados conocimientos y novedosas técnicas, frutos del desarrollo de la ingeniería mexicana. Las frecuentes inundaciones a las que por muchos años se enfrentaron los habitantes del Valle de México en especial en la Zona de Ecatepec, así como los habitantes de la Ciudad de México, dejaban siempre grandes perjuicios económicos y en ocasiones incluso la pérdida de vidas humanas.

La zona Metropolitana del Valle de México está construida sobre una cuenca cerrada, lleno de conos volcánicos, con un volcán activo (Popocatepetl), dentro de una zona sísmica afectada por movimientos de subducción de la placa de cocos. Se caracteriza por tener suelo arcilloso con arcillas de tipo montmorilonitas (ver Anexo 1) con propiedades de estructura flocluenta. Originalmente formaba un sistema lacustre integrado por cinco grandes lagos: Texcoco, Xaltocan, Zumpango, Xochimilco y Chalco.

En época de lluvias, estos lagos se convertían en uno solo de dos mil kilómetros cuadrados de superficie. Esta condición explica las periódicas inundaciones que desde la fundación de Tenochtitlan han enfrentado sus habitantes, así como la necesidad de construir importantes obras de drenaje para el control y desalojo de las aguas residuales y pluviales del valle.

Obras de drenaje

La construcción de la Ciudad de México sobre lo que eran los lagos, ocasionó dos problemas permanentes: la necesidad de desalojo del agua de lluvia para evitar inundaciones y el hundimiento por la sobre explotación de los mantos acuíferos. (Figura3.2.4)



FIGURA 3.2.4. RÍOS Y LAGOS DEL VALLE DE MÉXICO.

Hoy la capacidad del sistema de drenaje de la zona Metropolitana es insuficiente y presenta serios problemas.

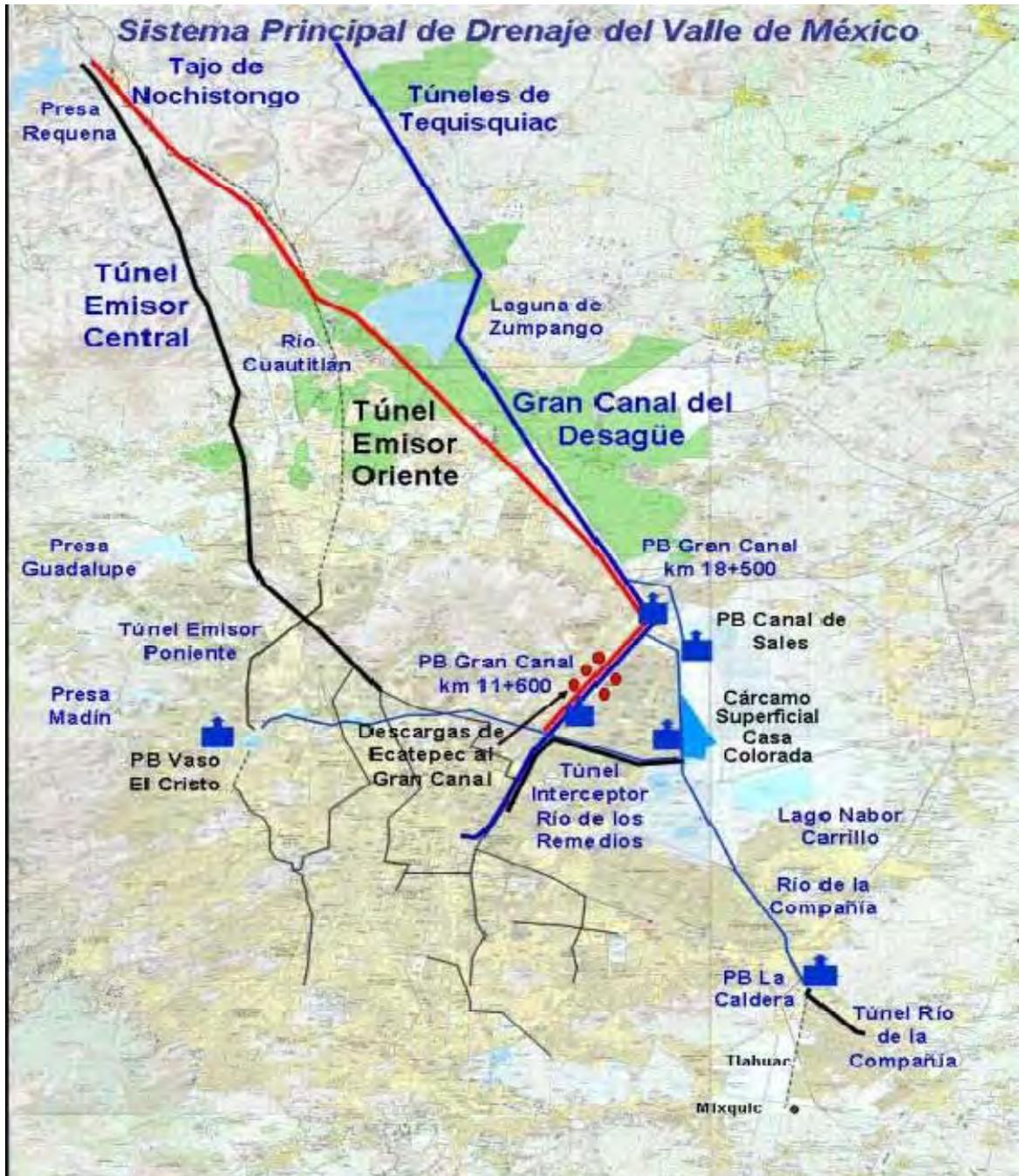
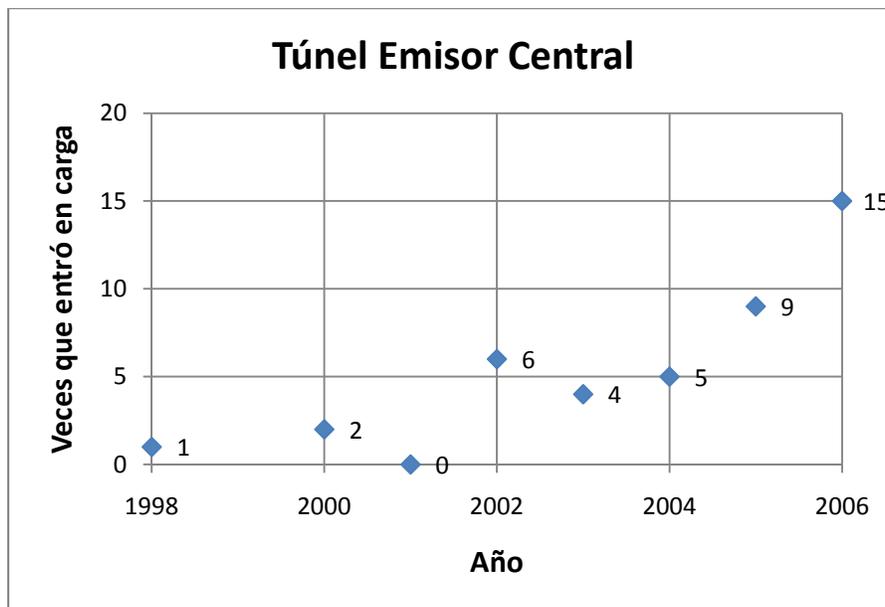


FIGURA 3.2.5. SISTEMA PRINCIPAL DE DRENAJE DEL VALLE DE MÉXICO.

Basta comparar la capacidad que tenía en 1975 con la que tiene en la actualidad, que es 30% menor con casi el doble de población. Esta disminución se debe principalmente al constante

hundimiento de la Ciudad de México, originado por la sobreexplotación de los mantos acuíferos del Valle de México. A la salida del Emisor Central se han medido gastos máximos del orden de 50 a 60% de la capacidad del gasto original y además que el Emisor Central en ocasiones ha presentado carga (Ver Gráfica 3.2.1). Se hace evidente que el conducto presenta una situación de deterioro creciente; como podría ser el ataque al revestimiento por las aguas negras, tanto en las paredes como en la cubeta del conducto y la posibilidad de encontrar alguna falla del revestimiento o ingreso puntual de filtraciones.



Gráfica 3.2.1

A pesar de que el Emisor Central es el ducto del cual depende la seguridad del desalojo de las aguas residuales y pluviales del valle, es necesario cerrarlo durante los meses de estiaje para su reparación y mantenimiento. (Figura 3.2.5 y Anexo 2)

Aunque no se presenten fallas en el Emisor Central, las lluvias atípicas que llegan a ocurrir varios días al año, pueden ocasionar inundaciones localizadas en las zonas bajas de la Ciudad de México.

En caso de que ocurriese una falla en algún punto a lo largo del Emisor Central se perdería la capacidad de desalojo de aguas pluviales y sanitarias, lo cual traería como consecuencia la inundación de una parte importante y estratégica de la Ciudad de México. En primer lugar quedaría inhabilitado el Aeropuerto Internacional Benito Juárez al subir el agua a la cota 2226 msnm; al continuar el ascenso del agua, el cual puede alcanzar eventualmente la cota 2231 msnm aproximadamente, se afectaría la zona de san Juan de Aragón, las delegaciones Venustiano Carranza e Iztacalco, posteriormente parte de Gustavo A. Madero y Benito Juárez. En cualquier caso, se inundaría parte importante del sistema de transporte colectivo metro inutilizando con ello su operación. De manera directa resultarían afectados alrededor de 4 millones de habitantes; de manera indirecta serían afectados los otros más de 15 millones ubicados en la Ciudad y conurbación de esta. (Ver Anexo 3)

Esto plantea la urgente necesidad de disponer de un emisor alternativo que permita mantener la capacidad de operación del sistema durante todo el año.

Además, como se aprecia en el siguiente cuadro, el actual sistema de drenaje profundo es insuficiente para las necesidades actuales del Valle de México.

Año	1975	2008
	m ³ /s	
Gran canal	80	15
Obras de emergencia		30
Emisor Poniente	30	30
Emisor Central	170	120
Total	280	195
Capacidad requerida	315 m³/s	
Déficit	120 m³/s	
Millones de habitantes	10	19

TABLA 3.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA CAPACIDAD DE DESALOJO DE LOS SISTEMAS DE AGUAS NEGRAS EN EL VALLE DE MÉXICO

El Emisor Central, diseñado para conducir agua de lluvia en los picos de tormenta, ha operado durante 15 años fuera de sus variables de diseño al utilizarse de manera continua y sin mantenimiento; además de estar conduciendo aguas residuales o “negras”, situación que ha provocado un desgaste acelerado.

En marzo de 2009 se iniciaron los trabajos de reparación del Emisor Central, como resultado de una inspección que permitió detectar diversos daños al recubrimiento de concreto y al acero de refuerzo que denotan un deterioro progresivo y cuya reparación requerirá de varios años, así como un programa periódico de mantenimiento.

Para mitigar los efectos de lo anteriormente mencionado se hace presente la necesidad de contar con un sistema de drenaje integral. El Túnel Emisor Oriente se erige como la respuesta a la situación de contingencia que ha presentado la ZMVM. Con éste nuevo conducto la Ciudad tendrá un sistema dual que permitirá dar mantenimiento a los conductos profundos con gran seguridad y eficacia. Constituida por 23 lumbreras y el Portal de Salida; (Ver Anexo 4 y 5) los primeros 28 kilómetros serán excavados en la zona de lago, con las arcillas montmorilonitas de baja capacidad y de gran contenido de humedad. Después habrá que excavar 21 kilómetros de aluviones y 12 kilómetros de roca para completar los 60 kilómetros del conducto (Ver Figura 3.3.2)

1.3 ESTUDIOS PREVIOS

Los estudios previos comprenden: trazo, geología, determinación del diámetro del conducto, derecho de vía, adquisición de los lotes para las lumbreras, construcción de las 5 máquinas excavadoras, construcción del endovelada en dos fábricas situadas estratégicamente, construcción del túnel, inyecciones y colocación del revestimiento definitivo y la construcción de obras

auxiliares y para ingresar al conducto todas las aguas pluviales y negras durante las temporadas de lluvias.

Todo lo anterior puede ser ejecutado por un consorcio de empresas mexicanas, además con la mejor ingeniería y la mejor tecnología. En la construcción del TEO, debido al tipo de suelo se esta usando 2 tipos de escudo. El primero de ellos, es el escudo alemán con el sistema denominado EPB, de frente de suelos balanceado, (Figura 3.3.1), el que permitirá perforar los túneles con seguridad y rapidez; el segundo es el sistema Mixshield que es usado para suelos mixtos. (Figura 3.3.2)

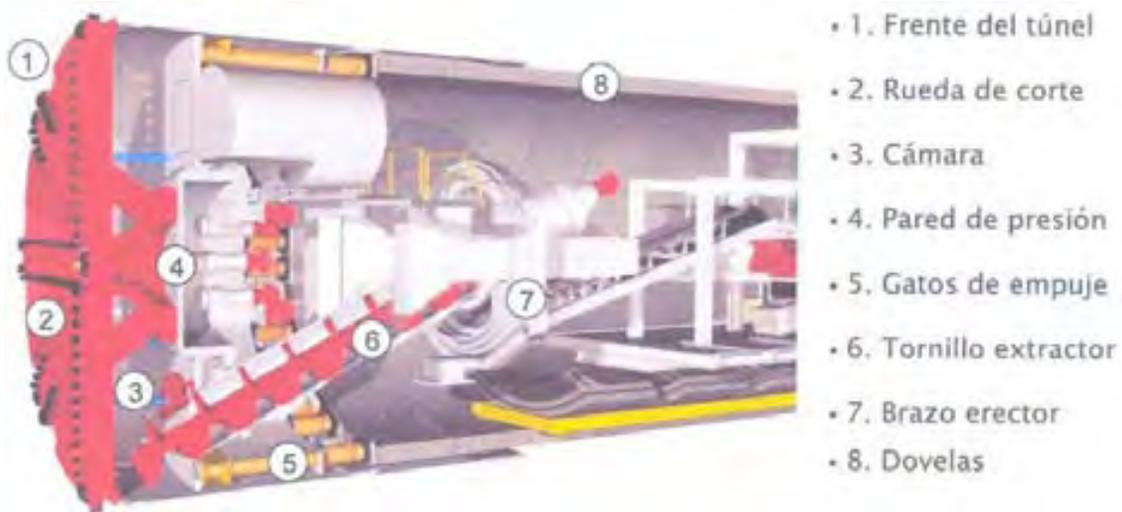


Figura 3.3.1

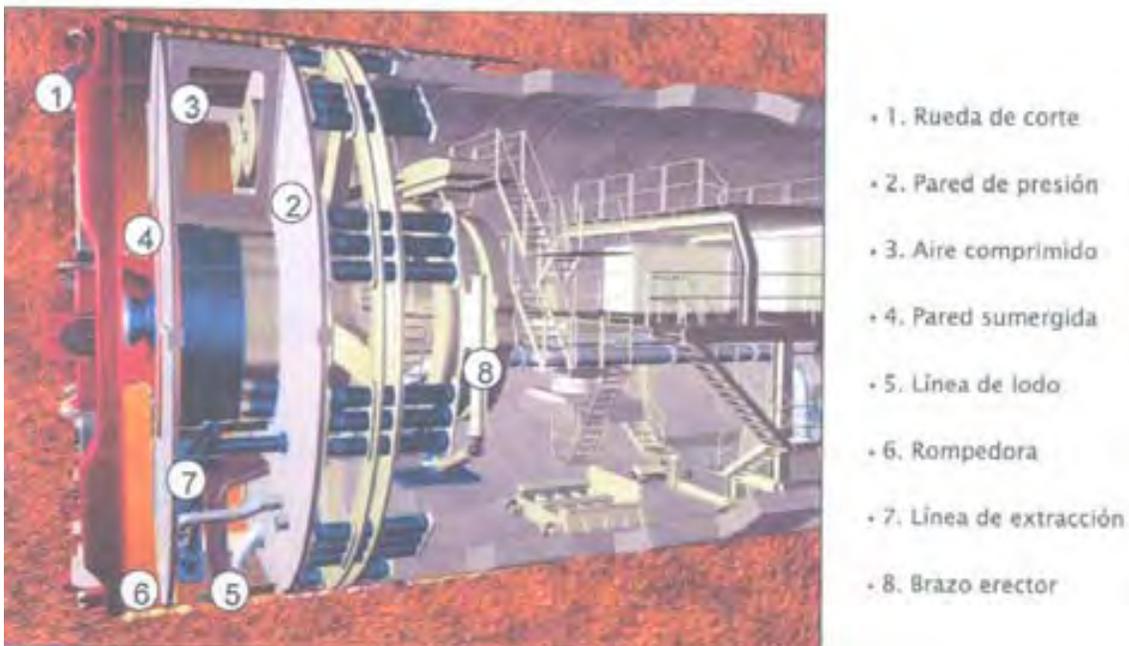


Figura 3.3.2

Será necesario utilizar lo antes posible los recursos disponibles para realizar diversos estudios, dentro de los que destacan:

- a) Tenencia de la tierra, particularmente para el túnel abajo del Gran Canal.
- b) Geotecnia para el túnel abajo del Gran Canal, sus lumbreras y la planta de bombeo Caracol.
- c) Planta nueva de Sales
- d) Estudios de catastro, así como la compra de terrenos para las lumbreras del túnel abajo del Gran Canal y la planta Caracol.
- e) Estudios topográficos, tal como el levantamiento altimétrico de las zonas aledañas al gran canal y que servirán también tanto para la predicción de hundimientos como para el diseño de estructuras Permite conocer también la ubicación de las descargas al Gran Canal mismas que serán conducidas al TEO.
- f) Estudios Geológicos.
- g) Hidrología.

1.4 ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN

El programa de obra contempla:

- Obras cuyo propósito fundamental es facilitar el manejo de los escurrimientos de estiaje para permitir la inspección del Emisor Profundo.
- Obras de poco costo que pueden desarrollarse para mejorar el funcionamiento del Sistema durante la próxima temporada de avenidas.
- Obras que en el mediano plazo (del orden de 2 años) permiten mejorar sustancialmente el funcionamiento del Sistema.

Podemos entender la conceptualización de las etapas de construcción a partir del programa de obra, mismo que a su vez tendrá un desglose de actividades inherentes al proyecto, entre las que destaca:

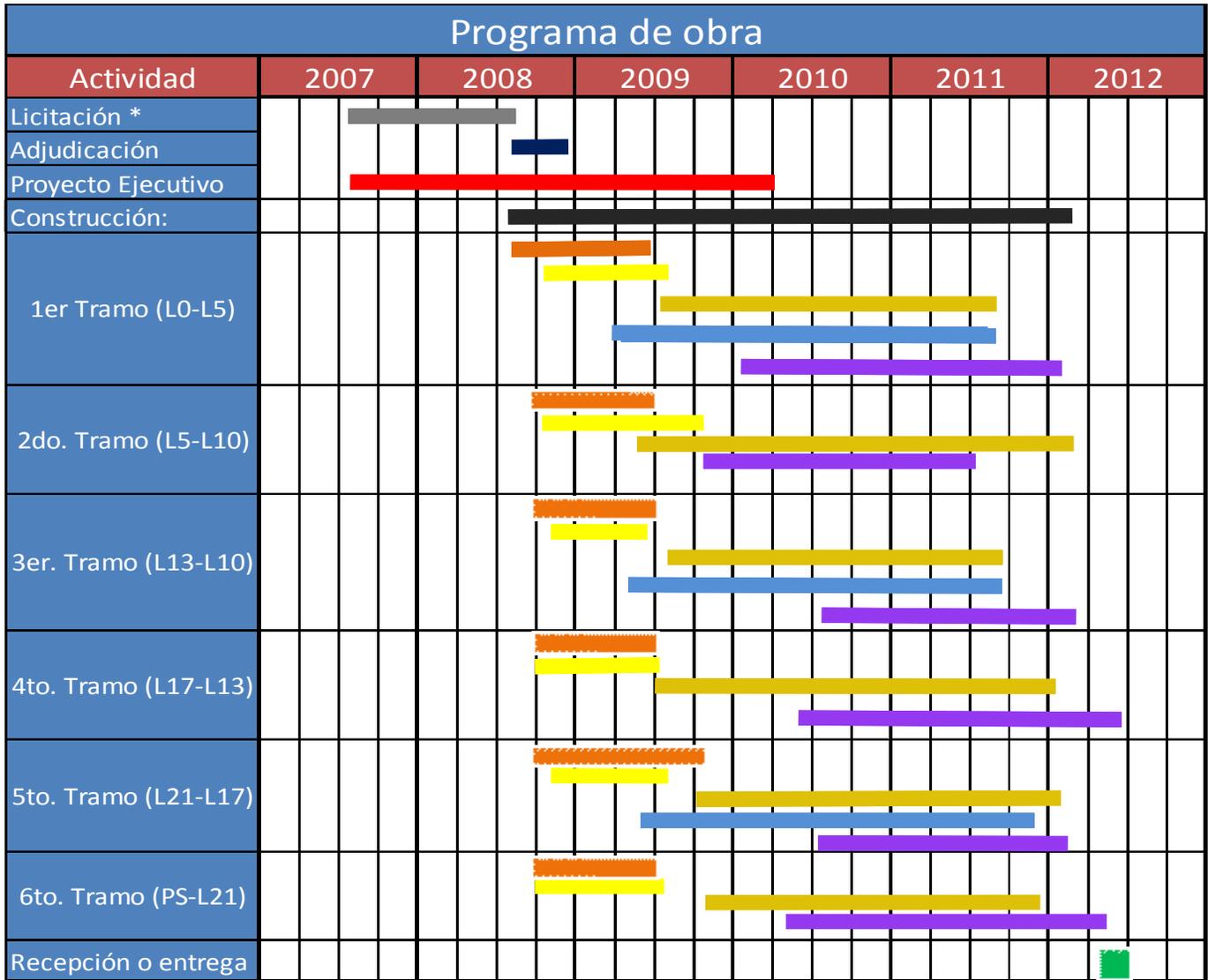
- Licitación y adjudicación: Etapa que contempla la elaboración de bases de concurso y que ha tenido una duración de ocho meses (para la licitación) mismo periodo de tiempo que se ha ajustado de acuerdo a las contingencias que tenga el proyecto. La licitación tuvo carácter de pública e internacional; fue adjudicada al consorcio formado por las constructoras siguientes, a quienes se les asignó la construcción de diferentes tramos: ICA con un 34.83% de las obras (L0-L09;), Grupo Carso a quien se le asignó el 31.41% de la construcción del túnel (L09-L17), Cotrisa con un 19.76% (L17-L22), Constructora Estrella y Lombardo Construcciones el 14% (L22-L26). Esto sin considerar la construcción del portal de salida (PS). Con la asignación de la obra al consorcio de empresas mexicanas se logra:
 - Acortar entre 12 a 18 meses el inicio de los trabajos, ya que un concurso de este tipo se lleva éste último tiempo.
 - Se puede contratar a libro abierto (los costos son totalmente transparentes)
 - Se genera una gran cantidad de empleos directos e indirectos.

- Proyecto Ejecutivo, que para el caso del Emisor Oriente había tenido un desarrollo a la par con la construcción del mismo, siendo un proceso que ha durado un año y tres meses.
- Construcción: la construcción de ésta obra tiene contemplado desde el suministro del equipo excavador, la excavación de las lumbreras, excavación del túnel, fabricación de dovelas, la construcción de las estructuras con que contará el proyecto tales como semiprofundos, estructuras de captación y de control hasta el revestimiento definitivo del TEO.

El 13 de agosto de 2008 se dio inicio a las obras; la perforación del túnel comenzó en septiembre del mismo año mismas que terminarán 54 meses después, en el segundo trimestre de 2012.

En la figura 3.4.1 apreciamos éste desglose de actividades con más detalle:

PROGRAMA DE OBRA.



[Barra naranja]	Suministro de equipo excavador
[Barra amarilla]	Construcción de lumbreras
[Barra verde]	Excavación de túnel
[Barra azul]	Fabricación de dovelas
[Barra morada]	Revestimiento definitivo

Avance físico a Diciembre de 2009: 24.6%
 Avance financiero a Diciembre 2009: 17.0%

TABLA 3.4.1. PROGRAMA GENERAL DE OBRA DEL TÚNEL EMISOR ORIENTE

1.5 FINANCIAMIENTO.

El esquema de financiamiento contempla la participación de las tres entidades involucradas para la ejecución de éste proyecto: Gobierno Federal, Gobierno del Estado de México y Gobierno del D.F. (las dos últimas entidades integran el fideicomiso 1928). La participación, queda de la siguiente manera (Tabla3.5.1):

Túnel Emisor Oriente		
Aportación		Millones de pesos
Federal		6943
Fideicomiso 1928	Gob, D.F.	2850
	Gob. Edo. Méx	2850
INVERSIÓN TOTAL (monto del contrato):		12,643

(sin IVA)

**Ésta Inversión Total incluye colectores y planta de bombeo (Atotonilco)

TABLA 3.6.1. ESQUEMA DE FINANCIAMIENTO DEL TUNEL EMISOR ORIENTE

I. CONCLUSIONES

El adecuado funcionamiento de los sistemas de aguas residuales son una muy importante componente de todas las grandes urbes, por ello, su adecuada planeación es de gran interés para que no se registren incidentes.

Podemos observar que el diseño óptimo de estos sistemas está en función del tipo de descargas y los contaminantes asociados a éstas ya que nos determinará el tipo de materiales que deberemos de emplear, además, en éste aspecto es notorio que deberemos de planear cada fase a ejecutar de un modo sistemático.

La planeación ante todo ha de verse como un conjunto de directrices que tendrán la finalidad de hacer más fácil y más ágil nuestro proyecto. Sin ésta todo sería un caos, es decir, si no existiera, nuestros proyectos estarían sumidos en la más profunda anarquía.

Respecto al Túnel Emisor Oriente, era necesario para la ZMVM contar con un sistema de drenaje adecuado, mismo que viniera no solo a mitigar los daños provocados por las crecientes inundaciones que aquejaban a la zona mencionada, sino que dieran una solución de fondo a éste problema. Si bien es cierto que no podemos controlar los fenómenos naturales – para éste caso de inundaciones provocadas por lluvias - Hemos de hacer frente a los retos meteorológicos con la más moderna ingeniería con el fin de salvaguardar la integridad de la población.

La planeación general de éste proyecto demarca una serie de pasos estructurados y estandarizados de una obra de ésta magnitud, misma que servirá –como todas las obras de infraestructura civil – para dar servicio a la población.

Muestra también –la planeación – que la suma de las voluntades (Fideicomiso 1928 y Gobierno Federal) es lo que necesita cada país (en éste caso México) para su crecimiento y desarrollo sostenible y sustentable.

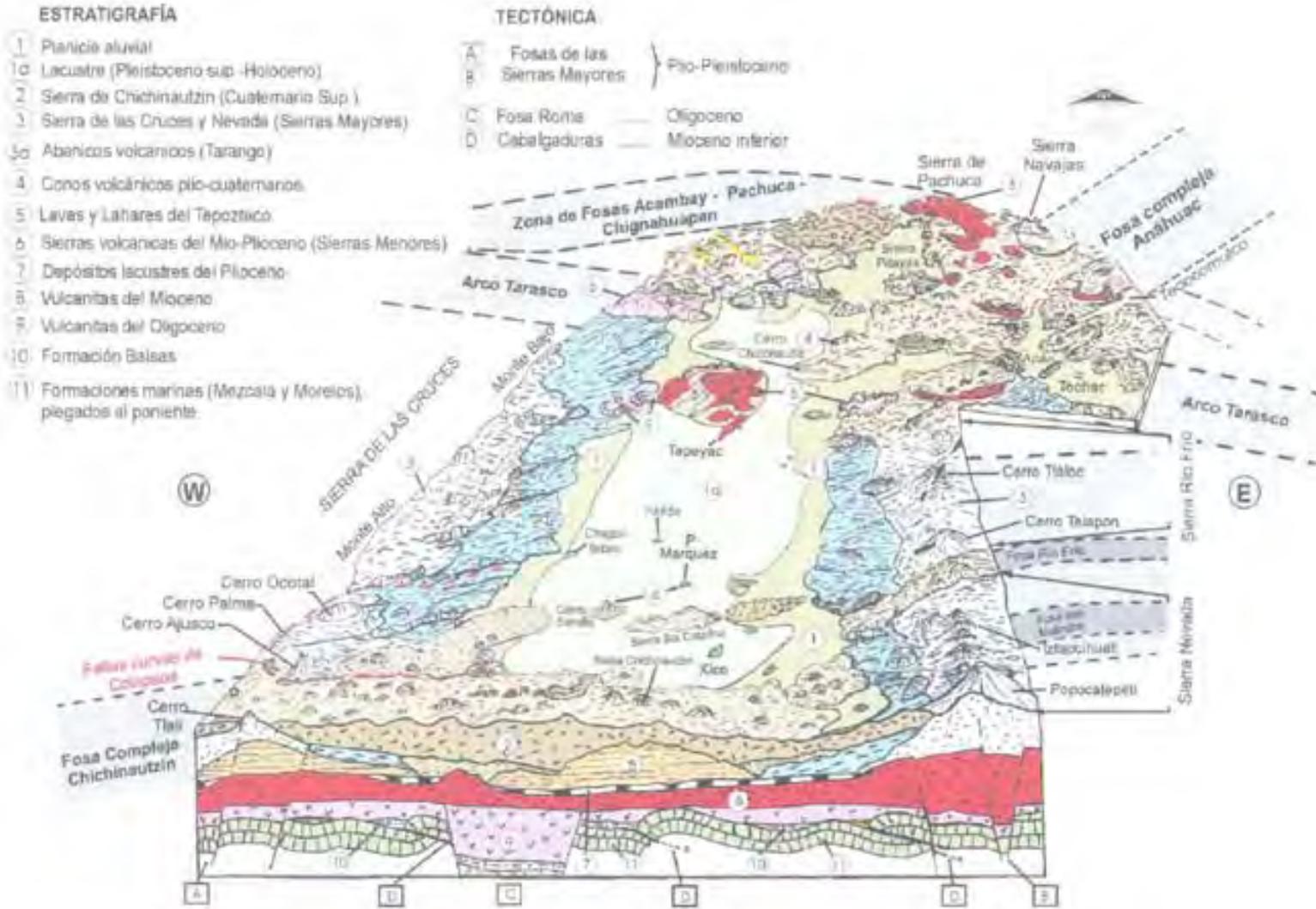
BIBLIOGRAFÍA

- México en el tiempo No. 30 mayo-junio 1999; Ma. Cristina Montoya Rivero
- Estudio Integral del Sistema de Drenaje Principal de la Zona Metropolitana del Valle de México pp 1-3; Consorcio IUYET, S.A. de C.V.
- Taylor, Bernard. Planeación estratégica. Serie empresarial. Colombia, 1991.
- Noriega Giral, Luis E. La planeación educativa en la ingeniería.
- Cuadernos de planeación universitaria. UNAM, 1980.
- Agustín Reyes Ponce. Administración de Empresas. Teoría y práctica 1ª parte pág .165-168
- José Antonio Fernández arena . El proceso administrativo Ed Diana pág. 77.
- Jaime Humberto Martínez Martínez. Lecturas Selectas de Administración Ed ECASA pág. 60,61
- Aguilar, José A. & Block Alberto . Planeación escolar y Formulación de proyectos. Editorial Trillas. México 1977.
- Karsten G. Hellebust & Joseph G. Krallinger . Planeación estratégica Práctica Compañía editorial Continental, S.A. de C.V. México.
- Ackoff, Russell & Lincoln . Un concepto de planeación de empresas Editorial Limusa – Wiley, México, 1992.
- (1975) MEMORIA de las obras del SISTEMA DE DRENAJE PROFUNDO del DISTRITO FEDERAL. Secretaría de Obras y Servicios del Departamento del Distrito Federal. México.
- "Hidráulica Urbana". Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del Gobierno del Distrito Federal. No. 1-5 [Revista].
- Domínguez, M. R y Jiménez, E. M. . (1992) "El Sistema Principal de Drenaje del Valle de México". Barcelona España. Colegio de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Catalunya. . [". En Monografía sobre Inundaciones y Redes de Drenaje Urbano.].
- Domínguez, M. R. (1997) "Sistema para el Control y Drenaje de las Avenidas en el Área Metropolitana del Valle de México". No. 593 [Serie Azul del Instituto de Ingeniería].
- Revista Digital Universitaria. Vol. 1/Num. 2/ Dirección General de Servicios de Cómputo Académico-UNAM Ciudad Universitaria, México D.F. Octubre de 2000.
- Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica. 1994. Estudio para el Drenaje de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Zonas Oriente y Poniente.
- Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica. 2000. Estudio para la Simulación Matemática del Funcionamiento Hidráulico de la Planta de Bombeo Gran Canal.
- Taylor, Bernard. Planeación estratégica. Serie empresarial. Colombia, 1991.
- Noriega Giral, Luis E. La planeación educativa en la ingeniería. Cuadernos de planeación universitaria. UNAM, 1980.
- Aguilar, José A. & Block Alberto . Planeación escolar y Formulación de proyectos. Editorial Trillas. México 1977.
- Karsten G. Hellebust & Joseph G. Krallinger . Planeación estratégica Práctica Compañía editorial Continental, S.A. de C.V. México.
- Ackoff, Russell & Lincoln . Un concepto de planeación de empresas Editorial Limusa – Wiley, México, 1992.

- Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012, Proyectos Estratégicos de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento. pp 17-20, Comisión Nacional del Agua.
- Moreno, F. Andrés. Problemática del Drenaje den Valle de México y el Emisor Oriente, Documento para discusión. ICA, Febrero de 2008

ANEXOS

ANEXO 1.
TIPO DE SUELO EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO.

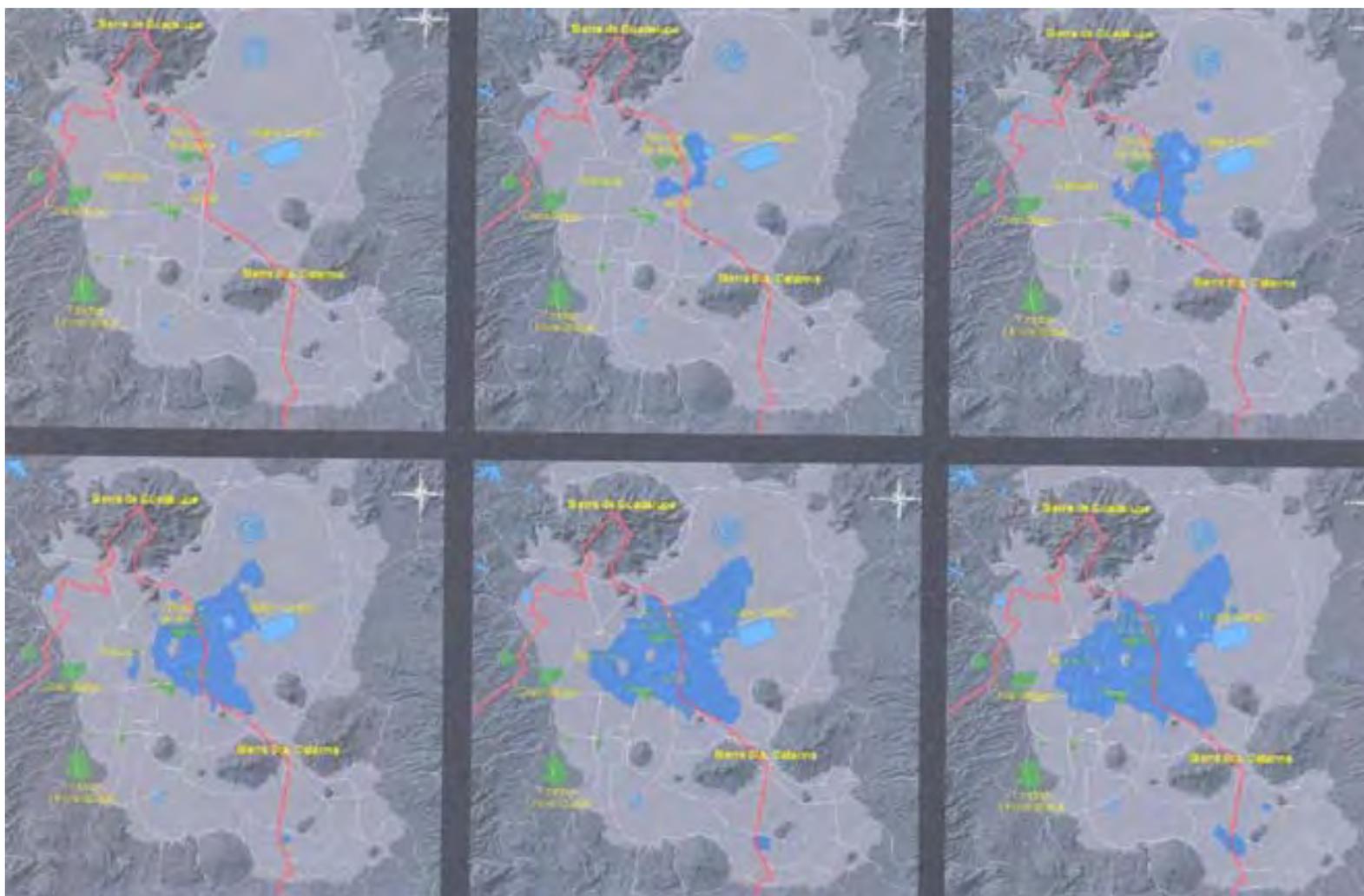


ANEXO 2
SISTEMA DE DRENAJE DE LA CIUDAD DE MÉXICO Y ZONAS METROPOLITANAS

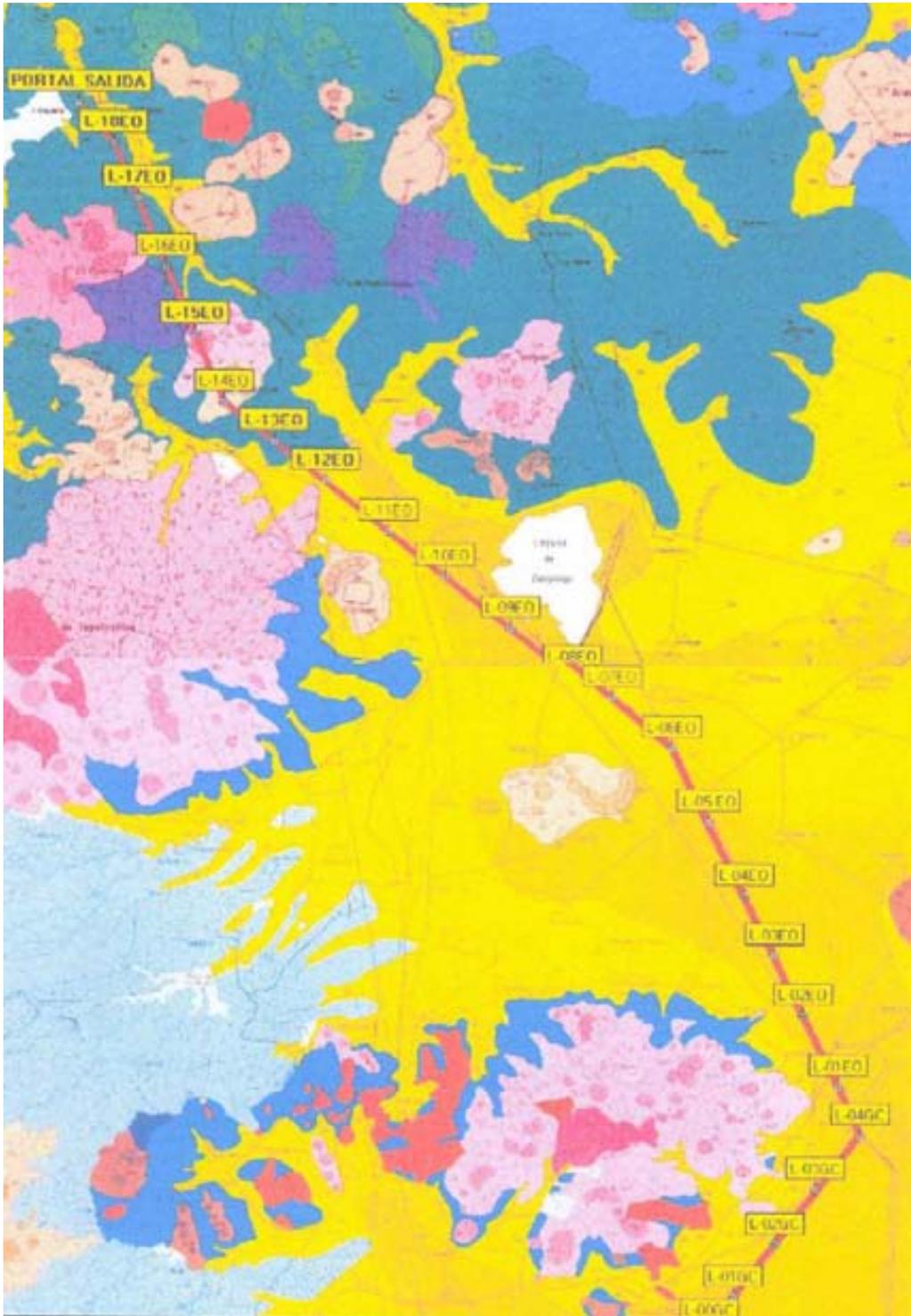
*Sistema General de Drenaje
de la Ciudad de México*



ANEXO 3
EVOLUCIÓN DE LOS NIVELES DE AGUA EN CASO DE UNA FALLA DEL EMISOR CENTRAL



ANEXO 4
TRAZO GEOMÉTRICO DEL TÚNEL EMISOR ORIENTE



ANEXO 5
SECUENCIA GENERAL EN LA CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL EMISOR ORIENTE

