

Introducción

La Zona Metropolitana del Valle de México se encuentra asentada en lo que un día fue un sistema lacustre integrado por 5 grandes lagos, a saber, Texcoco, Xaltocan, Zumpango, Xochimilco y Chalco. Esta condición explica las periódicas inundaciones que se presentan en el valle y la necesidad de construir importantes obras de drenaje para el control y desalojo de aguas residuales y pluviales.



Los lagos que forman la Cuenca del Valle de México

A lo largo de la historia se han construido diferentes obras de ingeniería para intentar solucionar este problema. Las más importantes son:

- Tajo de Nochistongo (Siglos XVII y XVIII).
- Gran Canal de Desagüe (se construyó el primer túnel de Tequisquiác) (1900).
- Emisor Poniente (1962).
- Emisor Central (1975).

Sin embargo, el actual sistema de drenaje profundo de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México presenta insuficiencia en la capacidad de desalojo de aguas para las necesidades presentes. Esto se debe principalmente al acelerado crecimiento de la población que se ha tenido en los últimos años. Además, para el caso del Gran Canal de Desagüe, que se diseñó para trabajar por gravedad, ha tenido una importante disminución de su capacidad debido al constante hundimiento de la Ciudad de México, causado por la sobreexplotación de los mantos acuíferos del Valle de México.



El Gran Canal opera por gravedad



Necesidad de plantas de bombeo para operación del Gran Canal de Desagüe

En la Tabla I.a. se presenta una comparativa de la capacidad de desalojo de aguas de estas obras de ingeniería, para los años 1975 y 2008.

Año	1975	2008
	m^3/s	
Gran Canal de Desagüe	80	15
Obras de Emergencia		30
Emisor Poniente	30	30
Emisor Central	170	120
Total	280	195
Capacidad Requerida	315	
Déficit	120	
Millones de Habitantes	10	19

Tabla I.a. Componentes del Sistema de Drenaje de la Ciudad de México

El Emisor Central es el principal componente del sistema de drenaje de la Ciudad de México. Este fue diseñado para conducir aguas pluviales en los picos de tormenta. Sin embargo ha operado más de 15 años fuera de sus variables de diseño, ya que se utiliza de manera continua y sin mantenimiento, además de emplearlo para desalojar aguas residuales, lo que ha provocado que el deterioro se acelere. A partir del año 2008, con la puesta en marcha de algunas obras de emergencia, como la construcción de cuatro grandes plantas de bombeo, que han permitido desalojar hasta $30 m^3/s$ por el Gran Canal y el Emisor Poniente, se han realizado trabajos de reparación al Emisor Central con la intención de disminuir la posibilidad de falla. No obstante, las lluvias atípicas que se presentan varios días al año, pueden llegar a provocar inundaciones en algunas zonas bajas de la Ciudad de México.

Las obras de emergencia mencionadas han dado la oportunidad de inspeccionar el interior del Emisor Central y realizar algunos trabajos urgentes de reparación y mitigación de su deterioro. Sin embargo, estas no son una solución definitiva al problema de insuficiencia de desalojo de las aguas servidas de la Ciudad de México, ni tampoco eliminan el riesgo de falla del Emisor Central, ya que el mantenimiento de esta estructura debe ser continuo.

Para solucionar de raíz estos problemas es necesaria la construcción de un nuevo drenaje profundo. Para esto se proyectó el Túnel Emisor



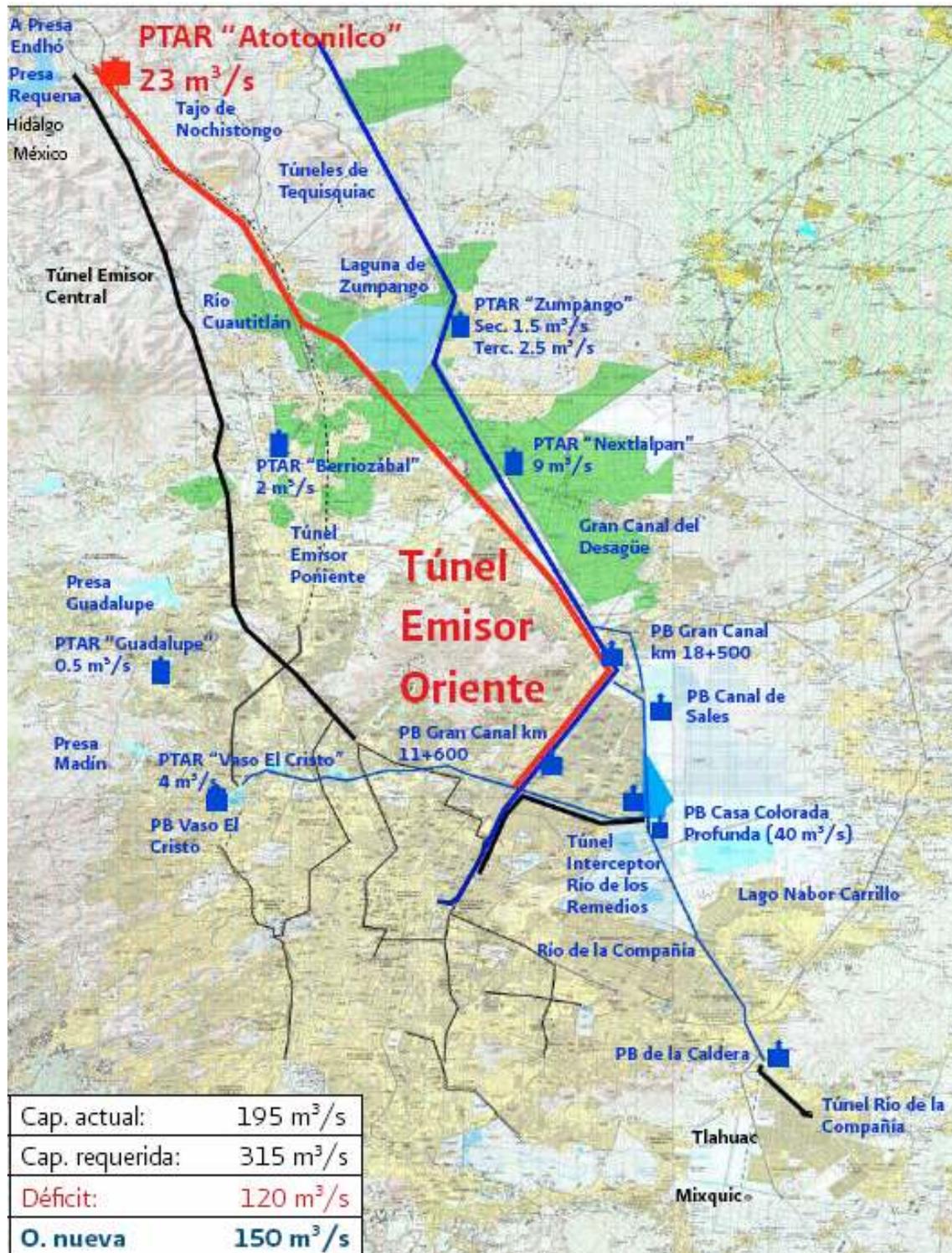
Deterioro en el interior del Túnel Emisor Central

Oriente (TEO). Esta monumental obra de ingeniería tiene 62 kilómetros de longitud y 7 metros de diámetro interior terminado y está diseñado para conducir en promedio 150 metros cúbicos por segundo. Inicia en la segunda lumbrera del túnel Interceptor del Río de los Remedios y descarga en el río El Salto, cerca del actual portal de salida del Emisor Central. Consta de 24 lumbreras y la estructura del portal de salida.

De esta manera se buscará abatir el riesgo de inundaciones en la Ciudad de México, brindando seguridad a la población de esta gran urbe. También permitirá la ejecución de trabajos de reparación y conservación al Emisor Central, ya que operarán de manera alternada para época de secas, operando de manera simultánea únicamente en época de lluvias.

En beneficio al medio ambiente, se construirá también la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Atotonilco, en la descarga del TEO, con capacidad para tratar 23 metros cúbicos de aguas residuales por segundo. De esta manera se

mejorarán las condiciones sanitarias de la región, ya que podrán emplear para el riego de la tierra aguas tratadas, que hoy utilizan sin tratamiento.



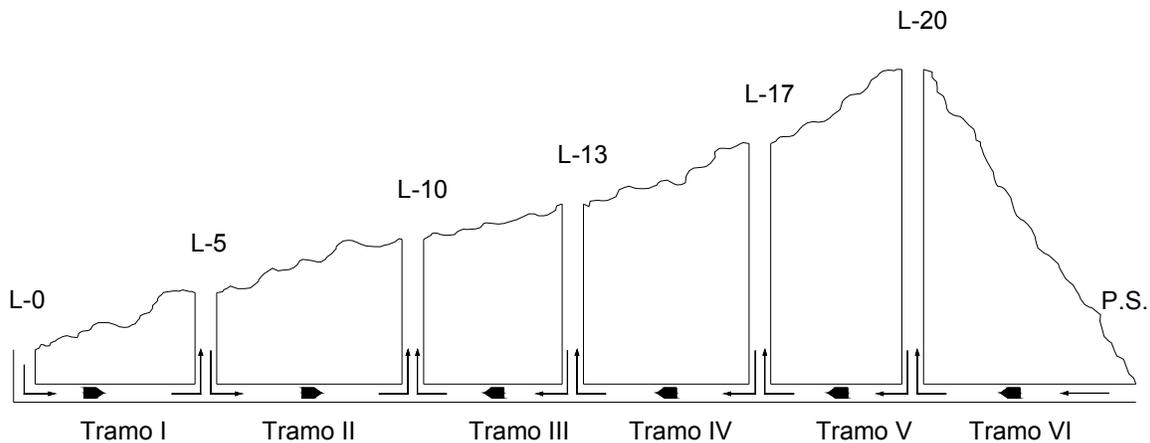
Nuevo Proyecto Túnel Emisor Oriente y Actual Sistema de Drenaje de la Ciudad de México.

Las paraestatales que colaboran para la ejecución de este proyecto son la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y la Secretaría de la Función Pública (SFP). Para la ejecución de los trabajos de construcción de este megaproyecto, las principales empresas constructoras mexicanas de obras subterráneas (Carso Infraestructura y Construcción, Ingenieros Civiles Asociados, Construcciones y Trituraciones, Constructora Estrella y Lombardo Construcciones) se asocian en un consorcio llamado Constructora Mexicana de Infraestructura Subterránea, S. A. (COMISSA). COMISSA presentó ante la CONAGUA el proyecto ejecutivo que se va a llevar a cabo. En este se especifica dividir los 62 kilómetros de longitud del túnel, en seis tramos. De las veinticuatro lumbreras, seis son de ensamble, es decir, donde descenderán o ascenderán los equipos perforadores para los diferentes tramos. Las lumbreras de ensamble son la 0, 5, 10, 13, 17 y 20. Estas lumbreras de ensamble tienen un diámetro mínimo terminado de 16.0 m, mientras que el diámetro mínimo terminado de las lumbreras de paso es de 12.0 m. Los equipos perforadores iniciarán sus actividades en las lumbreras 0, 5, 13, 17, 20 y en la estructura de Portal de Salida.

En la Tabla I.b. se presenta la longitud y las lumbreras que conforman a cada uno de los tramos del proyecto.

Tramo	Empresa Encargada	Longitud de Tramo (m)	Lumbreras	
			Inicial	Final
I	ICA	10,100	L-0	L-5
II	ICA	11,517	L-5	L-10
III	CICSA	8,939	L-13	L-10
IV	CICSA	10,348	L-17	L-13
V	COTRISA	8,458	L-20	L-17
VI	ESTRELLA y LOMBARDO	12,338	Portal de Salida	L-20

Tabla I.b. Seccionamiento del Túnel Emisor Oriente en seis diferentes tramos.



Lumbreras de ensamble. Descenso y ascenso de equipos perforadores

Las lumbreras que componen el proyecto tienen diferentes profundidades, dependiendo de la topografía del terreno a lo largo de la trayectoria del túnel y obedeciendo la pendiente del trazo del mismo. Asimismo, el tipo de material del subsuelo en que se construyen las lumbreras, cambia de una lumbrera a otra. Estas características de cada una de las lumbreras influyen en la determinación del proceso constructivo que la contratista empleará. Las lumbreras de mayor profundidad son las pertenecientes al Tramo V, Lumbreras 18, 19 y 20 con 128.50, 133.60 y 152.40 m de profundidad respectivamente. El proceso constructivo que se determinó para estas tres lumbreras es mixto y consta de dos etapas principales: la primera es muro Milán y la segunda es método convencional (anillos metálicos y concreto lanzado). Esta decisión se basa en que el método de muro Milán presenta ventajas en cuanto al tiempo de ejecución de la obra, con respecto a la utilización del método convencional exclusivamente. Dado que la profundidad no es igual para las tres lumbreras mencionadas, la profundidad de transición del muro Milán al método convencional también varía, siendo 120.0 m para la Lumbrera 20, 112.0 m para la Lumbrera 19 y 107.0 m para la Lumbrera 18.

El presente trabajo tiene por objetivo el explicar de manera breve el proceso constructivo de muro Milán, empleado en el caso específico de la Lumbrera 19 (L-19), del Túnel Emisor Oriente (TEO). El alcance de este documento incluye las actividades que es preciso realizar desde la entrega del terreno por parte del cliente (CONAGUA), hasta la conclusión del muro Milán a 112.0 m de profundidad.

El terreno designado para la construcción de la L-19 se localiza en las inmediaciones del poblado de Huehuetoca, en el Estado de México. Sus dimensiones son 85 m de frente x 225 m de fondo. Dicho predio colinda con la carretera Huehuetoca - Apaxco.