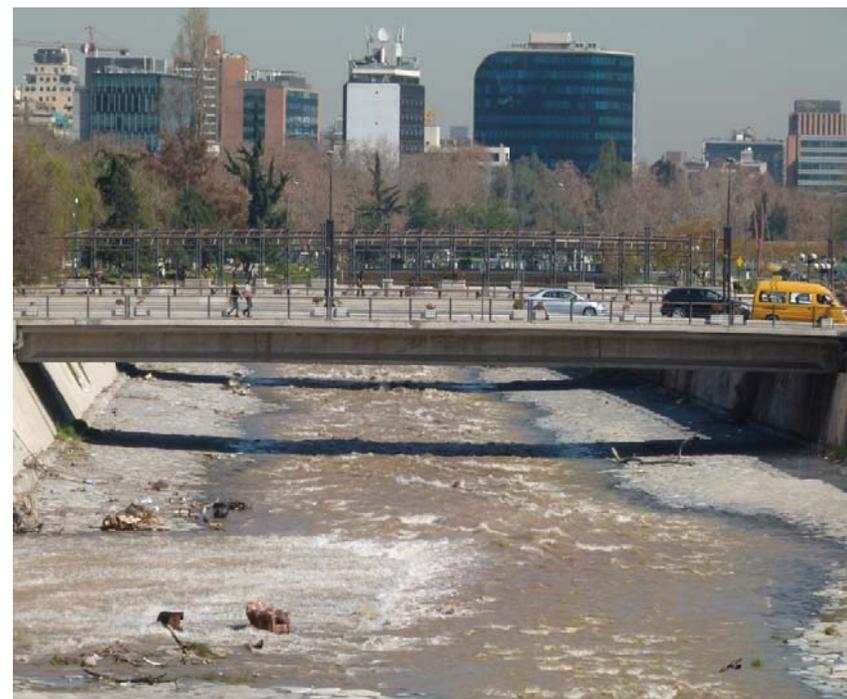




<b>NOMBRE ESTUDIO</b>	<b>MODELACIÓN HIDRÁULICA FÍSICA Y MATEMÁTICA DEL RÍO MAPOCHO SECTOR PUENTE LO SALDES, SANTIAGO ORIENTE, REGIÓN METROPOLITANA</b>			
<b>CLIENTE</b>	<b>SOCIEDAD CONCESIONARIA COSTANERA NORTE S. A.</b>			
<b>CÓDIGO FICHA</b>	<b>REGIÓN</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>COMUNA</b>	
01-2014	METROPOLITANA	SANTIAGO	PROVIDENCIA - LAS CONDES - VITACURA	
<b>LATITUD SUR</b>	<b>LONGITUD WESTE</b>	<b>ALTURA</b>	<b>COSTOS</b>	<b>PLAZOS</b>
33° 24' 33.26``	70° 36' 19.11``	634 msnm	UF 4522.6	1 año

## INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Obras Públicas (MOP), en el marco de la materialización del programa vial Santiago Centro Oriente, ha solicitado desarrollar una serie de proyectos que tienen por objetivo mejorar el tránsito vehicular y ofrecer una solución a los actuales puntos de congestión. Entre las distintas obras proyectadas dentro de este plan de mejoramiento vial se encuentran las obras de perfeccionamiento del enlace del Puente Lo saldes y la Rotonda Pérez Zujovic, las cuales consideran el Túnel Kennedy y los viaductos Costanera Norte y Presidente Riesco. Adicionalmente, las obras propuestas incluyen la extensión de la canalización del río y las defensas fluviales hacia aguas arriba del Puente Lo Saldes. Debido a lo anterior, el Departamento de Obras Fluviales de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) ha solicitado la elaboración de un estudio hidráulico del Río Mapocho, el cual se incluye como parte de la Etapa 2 del Plan de Mejoramiento del Contrato de Concesión. En este contexto, la empresa Sociedad Concesionaria Costanera Norte (Mandante) ha solicitado al Instituto Nacional de Hidráulica (INH) un estudio para modelar los fenómenos hidráulicos del Río Mapocho y estudiar las interferencias con las obras de estos últimos proyectos de mejoramiento vial.





## OBJETIVO

El objetivo principal del presente estudio consiste en desarrollar la construcción y operación de un modelo hidráulico físico y matemático de la zona de interés en el Río Mapocho, de forma de analizar el comportamiento del escurrimiento del río durante crecidas frente a las condiciones impuestas por la situación sin y con proyecto. Los antecedentes disponibles permiten suponer que algunas de las obras que intervienen el río podrían generar ondas estacionarias. Lo anterior, sumado a los cambios de rugosidad y de defensas fluviales, podría producir efectos indeseados, no predecibles por los modelos matemáticos unidimensionales utilizados usualmente en el diseño de obras hidráulicas.

## RESEÑA DEL LUGAR

El área de estudio se ubica en el Río Mapocho, específicamente en Santiago Oriente, Región Metropolitana. El tramo en estudio tiene una longitud de 1659 m, el cual comienza aproximadamente 600 m aguas arriba del Puente Lo Saldes y termina 50 m aguas abajo del Puente Los Leones.

## METODOLOGÍA

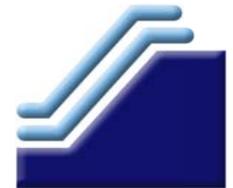
El estudio del Río Mapocho considera la construcción y operación de un modelo hidráulico físico y matemático de la zona de interés en el Río Mapocho, de forma de analizar el comportamiento del escurrimiento del río durante crecidas frente a las condiciones impuestas por la situación proyectada. El modelo físico es construido de madera y hormigón, las obras especiales se construyeron de madera y acrílico, y los estanques de metal y albañilería. Las obras consideran todas las obras existentes en el tramo de estudio e incluye los caudales del Río Mapocho y Canal San Carlos. Además, una etapa del estudio considera el ensayo de las obras proyectadas incluidas en el Plan de Mejoramiento. El modelo matemático se desarrolla con el software IBER y considera toda el área de estudio, así como la situación sin y con proyecto.





## RESULTADOS

- La construcción y explotación del modelo físico ha sido de gran utilidad para entender las características hidrodinámicas del flujo en el Río Mapocho. El estudio ha permitido identificar sectores donde se producen peraltes del flujo, los cuales podrían generar desbordes o que no cumplan con los criterios de diseño (revancha mayor a 1.0 m.). Para crecidas con periodos de 100 años se observan desbordes puntuales, sin embargo, para crecidas con periodos de retorno de 200 años se observan desbordes importantes principalmente en la ribera izquierda. En relación a lo anterior, la oscilación de la superficie libre genera que las revanchas varíen en el tiempo, lo cual debe ser considerado al momento de proponer obras de protección adicionales.
- El análisis de las obras proyectadas que se ubican al interior del cauce del Río Mapocho generan ondas estacionarias, las cuales generan un intrincado patrón debido a la interacción de todas ellas a lo largo del cauce. Las ondas más importantes se generan en la cepa del puente Lo Saldes y en las cepas de los viaductos proyectados. Estas ondas generan un peralte adicional en las riberas del cauce, con la consecuente disminución de las revanchas disponibles. Adicionalmente, se observa que el peralte del flujo disminuye las revanchas existentes entre las plataformas de los viaductos y la superficie libre, sin embargo ésta se mantiene superior al criterio de diseño de 1.0 m. Por otro lado, existentes obras que incluyen cambios bruscos de sección en los estribos de los puentes El Cerro y Tajamar, y en la descarga del canal San Carlos. Estas obras también generan ondas estacionarias para las crecidas estudiadas. Es importante destacar que las ondas estacionarias generadas en este sector se desarrollan hasta alcanzar el estribo del puente Los Leones en la ribera derecha. En este punto se observa un peralte del flujo que disminuye la revancha existente bajo el puente, la cual alcanza valores menores a 1.0 m.
- Los ensayos con gasto sólido se realizaron con el objetivo de hacer un análisis cualitativo de sus efectos en el cauce. Estos ensayos consideran una serie de supuestos, tales como: caudal y gasto sólido constante, un lecho limpio de sedimentos para la condición inicial,



una granulometría representativa igual a la obtenida en un tramo cercano al puente Lo Saldes y sólo se incorpora transporte de fondo. Se observa que para tasas altas existe una tendencia a la acumulación de sedimentos en un tramo desde el km 13460.5 hacia aguas arriba. Para estas tasas se observa un peralte importante del flujo y un aumento de sectores con desbordes. Todos estos fenómenos se observan aguas arriba del km 13460.5. Para tasas de transporte bajas no se observan acumulación de sedimentos, sin embargo se observan desbordes particulares en algunos sectores. Además, se observa que la incorporación de sedimentos generaría una disminución de la revancha existente entre las plataformas de los viaductos y la superficie libre, llegándose a valores inferiores al criterio de diseño de 1.0 m. Respecto de lo anterior, se observa que una crecida con periodo de retorno de 200 años y una tasa de transporte alta disminuiría las revanchas en los viaductos hasta hacerla nula.

Es importante destacar que una importante conclusión es que los sedimentos acumulados en el cauce pueden tener un efecto importante en las condiciones del escurrimiento. Esto cobra especial relevancia en el caso que ocurra una crecida en un momento en que hubiera una acumulación previa de sedimentos en el cauce. La combinación de estas dos situaciones podría producir desbordes significativos y afectar los viaductos proyectados. Lo anterior permite destacar la importancia que tiene la mantención del cauce y su limpieza, ya que existirían tramos que no son capaces de generar una condición de autolavado.

Finalmente, se han ensayado alternativas para la forma de las cepas de las obras proyectadas y para el puente Lo Saldes, así como la modificación de la forma de los estribos de los puentes. Todos los ensayos se han realizado para una crecida con periodo de retorno de 100 años y sin sedimentos. Entre las obras ensayadas se considera el recubrimiento de la parte central de la cepa del Puente Lo Saldes, de forma de eliminar una serie de formas redondeadas que generaban ondas estacionarias. Además, se ha ensayado la modificación de la forma de las cepas de las obras proyectadas, de forma de cambiar su extremo de aguas abajo por una forma más hidrodinámica (forma de gota). Por último, se ha ensayado la extensión del estribo del puente El Cerro hacia aguas arriba, de forma de disminuir el peralte del flujo bajo el puente Los Leones.