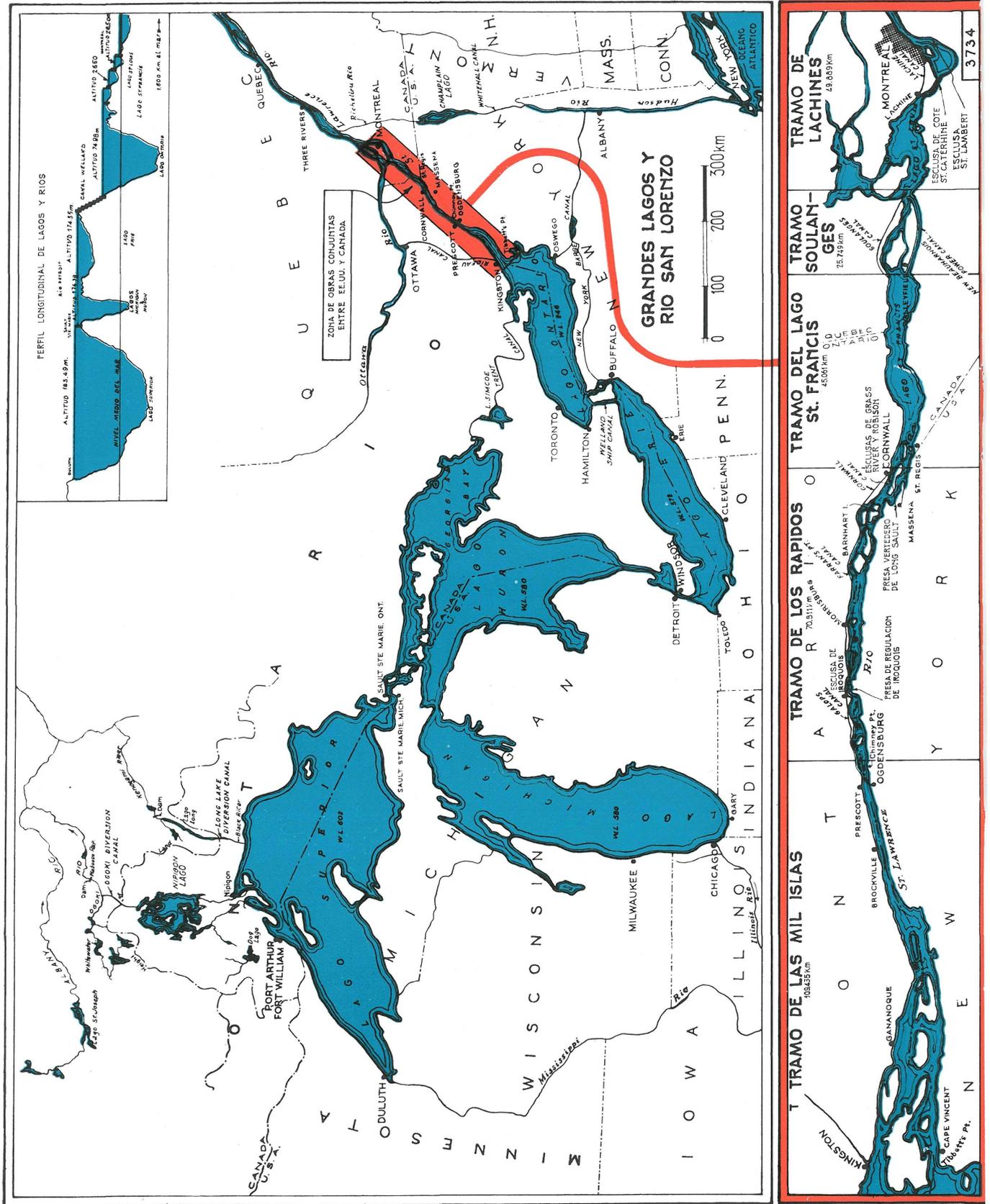


531 - 29

navegación y aprovechamiento hidroeléctrico del río San Lorenzo

*Información amablemente facilitada por
Power Authority of the State of New York y
The St. Lawrence Seaway Authority del Canadá*



SINOPSIS

Descripción de las obras más importantes que constituyen el gran proyecto de mejora para la navegación y aprovechamiento hidroeléctrico del río San Lorenzo en el tramo comprendido entre Ogdensburg, del estado de Nueva York, y Cornwall, del de Ontario (Canadá). El plazo previsto para la terminación de estas obras cumplirá al final del año 1959, pero se empezará a generar energía eléctrica en septiembre de 1958. El presupuesto previsto para la realización total del proyecto se eleva a 600 millones de dólares, y la potencia que ha de instalarse es de aproximadamente 1.880.000 kW.

planta genera
perfil longitudina



Ideas generales sobre el proyecto

El gran proyecto de mejoras para la navegación y producción de energía hidroeléctrica del río San Lorenzo en el tramo fronterizo entre EE. UU. y el Canadá, constituye una operación conjunta entre Power Authority of the State of New York y The St. Lawrence Seaway Authority. Las obras que comprende este proyecto se extienden en el trozo de río comprendido entre la ciudad de Ogdensburg (estado de Nueva York) y Cornwall (Ontario), es decir, en una longitud aproximada de 64 kilómetros.



El primer trozo de la presa de Long Sault sirve para derivar las aguas antes de empezar la segunda fase.

En este tramo el río discurre en una planicie de poco relieve y de historial geológico de tipo glacial y de inundaciones marítimas. Al retirarse los glaciares dejaron un banco de grava y grandes bloques, cuya potencia presentaba gran irregularidad. Subsiguientemente a este período las aguas marinas cubrieron las depresiones, extendiendo capas de arcilla y arena en algunas zonas, mientras se formaban playas y barras alrededor de las colinas de mayor altitud y montañas. Posteriormente se operó un levantamiento del suelo, una regresión del agua, y el valle del San Lorenzo apareció en forma de desagüe natural de la cuenca del río.

Las obras que comprende el proyecto se pueden resumir así: la gran presa para aprovechamiento hidroeléctrico, denominada «St. Lawrence Power Dam», de tipo gravedad, de unos 1.000 metros de longitud; una toma de aguas, llamada «Massena Intake», cuya estructura de hormigón es del tipo de gravedad y su desarrollo de unos 216 m; una presa de retención y regulación, tipo gravedad, de hormigón, con trazado curvo en planta, provista de un aliviadero, cuya longitud es de 716 m y que se ha denominado «Long Sault»; la presa de Iroquois, también de hormigón y gravedad, necesaria para la regulación de niveles y de unos 600 m de longitud, y, finalmente, toda una serie de obras complementarias de reformado de carreteras, ferrocarriles, poblados y mejoras del canal, cuyo volumen de excavación se eleva a unos 48 millones de metros cúbicos.

La central productora de energía hidroeléctrica, subdividida en dos partes iguales para cada una de las dos naciones interesadas, dispondrá de 32 grupos generadores, 16 de los cuales corresponden a los EE. UU. y los otros 16 al Canadá. Otra mejora notable que introducirá la realización del proyecto, aparte las presas, sistema de canales más amplios y más profundos, será la reducción de la velocidad de las aguas del río en ciertos puntos, que permitirá la navegación fluvial a través del río de embarcaciones de hasta 8 m de calado.

El importe total del desarrollo y realización del proyecto se eleva a unos 1.000 millones de dólares, cantidad abonable por las dos partes interesadas. El aprovechamiento hidroeléctrico absorberá unos 600 millones de dólares, abonables, en partes iguales, por el Canadá y los EE. UU. Los gastos de maquinaria, equipo, instalación y explotación se cubrirán individualmente por cada una de las partes.

Mejoras de la navegación fluvial

Las obras hidráulicas para la generación de energía se realizarán separadamente de las de mejora de la navegación fluvial. Estas últimas se ejecutarán con la colaboración de los Gobiernos de los EE. UU. y el del Canadá.

Estas obras afectan a la construcción de nuevos canales y siete esclusas situadas entre Quebec y Ogdensburg. Los canales fluviales comprendidos en este tramo del río serán mejorados donde se crea necesario. Una de las esclusas se construirá en Iroquois (Ontario).

Aunque en el proyecto se han separado las obras correspondientes al aprovechamiento hidroeléctrico de las de mejora de la navegación fluvial, el uso del río requiere que se coordinen estos trabajos, tanto en disposición general como en la forma de operar.

La parte de obra que ha correspondido a los EE. UU. en las de mejora de la navegación fluvial consiste en la construcción del canal de Long Sault en el tramo correspondiente a los rápidos, profundización del canal navegable del río aguas abajo del canal y el dragado necesario en la zona llamada Thousand Islands. El canal de Long Sault tendrá 16 kilómetros de longitud, y dos esclusas: la de aguas arriba se llamará Eisenhower Lock, y la de aguas abajo, Grass River. El canal correspondiente a la zona de Thousand Islands será ensanchado y profundizado de acuerdo con las dimensiones que se darán a los canales de la parte que atraviesa la zona de los rápidos.

El río San Lorenzo

El caudal medio anual de este río a la salida del lago Ontario es de unos 6.700 m³/s; sin embargo, su principal ventaja desde el punto de vista de producción hidroeléctrica no la constituye su gran caudal, sino la uniformidad de su régimen durante el año y hasta en cada estación. Las máximas avenidas conocidas representan tan sólo el doble de los caudales de estiaje, mientras que esta relación en otros ríos de importancia comparable varía ampliamente. Así, pues, en el Columbia la relación es de 35/1; en el Mississipi es de 25/1, y en el Ottawa, río que se une al San Lorenzo aguas abajo de la zona comprendida en el proyecto, es de 31/1.

La cuenca del río se alimenta de aguas de lluvia, hielo y nieve. La procedente de la fusión de la nieve, sin embargo, es relativamente inferior a la que da lugar al origen de ríos de mayor altitud. En este río las aportaciones por fusión de nieve varían mucho de uno a otro año, los glaciares no contribuyen y la nieve no se almacena de un invierno para el otro.

Diques y bancos de ribera

El embalse de la presa Sault y el correspondiente a la central internacional generadora se elevará a un nivel superior al de una gran parte de las superficies que las rodean. Con objeto de conservar el embalse dentro de los límites previstos y evitar que las aguas se puedan derivar a otras cuencas, será necesario la construcción de diques y bancos de retención en las márgenes, los que tendrán una longitud total de unos 34 kilómetros y una altura máxima de 26 m. Estas obras de defensa necesitarán unos 13 millones de metros cúbicos de relleno compactado y unos 150.000 m³ de piedra para encachados.

Los bancos de ribera se construirán con materiales sacados de préstamos y obtenidos de depósitos glaciares próximos a las obras. Los diques presentan una estructura constituida por una pantalla de impermeabilización, de materiales sacados de depósitos glaciares, sostenida por otros materiales de origen similar, si bien menos compactados, y con gravas y bloques de mayores dimensiones. El paramento de aguas abajo de estos diques estará compuesto de arena, grava y otros materiales rocosos que asegurarán el drenaje y estabilidad del dique. El de aguas arriba se protegerá con un encachado que se apoya sobre un filtro de grava y arena. Una vez terminados los diques se plantará hierba en los paramentos de aguas abajo.

La mayoría de la zona afectada por estas obras tiene un asiento de cimientos, constituido por una capa de materiales glaciares de excelente calidad para apoyo de cimientos. Sin embargo, existen partes en que aparecen depósitos de arcilla marina blanda, lo que exige la práctica de un adecuado cambio de asiento para llegar al firme.

Como es natural, se ha tenido que contar con una serie de trabajos de limpieza antes de poder inundar las zonas previstas en el proyecto que se han de cubrir de agua. Estos trabajos de limpieza han consistido en la poda de toda clase de vegetaciones, casas, edificios, vallas y cuantos obstáculos existan en la zona inundable.

Hormigón y áridos

Los áridos correspondientes a los trabajos de los EE. UU. se obtienen de depósitos situados en las proximidades de Norfolk (estado de Nueva York).

La central que prepara estos materiales es muy flexible y tiene una capacidad de 1.000 toneladas por hora. De la cantera, que explota unos bancos dolomíticos, se obtienen cuatro tamaños de grava y otros tantos de arena. El transporte se hace por carretera y ferrocarril.

En la zona afectada por el proyecto, la roca característica es la dolomita. Esta se presenta en capas intercaladas con otras delgadas de esquisto, arenisca, caliza y yeso. De las excavaciones realizadas se ha deducido que estos bancos tienen suficiente garantía para la sustentación de las obras proyectadas, aunque en ciertas partes se haya de proceder a inyectar por debajo de los canales para cerrar los huecos que la disolución del yeso ha provocado.



Para las obras correspondientes a los EE. UU. se necesitarán unos 1,6 millones de metros cúbicos.

La presa internacional sobre el río San Lorenzo

La energía que se ha previsto en el proyecto será generada por 32 grupos de 57.000 kW de potencia cada uno, de los que 16 corresponden a los EE. UU. y los otros al Canadá, lo que eleva la potencia total a 1.880.000 kW, es decir, que será la segunda del mundo en lo que a capacidad se refiere, ya que actualmente sólo la central de Grand Coulee, sobre el río Columbia, cuya potencia es de 1.947.000 kW, la supera.



Esta energía se generará a 13.800 V de tensión, que se transformará a 230 kV para su transporte.

Eléctricamente, los 16 grupos constituirán cuatro agrupaciones de cuatro unidades cada una. Cada conjunto de cuatro unidades se conectará a un banco de transformación trifásica.

Para el servicio de la central no se cuenta con generadores independientes, sino que se alimentará con una subestación de servicio cada dos generadores. Estas estaciones, situadas en la galería de cables, se conectarán con las barras o «feedrs» de los generadores.

Cada generador se equipará con un sistema de refrigeración independiente. Las turbinas son de eje vertical, provistas de rodets de álabes fijos; su potencia será de 71.000 CV con un salto de 34,70 m, y de 85.000 CV si éste es de 26,50 m, caso máximo que puede presentarse en la explotación. El regulador de velocidad del grupo será del tipo de aceite, provisto de una válvula actuante accionada por relé.

La gran presa internacional se halla situada sobre el río San Lorenzo, a unos 9,5 km aguas abajo de Massena (estado de Nueva York) y a 4,8 km de la presa de Long Sault, también aguas abajo. La presa se extiende a uno y otro lado de la isla Barnhart, dando lugar a un sistema de dos centrales: una que va de la isla a la margen americana y la otra de la isla a la canadiense.

Este sistema conjunto de estructuras, actuando como tipo gravedad, tendrá una longitud total de 1.000 m. La construcción de esta obra empezó en la isla Barnhart en septiembre de 1954; su terminación estaba prevista para el año 1959, pero empezó a producir en septiembre de 1958.

Presa vertedero de Long Sault

Esta presa se halla situada a la altura de la isla Long Sault, a unos 6,4 km aguas arriba de la presa internacional, con uno de sus estribos en la margen americana y el otro sobre la referida isla, por lo que se hallará en su totalidad dentro del terreno de los EE. UU.

La presa es una estructura tipo gravedad, con su eje formando curva en planta. Su objeto es el de regular el nivel del embalse de la presa internacional. El vertedero de esta estructura tiene un labio de sección en forma de gola, subdividido en 30 pasas, que están cerradas por compuertas verticales de 15,80 m de luz y 9 m de altura. De estas 30 compuertas, 18 se maniobrarán por medio de dispositivos fijos de elevación y las 12 restantes ayudándose de dos grúas pórtico móviles que se desplazan sobre la presa.

Las obras de esta presa empezaron en agosto de 1954, preparando, en primer lugar, las ataguías para su construcción. En octubre de 1955 se empezó a hormigonar, y se ha previsto su terminación para finales de 1958.

Debido a las características del río en esta zona, donde la derivación de aguas presenta grandes dificultades, la ejecución se ha dividido en cuatro fases sucesivas, ya que la construcción se complicó con los grandes caudales persistentes y las obras de tres canales que se hallaban afectadas por las derivaciones.

La presa de Iroquois

Esta presa se halla situada a unos 40 km aguas arriba de la de Long Sault, en las proximidades de Point Rockway (EE. UU.), con un estribo en terreno de los EE. UU. y otro en el del Canadá. Esta estructura es de tipo de gravedad y contrafuertes. Su objeto es el de regulación del régimen fluvial del río San Lorenzo, para lo cual se han previsto 32 pasas, convenientemente dispuestas entre pilares, cerradas con compuertas verticales maniobradas con dos grúas pórtico, móviles, de 350 toneladas de capacidad cada una.

Esta presa viene a sustituir el efecto regulador producido por un banco de roca natural que ha tenido que eliminarse para formar el canal navegable aguas arriba de la presa. Las aguas que regula son las correspondientes al desagüe del lago Ontario.

La presa de Iroquois se construirá en dos fases, sin que por ello se tema a dificultades, aun teniendo en cuenta el gran caudal del río, ya que la estructura dispone de un gran número de pasas que se pueden utilizar para el desagüe durante la construcción de la segunda fase. Esta obra tiene que estar terminada antes de eliminar el banco de roca natural que ha venido regulando el río anteriormente. Se ha previsto el final del mes de febrero de 1958 para terminar esta presa.

La toma de agua de Massena

Esta toma de agua tiene por objeto regular el caudal del canal que alimenta la central hidroeléctrica de la Aluminum Company of America, situada en Massena, durante el período de construcción de la central internacional, cuya producción se ha previsto empezará en septiembre de 1958. Esta obra permitirá, igualmente, el suministro de agua a la ciudad de Massena y a la Aluminum Company para usos industriales, durante y después de la construcción de la presa internacional.

La estructura de hormigón tendrá una altura de 35 m, 216 m de longitud, prolongada por diques de tierra a uno y otro lado de la estructura, para llegar a una longitud total de 1.280 m; se equipará con una serie de compuertas, maniobradas por motores individuales, y una estación de bombeo para agua potable e industrial. La mayor parte del hormigón será armado. La estación de bombeo dispondrá de cinco bombas, de unos 37 m³/s de capacidad, que elevarán el agua a unos depósitos elevados de la Aluminum Company.

Mejora de los canales navegables

Las obras de mejora de los canales navegables tienen por objeto dar un calado mínimo de 8,20 m, y, en algunos trozos, una velocidad de 1,20 m por segundo. En otros, esta velocidad será de 0,70 m como máximo para facilitar la utilización invernal de las que han de pasar por las turbinas.

La ejecución de estas obras comprende una serie de excavaciones y dragados de gran volumen, así como la rectificación de algunas de las márgenes del río.

Métodos constructivos y material auxiliar

El gran volumen de las excavaciones, dragados, obras diversas, presas, reformado de vías de comunicación, demolición, limpieza, construcción de viviendas y edificios, ha requerido un estudio previo para coordinar esta heterogénea diversidad de obras; en tal forma, que su realización obedezca a un plan racional de conjunto, capaz de conservar los plazos previstos para las fases sucesivas hasta llegar a la total terminación de las obras.

Como el plazo previsto para la terminación es de unos cinco años, la maquinaria auxiliar que se está empleando es del tipo pesado, moderna y de gran rendimiento. Aunque intervienen muchos contratistas, los métodos constructivos son bastante similares y flexibles para poderse adaptar a las necesidades locales o mejoras funcionales que pudieran sugerirse de los resultados experimentados en otros tajos de esta gigantesca obra de conjunto.

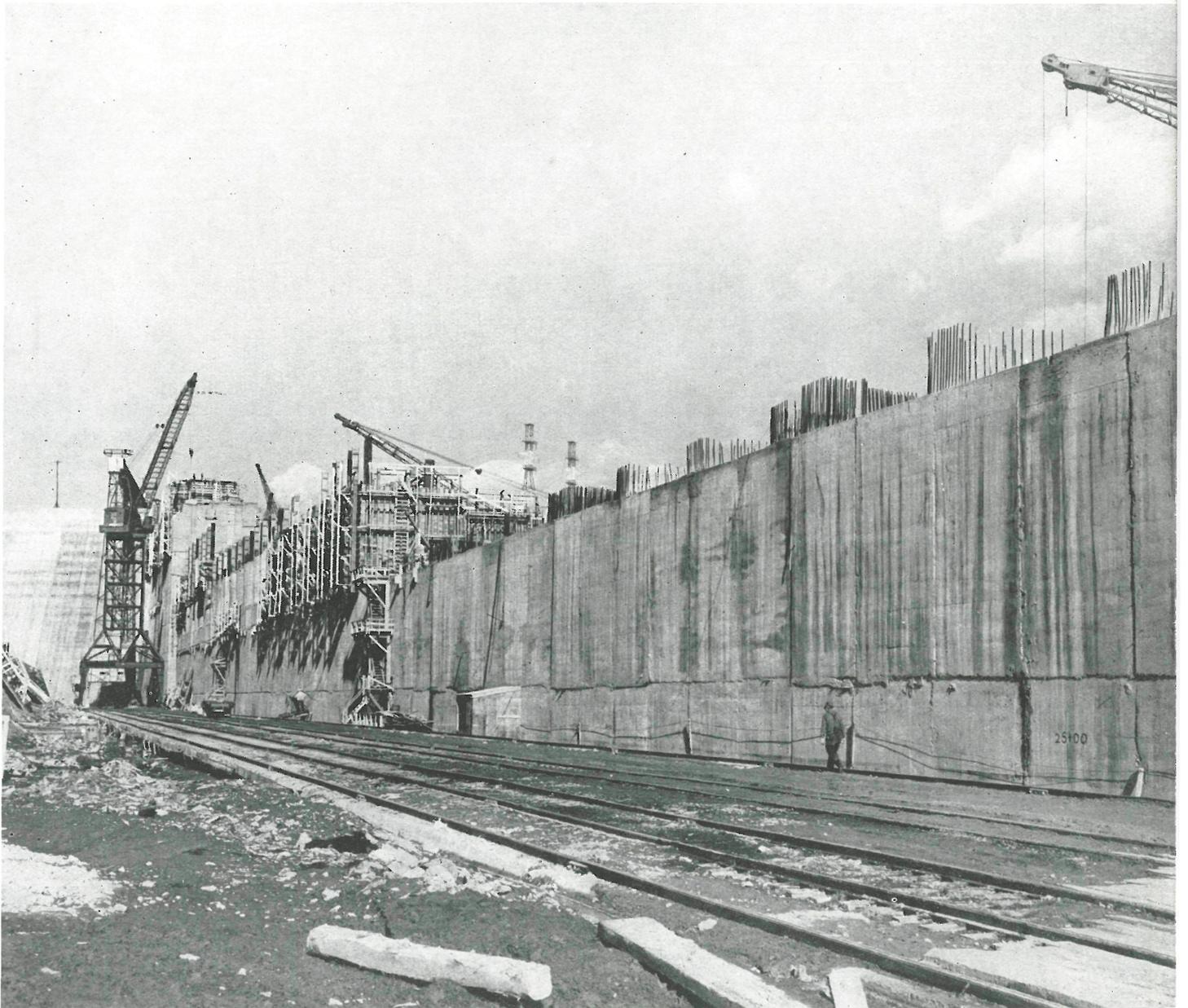
El procedimiento general empleado en la construcción de las presas, ha sido el de construir en seco por medio de ataguías de tablestacas formando unidades cilíndricas contiguas y, además, proceder por fases sucesivas. Es decir, construir primero un trozo de presa; derivar las aguas después a través del aliviadero y compuertas del trozo previamente construido, y proceder a la ejecución del siguiente por medio de otra ataguía.

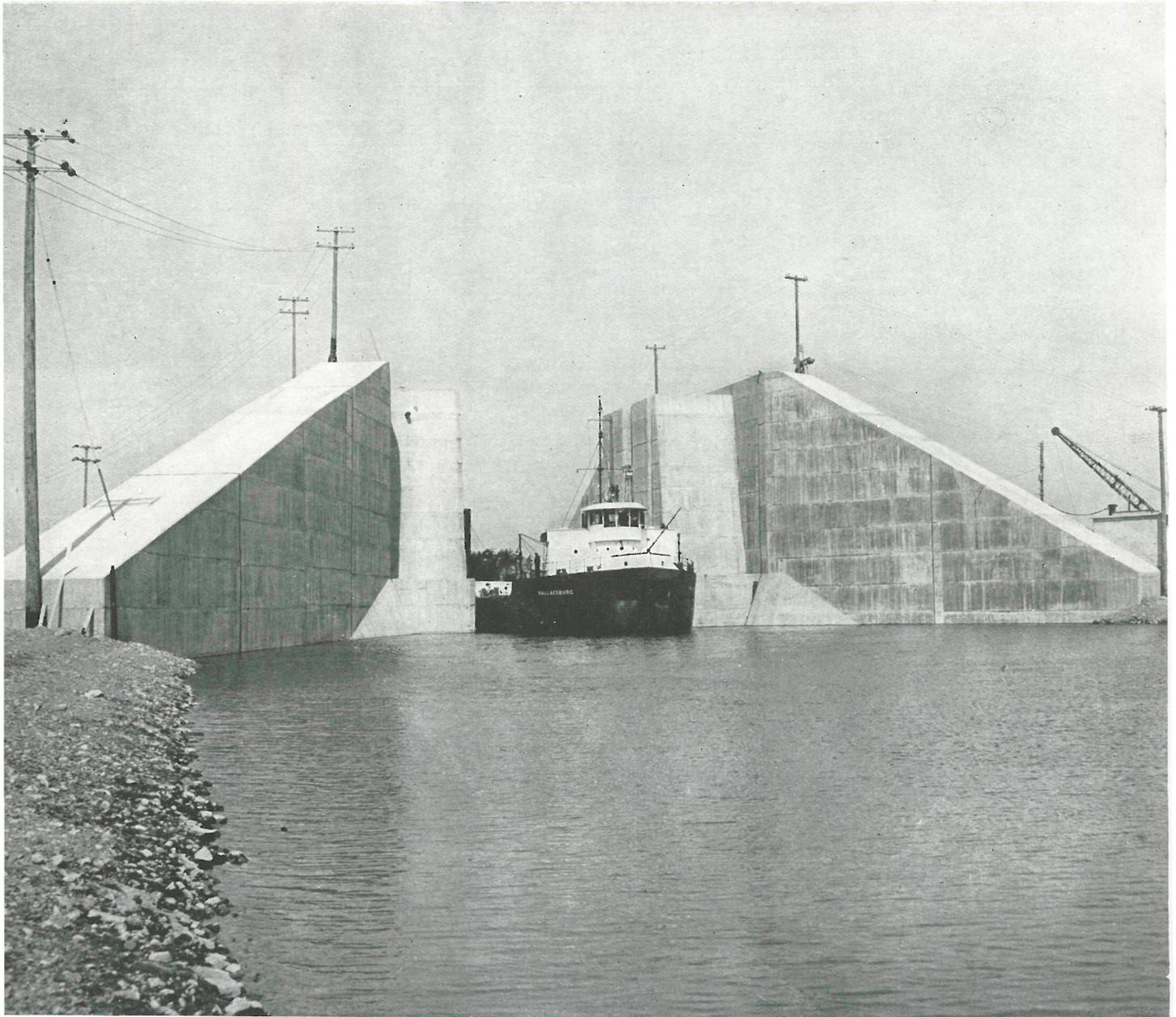


construcción

• Corrección de márgenes del río.

La presa internacional en construcción, vista desde aguas arriba (Canadá).





Como, dada la gran envergadura de la obra, el tiempo material de ejecución era de gran consideración, en la presa internacional se viene trabajando en forma continua e ininterrumpidamente durante las veinticuatro horas del día, para lo que ha sido necesario instalar un potente equipo de alumbrado artificial.

En la construcción de esta importante central, los métodos constructivos no son los mismos, ya que la parte correspondiente a los EE. UU. difiere de los procedimientos empleados por los canadienses.

La realización total de este proyecto requerirá cantidades enormes de toda clase de materiales, transportes, maquinaria auxiliar, equipo para la central y dinero. El coste aproximado de las obras de mejora de la navegación fluvial es de 16.000 millones de pesetas; y el de la presa y central, de 24.000 millones de pesetas.

J. J. U.