

531 - 56

# **las presas de GLEN CANYON y FLAMING GORGE**

**D. L. GOODMAN**  
*ingeniero del Bureau of Reclamation*

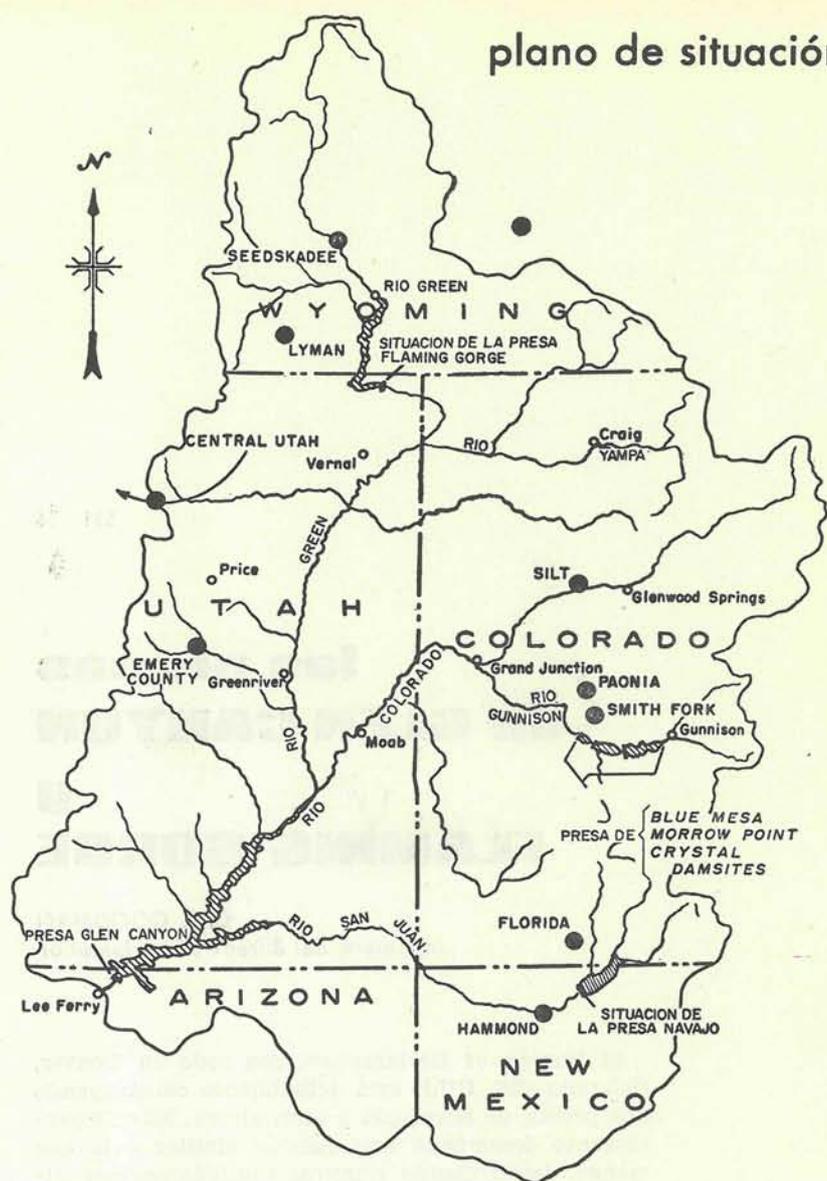
El Bureau of Reclamation, con sede en Denver, Colorado (EE. UU.), está actualmente construyendo dos presas, de hormigón y gran altura. Este Departamento desempeña una función similar a la que vienen desarrollando nuestras Confederaciones hidrográficas nacionales. Las dos presas son: la de Glen Canyon, de 216 m de altura, y la de Flaming Gorge, de 153, que son las más importantes en cuanto a almacenamiento y reserva se refiere.

El aprovechamiento del alto Colorado comprende una extensa cuenca de la zona occidental del país, a la que se la ha denominado "La última frontera de América". Se halla situada entre los meridianos 106 y 112, y comprende amplios valles, acantilados y montes transversales que interceptan las dos divisorias: Rocky Mountains y Wasatch Mountains, en Utah.

La cuenca del alto Colorado, con una superficie de 280.000 km<sup>2</sup>, se extiende sobre los Estados de Colorado, Utah y Wyoming, y aunque en menor extensión, en Nuevo México y Arizona.

Aunque esta zona tiene gran parte de superficies desérticas, con menos de 250 mm de lluvia anual, posee un gran potencial agrícola, industrial y recreativo.

## plano de situación



El 90 % del uranio nacional corresponde a esta zona, y el 30 % de cobre y el 90 % del petróleo procedente de la destilación de pizarras de esta región. La riqueza minera de esta región es muy importante. El tramo superior de esta cuenca, de ríos de aguas claras, truchas, lagos y bosques, esperan de medios de acceso para que los americanos puedan disfrutar de ellos.

El proyecto de aprovechamiento de esta zona constituye la llave que ha de abrir al público estos tesoros. Este proyecto, aprobado en 1956, comprende cuatro presas: Glen Canyon, en Arizona; Flaming Gorge, en Utah; Navajo, en Nuevo México, y Curecanti, en Colorado. La ejecución de estas presas se haya actualmente en construcción. Los saltos de Glen Canyon, Flaming Gorge y Curecanti se dotaron, en conjunto, de una potencia de 1.200.000 kW. Además de estos proyectos, se han previsto otros nueve para irrigación. Los proyectos de irrigación interesan a unos 140.000 Ha de terreno que será puesto en regadío.

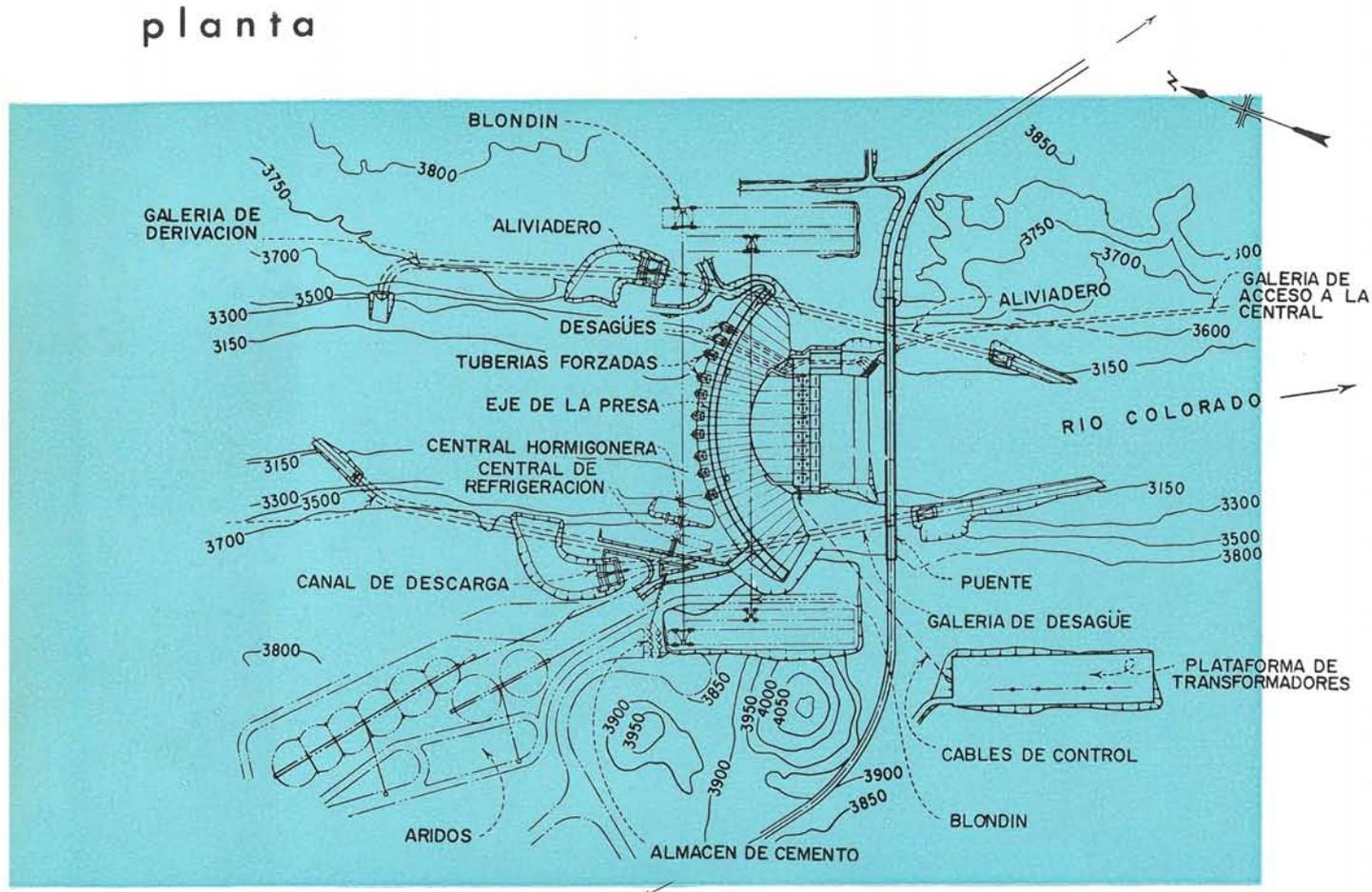
Con este proyecto, además del aprovechamiento, se regularán los caudales previstos para el tramo superior y para el inferior del río. La mayor parte de la energía que de este proyecto ha de obtenerse correrá a cargo de los saltos de Glen Canyon y Flaming Gorge.



## Glen Canyon

El objeto de esta presa es el de generación de energía, regulación del régimen del Colorado, retención de acarreos, pesca y conservación de la fauna salvaje animal.

# planta



La presa, actualmente construída en un 60 % de su volumen total, se halla situada en una zona desértica, a unos 19 kilómetros del límite de los Estados de Arizona y Utah.

El vaso cerrado está constituido por un acantilado que se levanta abruptamente a partir del lecho del río, con paramentos casi verticales, a una altura de unos 200 metros.

La estructura de la presa es un arco de 470 m de longitud en coronación, con un volumen de 3.600.000 m<sup>3</sup> y una anchura máxima en la base de 103 m. El embalse formado con ella retendrá hasta 34.524 Hm<sup>3</sup> y se extenderá unos 290 km aguas arriba de la presa. El lago artificial así formado será una atracción para los pescadores.

Esta obra, empezada en 1957, y cuyos trabajos se cree terminarán en 1964, tendrá una central con 900.000 kW de potencia instalados. Su presupuesto, de 107 millones de dólares, es el mayor de los emprendidos por el Bureau of Reclamation hasta la actualidad.

Los materiales empleados en la construcción alcanzan valores extraordinarios. Para enfriar el hormigón y absorber el calor de fraguado se dejaron, en total, unos 1.400 km de longitud de tubo embebidos en el hormigón, por los cuales circulará el agua de refrigeración.

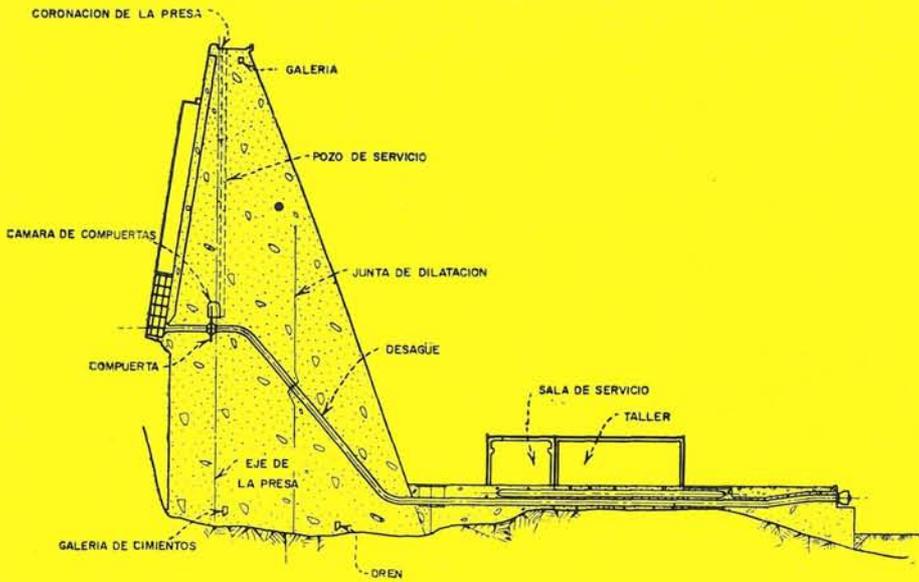
En una primera fase se derivó el río a través de un túnel, de 12,5 m de diámetro, que se utilizará una vez terminada la presa y, en su parte de aguas abajo, para servir de desagüe del aliviadero; se prepararon las ataguías y ciemientos y todo se dejó listo para empezar a hormigonar la central. La altura de la presa actualmente es de 100 m y se hormigona a una cadencia de 30.000 m<sup>3</sup> por semana.

El hormigón se coloca por tongadas de 2,15 m de espesor dentro de bloques de forma prismática triangular, el mayor de los cuales tiene 17×58 m en la parte de aguas abajo y de 21×54 m en la de aguas arriba. Las juntas de dilatación se cierran después, con objeto de asegurar el monolitismo y una buena distribución de fuerzas. Para inyectar estas juntas se han dejado tubos en los bloques adyacentes.

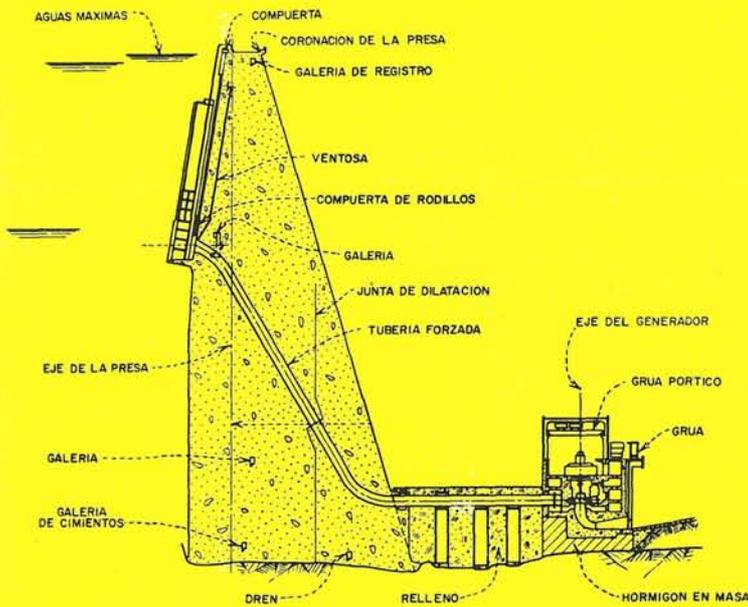
La maquinaria auxiliar empleada por la contrata se eleva, en valor, a unos 10 millones de dólares. Se ha concedido gran importancia a la colocación del hormigón. Para la preparación del hormigón se ha instalado una central hormigonera, que se cree es la mayor en su género, empleada en la construcción de presas.

# secciones

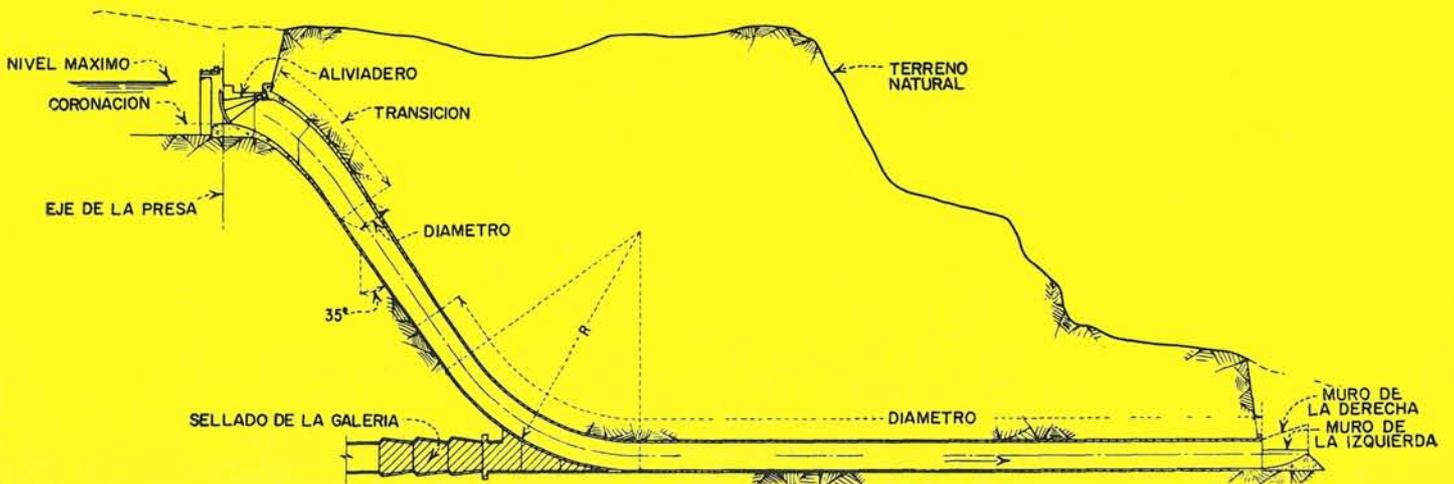
## por aliviadero

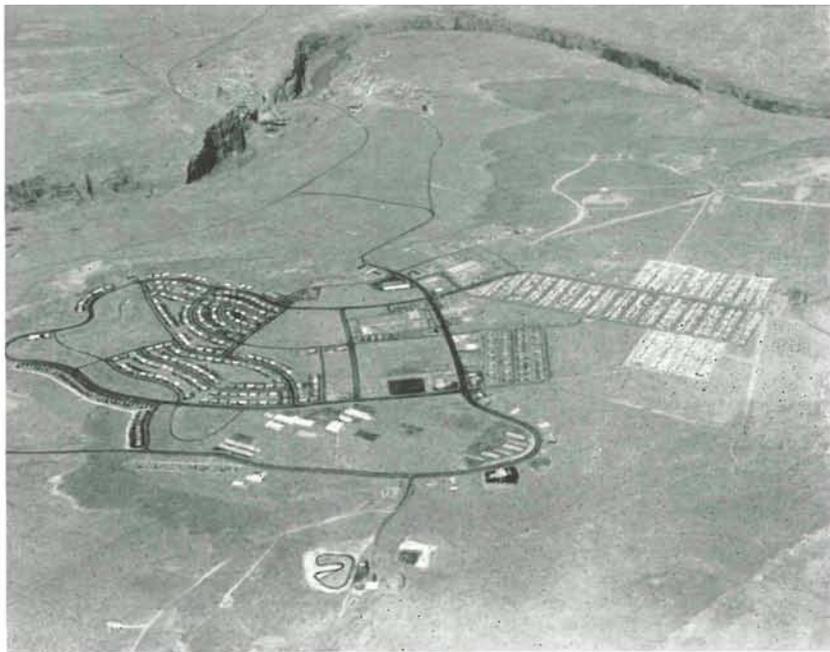


## por tubería forzada



## por aliviadero de superficie

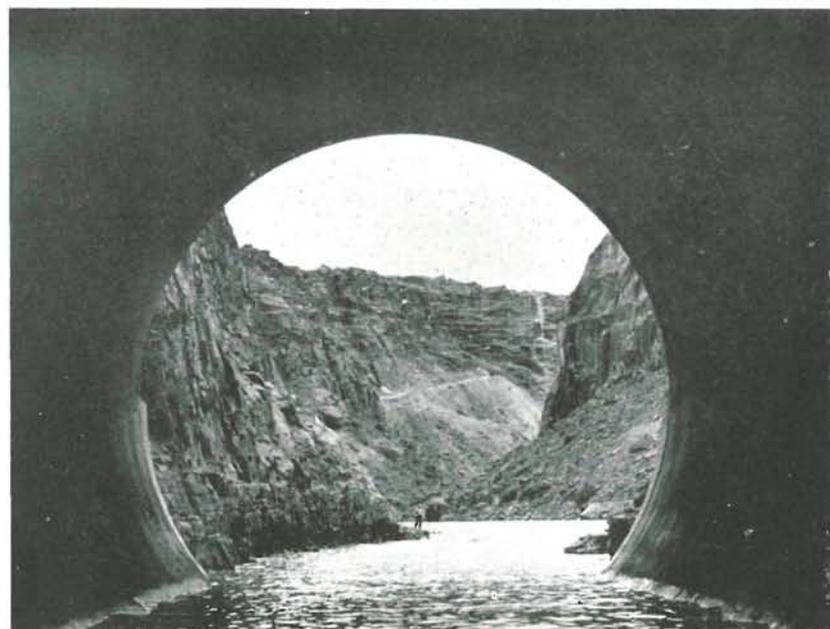
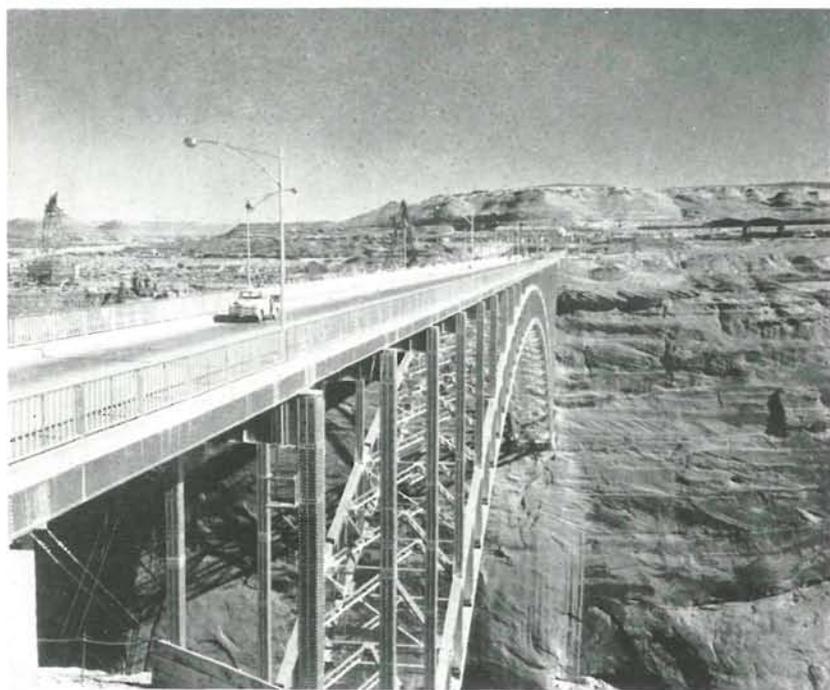




Poblado construido.

Puente de acceso.

Galería de derivación.



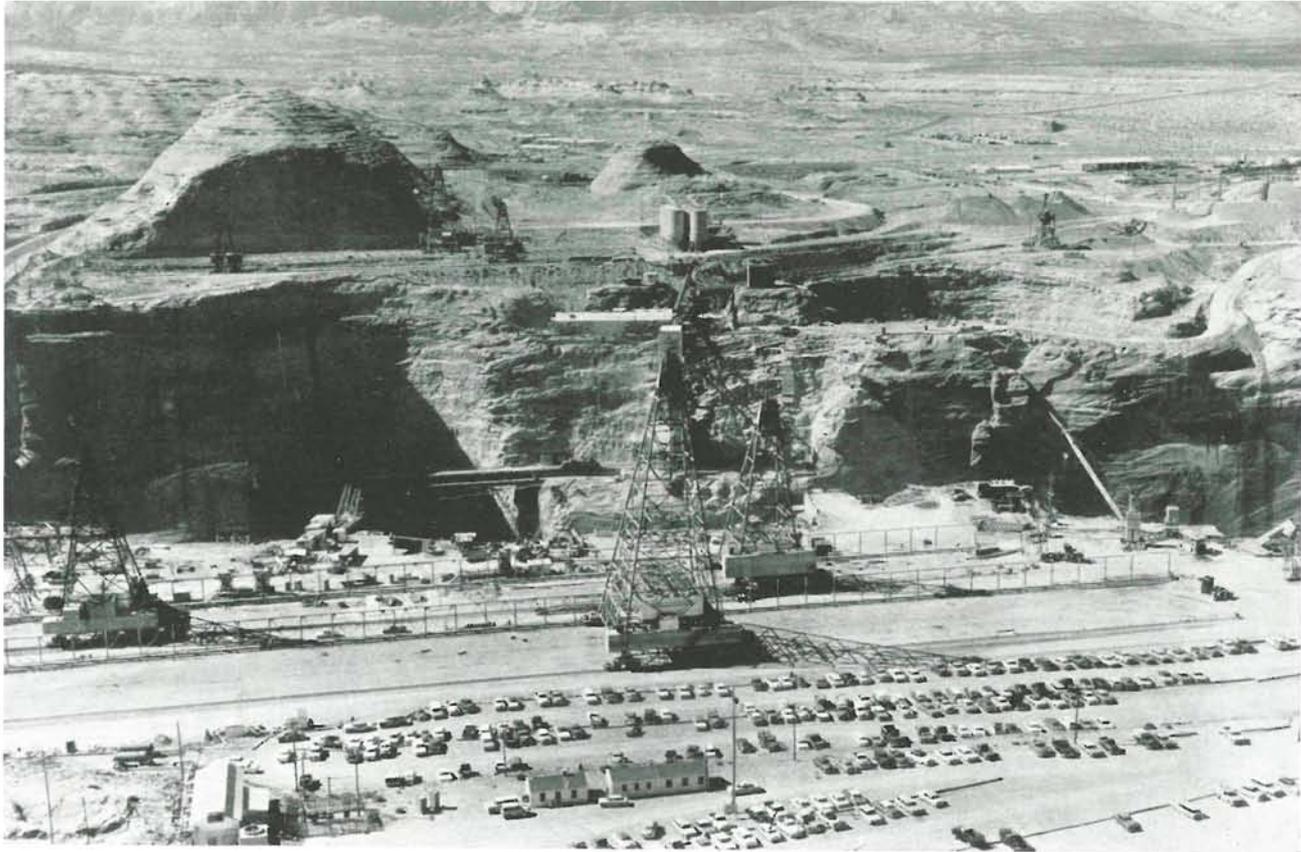
La central cuenta con seis hormigoneras que proporcionan una producción total de  $360 \text{ m}^3$  por hora. De la hormigonera pasa el hormigón a tolvas, y de éstas a unos vagones que suministran a los cazos de  $9 \text{ m}^3$  de capacidad del blondín. Este tipo de cazos son los de mayor volumen empleados por el Bureau of Reclamation. Para la colocación del hormigón se utilizan tres blondines. Si dos de éstos trabajan acoplados, pueden sustentar una carga de 100 toneladas. La longitud del blondín principal es de 625 metros. El cable tiene 100 mm de diámetro, pesa 60 kg por metro con una capacidad de 880 toneladas y trabajando a 320 toneladas.

El hormigón se enfría antes y después de colocado. La temperatura del hormigón varía de 4 a  $10^\circ \text{C}$  al colocarlo aunque la temperatura ambiente en la presa llega hasta  $43^\circ \text{C}$  en el verano. Para asegurar estas temperaturas bajas se riegan los áridos con agua helada durante su transporte a los depósitos donde se continúa la refrigeración por medio de corrientes frías de aire. La temperatura del hormigón se reduce al añadir agua fría en la hormigonera. La post-refrigeración se continúa por medio de los tubos embebidos en el hormigón lo que permite absorber el calor desprendido al iniciarse la hidratación del cemento.

Para el proceso de refrigeración se ha instalado una planta de frío con una capacidad de 4.000 toneladas de hielo por día.

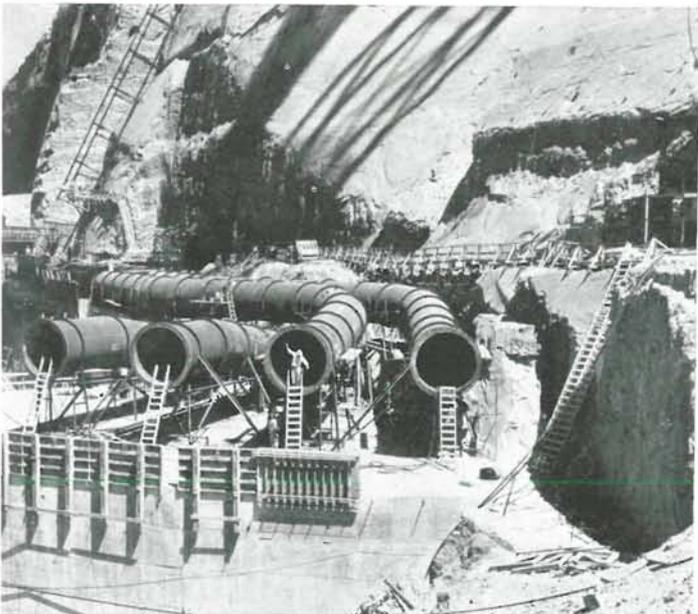
La central dispondrá de 112.500 kW de potencia en los generadores y de 155.500 HP por turbina. Cada turbina se alimentará con una tubería forzada de 4,60 m de diámetro. Como es natural, se está construyendo un puesto de transformación y arranque de líneas de transporte de la energía.

Como canales de descarga se están construyendo dos túneles, uno a cada lado de la presa; estas galerías tienen 12,50 m de diámetro. La capacidad máxima del aliviadero es de  $76.000 \text{ m}^3/\text{s}$ . Con otros recursos adicionales, este último valor se puede elevar a  $85.000 \text{ m}^3/\text{s}$ . Estos recursos están constituidos por cuatro tuberías metálicas de 2,40 m de diámetro que derivarán el agua en tiempo de crecidas

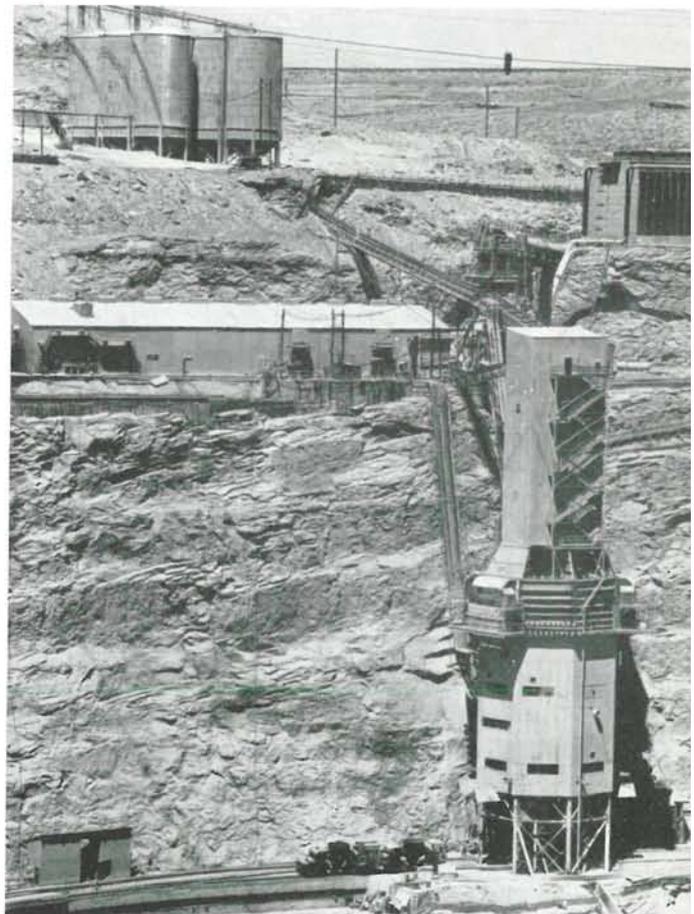


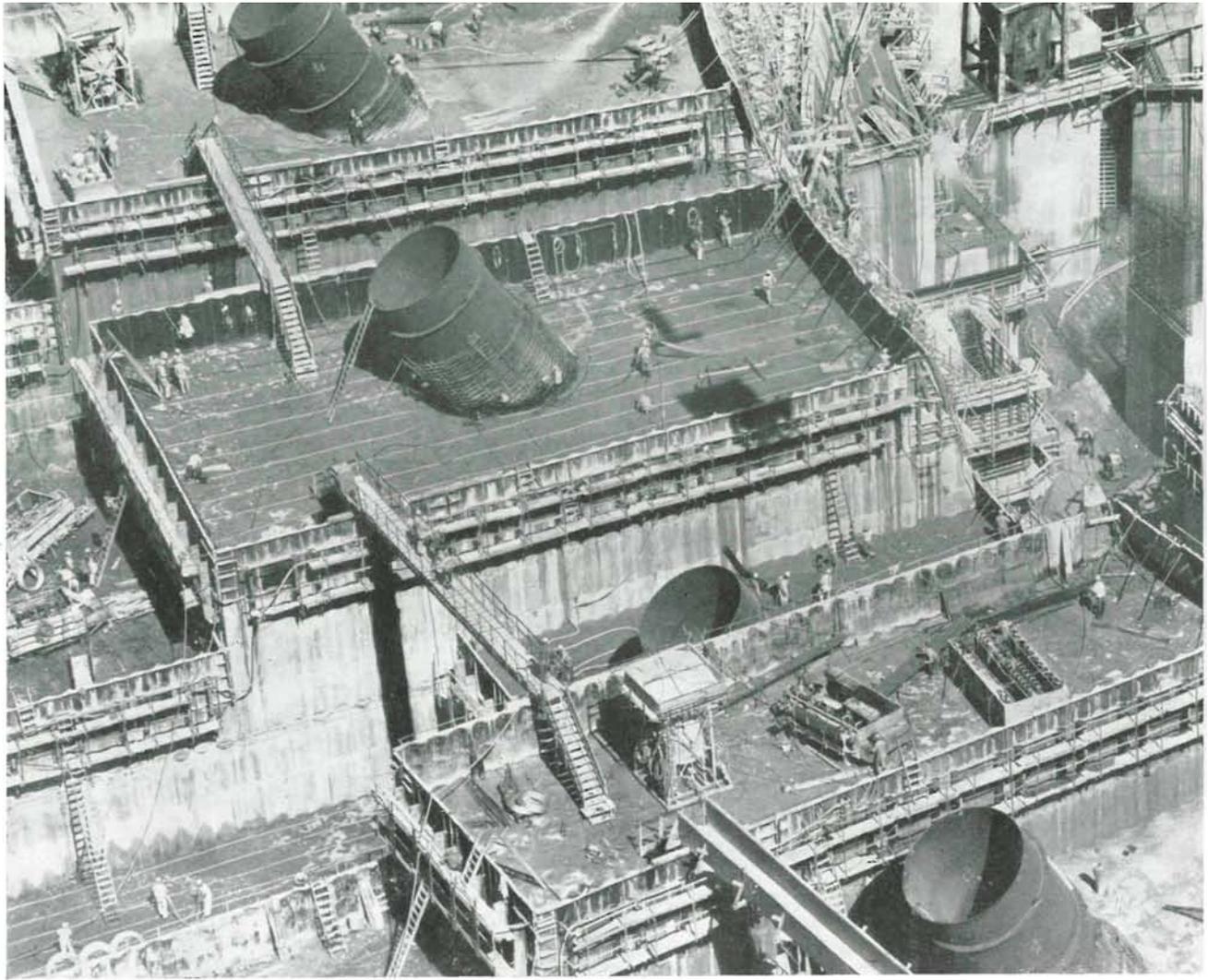
Fase inicial de trabajos.

Al iniciarse los trabajos, la situación de la presa en una zona desértica, creó el grave problema de accesos, campamentos, etc. Aunque el cañón tiene 365 m de luz, antes de iniciarse la construcción de la presa era preciso recorrer 360 km para ir de una margen a otra del cañón. La presa está situada a 210 kilómetros de la estación fe-



Tuberías forzadas.  
Hormigonera.





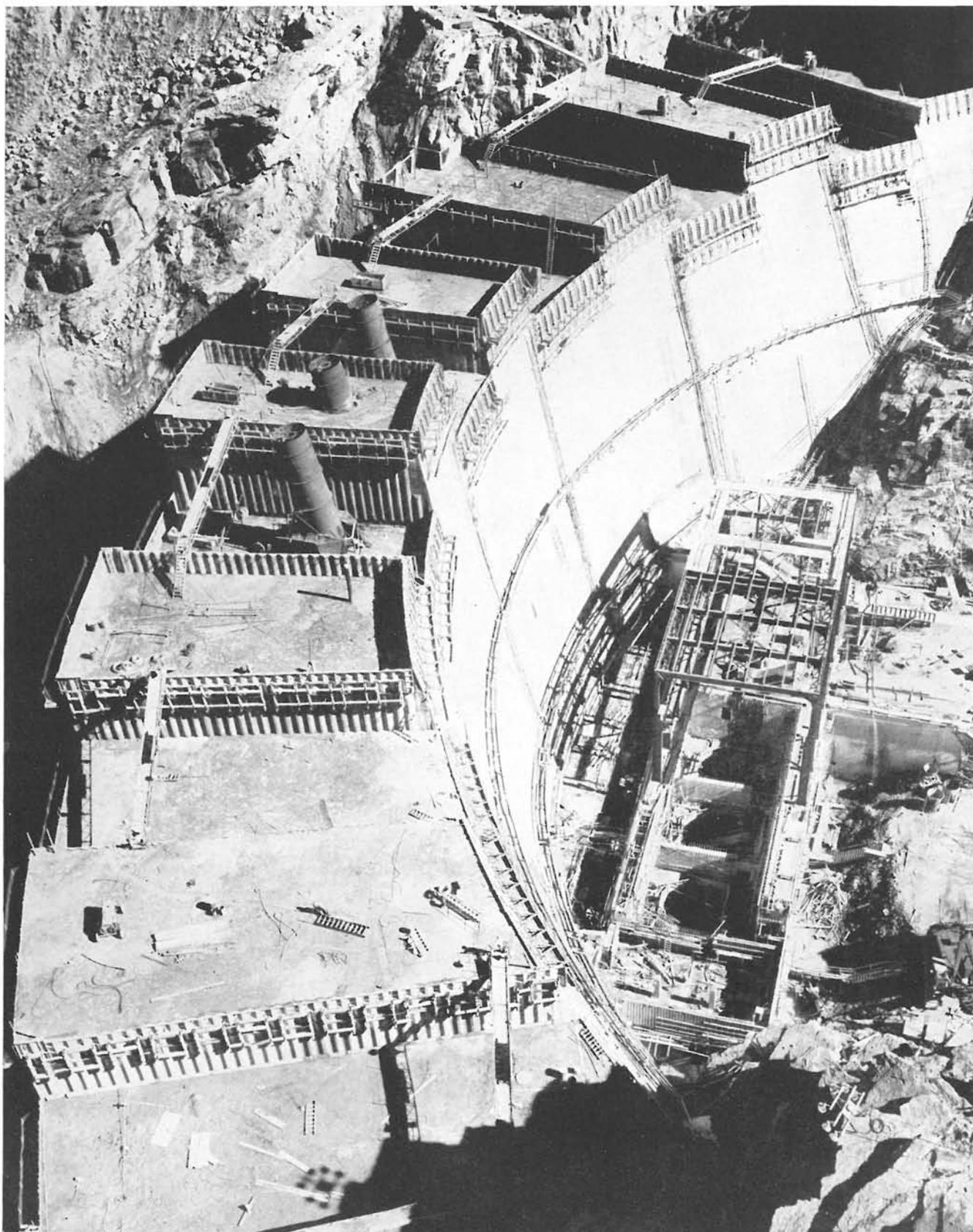
roviaria más próxima y a 130 km del pueblo más próximo. Actualmente, estos problemas de acceso se han resuelto mediante la construcción de carreteras al objeto apropiadas, que se unen con la red nacional de caminos.

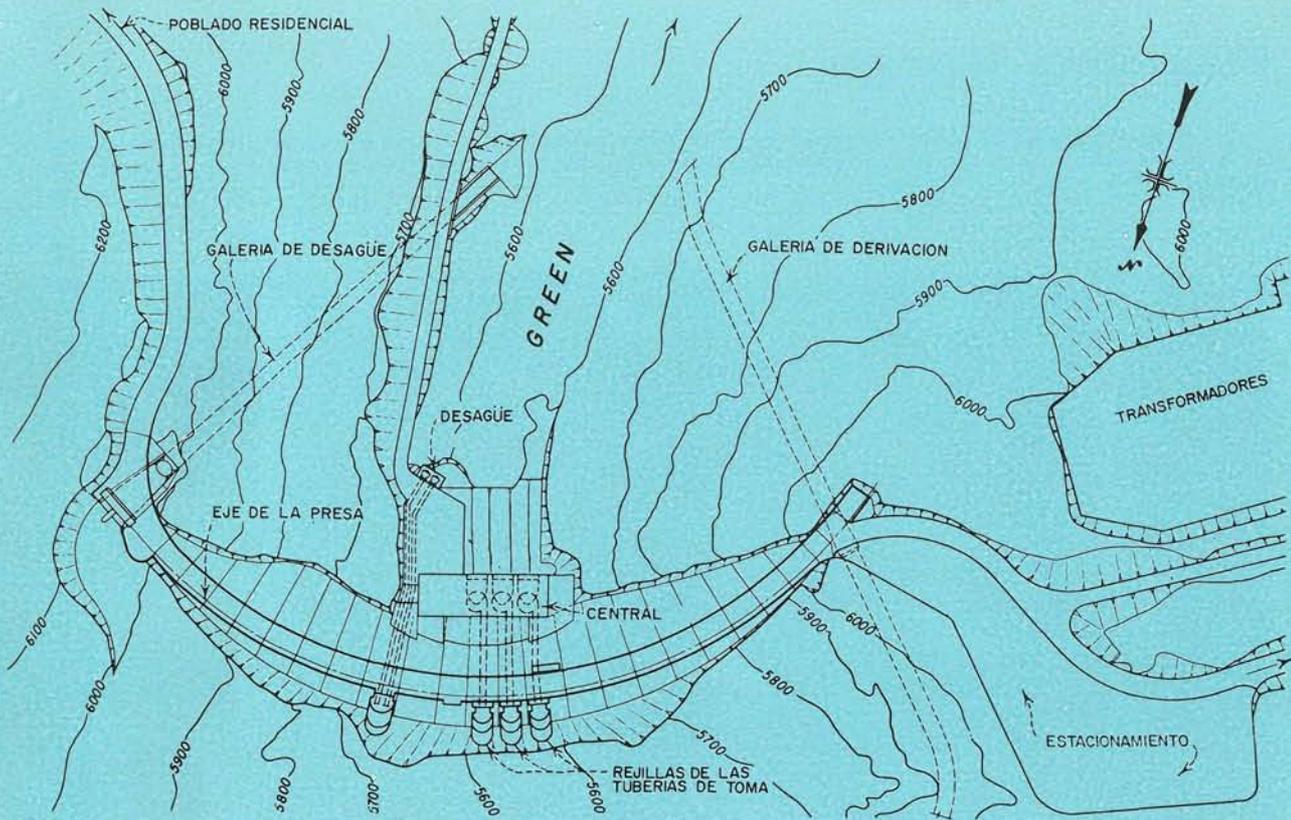
Para salvar este cañón se ha construido un puente, de arco, de un solo tramo, con 9 m de calzada de hormigón y dos andenes de 1,20 m cada uno. Este puente se puso en servicio en febrero de 1959.

Al iniciarse el estudio de la presa, los únicos habitantes del lugar consistían en una familia de un indio nómada de los llamados Navajo. Actualmente, existe un pueblo llamado Page, de Arizona, que cuenta con 6.000 habitantes. En este lugar han fijado su residencia el contratista y los representantes del Bureau of Reclamation. Cuando la presa se ponga en servicio será el lugar donde residirá el personal de servicio y conservación de la presa y central. En las proximidades del pueblo se ha construido una pista de aterrizaje, alcantarillado, traída de aguas, una instalación de depuración de aguas, residencias, hospital y escuelas.

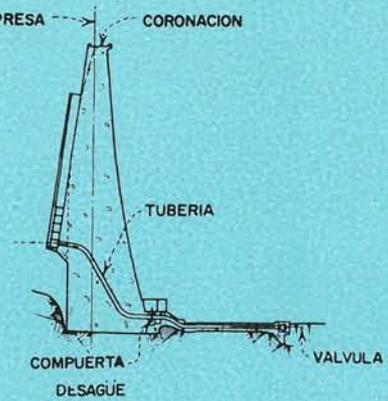
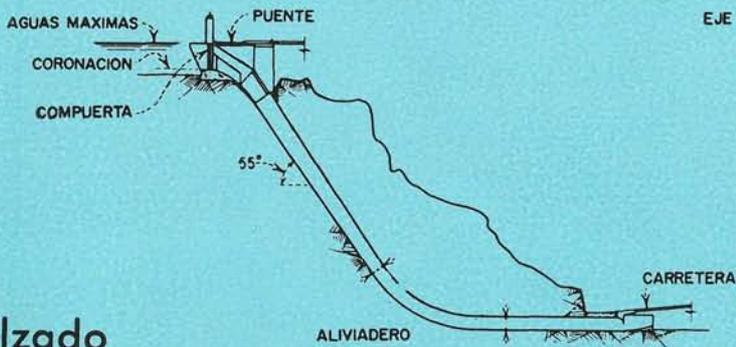
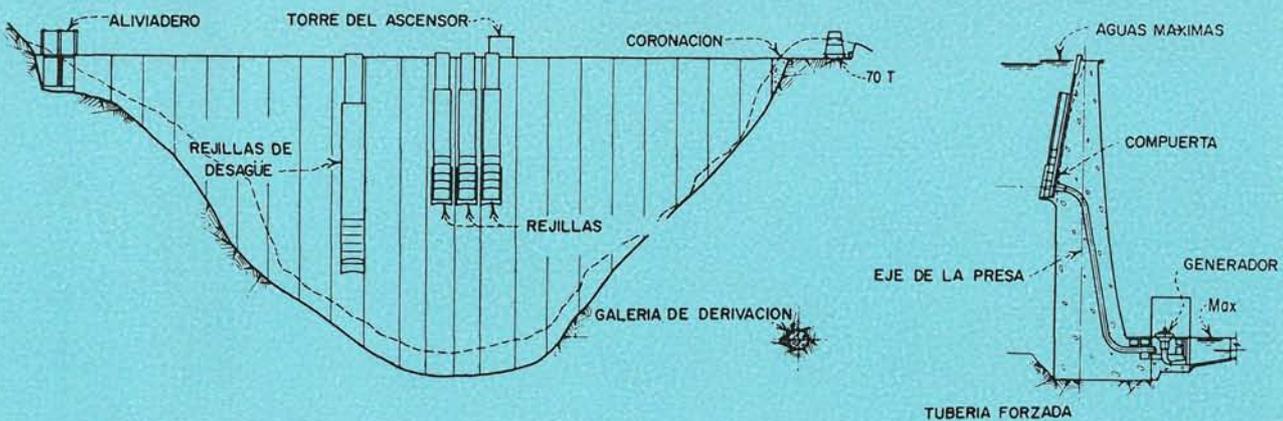
# Flaming Gorge

La construcción de la presa Flaming Gorge se halla actualmente en un estado muy avanzado de su terminación. Hasta la fecha se han colocado unos 350.000 m<sup>3</sup> de hormigón, con lo que se ha logrado una altura de 74 m respecto a cimientos.

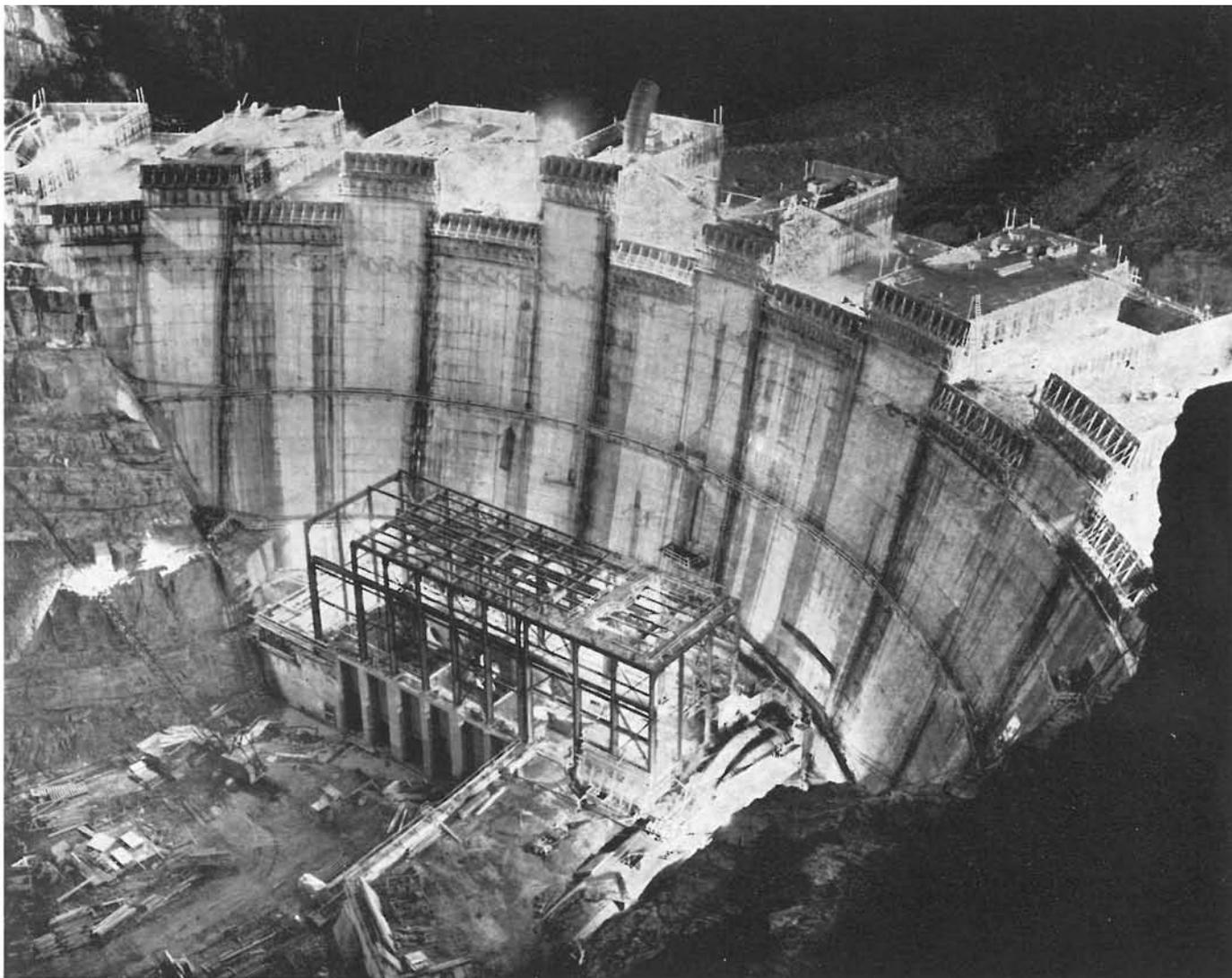




planta



alzado  
y secciones



Esta presa, que aprovecha las aguas del río Green, afluente principal del Colorado, se halla situada a unos 30 km del límite de los Estados de Utah y Colorado. El embalse que se formará retendrá 4.500 Hm<sup>3</sup> de agua, y el remanso se extenderá 146 km aguas arriba de la presa.

La misión de este embalse es la de regular el régimen del río, obtener una nueva fuente de energía eléctrica y conservar la caza y pesca de esta región. La presa cierra un cañón acantilado de unos 180 m de profundidad en una zona selvícola.

Esta obra, que una vez terminada tendrá una potencia instalada de 108.000 kW, cuenta con un presupuesto de ejecución de 29 millones de dólares, habiéndose previsto su terminación para el año 1963.

La estructura de la presa está constituida por un arco de 182 m de altura, 350 m de longitud en coronación y un volumen de 740.000 m<sup>3</sup> de hormigón. El espesor en la base es de 39 m y de sólo 8,20 m en su parte superior.

Para la derivación de las aguas del río se ha construido una galería, de 7 m de diámetro, sobre la margen derecha del río. En 1960 se terminaron los trabajos de excavación de cimientos de la presa y central, empezando en septiembre del mismo año el hormigonado de la presa.

Se instaló una central hormigonera con cuatro mezcladoras. Esta central suministra el hormigón a dos blondines de gran capacidad, con cazos de 6 m<sup>3</sup> que lo transportan y depositan sobre los bloques.

El clima en esta zona es típicamente de montaña, con inviernos severos y frecuentes temperaturas bajas, lo que hace que se tenga que suspender el hormigonado durante cinco meses del año y reducir otras actividades constructivas.

El hormigón se coloca formando bloques, de 15 m de anchura, que se extienden, formando tizón, a todo el espesor de la presa. Las juntas formadas entre bloques se someten después a inyecciones de lechadas de cemento, consiguiéndose un monolitismo al que contribuyen la trabazón que ejercen las llaves en ellos dejadas. Las tongadas de hormigón fresco tienen 2,25 m de espesor.

Con objeto de enfriar el hormigón al empezar a fraguar se han embebido redes de tuberías de 26 mm de diámetro, a través de las cuales corre el agua que, por medio de bombas, se obtiene del río.

La refrigeración por circulación de agua fría por el interior de estas redes de tubos se mantiene por espacio de doce días a partir del momento de la colocación del hormigón. Se calcula que se necesitarán unos 240 km de tubería para estas atenciones. El enfriamiento inicial se mantiene, siempre con agua del río, hasta que la temperatura del hormigón es de 3° C. Al llegar a esta temperatura se procede a inyectar las juntas entre bloques. El enfriamiento se va realizando por tramos de 18 m de altura. Una vez lograda la temperatura de 3° C, y ya inyectadas las juntas, se procede a llenar los cubos con una lechada de cemento.

En la central de esta presa se instalarán tres grupos con generadores de 36.000 kW de potencia y turbinas de 50.000 HP, estos grupos serán alimentados por tuberías forzadas de 3 m de diámetro.

La central de pie de presa está constituida por una estructura, de hormigón armado, de 67 x 30 m en planta y 35 m de altura respecto a cimientos. Como en el caso de Glen Canyon, esta obra se construirá en dos fases: una para la presa y otra para la central y obras complementarias.

En la zona del estribo de la margen izquierda se ha habilitado una galería que trabajará como canal de dos cargas. Esta galería tiene un diámetro variable de 8 m en el portal de aguas arriba a 5,50 m en el de aguas abajo y una capacidad de desagüe de 800 m<sup>3</sup>/s. También, como desagüe, se han previsto dos tuberías metálicas: una de 1,9 m de diámetro y otra de 1,70 m. En las extremidades de aguas abajo de estas tuberías se han montado las compuertas que regulan el caudal. La longitud total de estas tuberías es de 120 m, y su capacidad de desagüe es de 113 m<sup>3</sup>/segundo.

Como la presa de Flaming Gorge se encuentra en una zona remota a unos 100 km de distancia de la estación más próxima del ferrocarril, se tuvieron que construir carreteras de acceso y unión con las de la red nacional. Con objeto de realizar cómodamente la construcción y posterior conservación, se erigió una nueva localidad residencial destinada al personal.

Fotografías facilitadas por U. S. BUREAU OF RECLAMATION

