

SALTO DE BAO - PUENTE BIBEY

Prof. Ing. C. C. P. A. DEL CAMPO
Ing. C. C. P. J. M. PEIRONCELY

APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO DEL RÍO BIBEY.

El río Bibey es el afluente principal del Sil, al que se une por su margen izquierda en las proximidades de Montefurado (fig. 1.^a).

Las condiciones del río Bibey y sus afluentes Navea, Jares y Camba, son favorables para la producción de energía eléctrica, pues recogen precipitaciones muy elevadas en sus cuencas de cabecera, recorren en sus cursos medios altiplanicies que permiten establecer embalses reguladores y descienden rá-

10

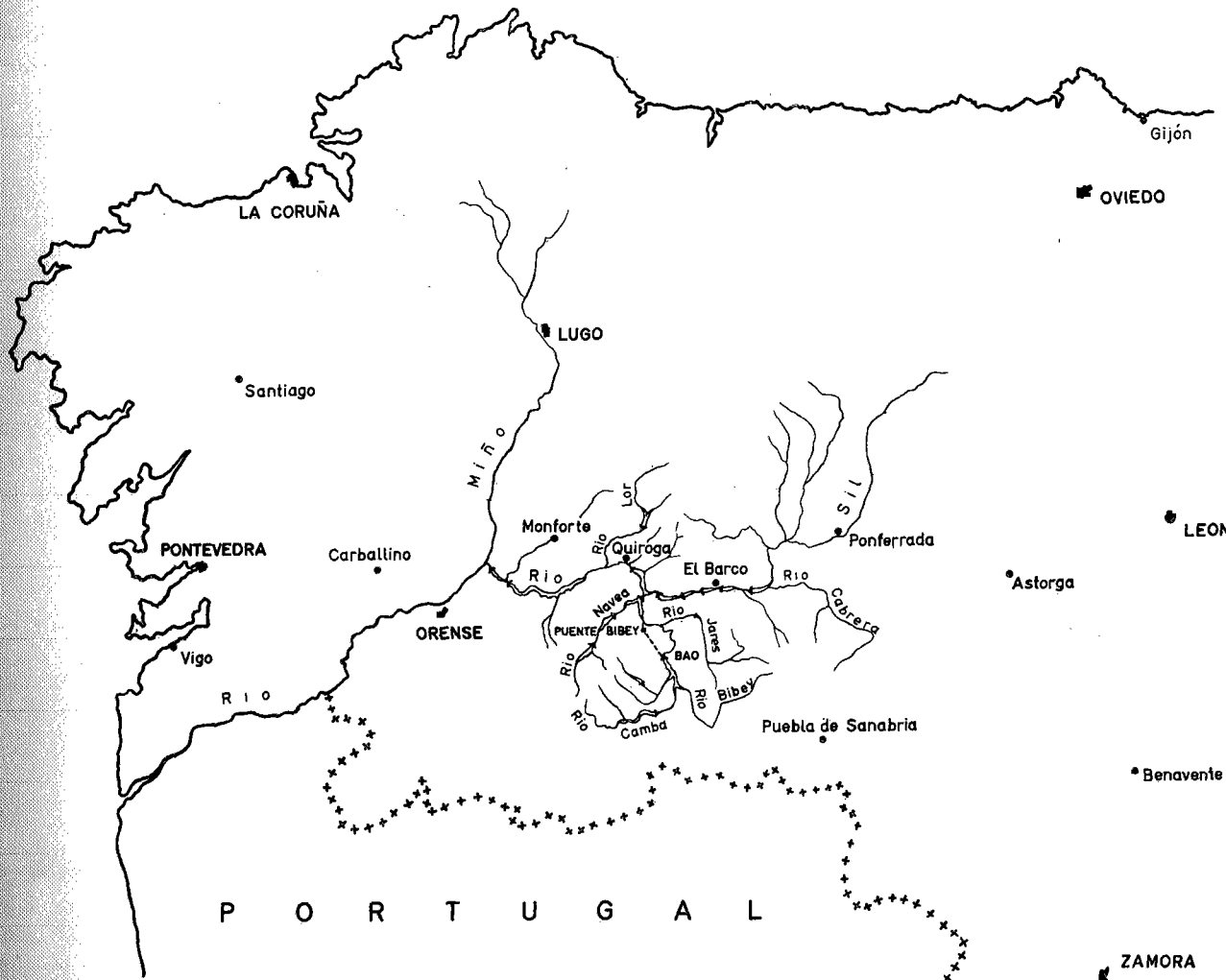


Figura 1.^a

Fig. 1.^a — Planta de situación del aprovechamiento.
Sketch No. 1. — Site plan.

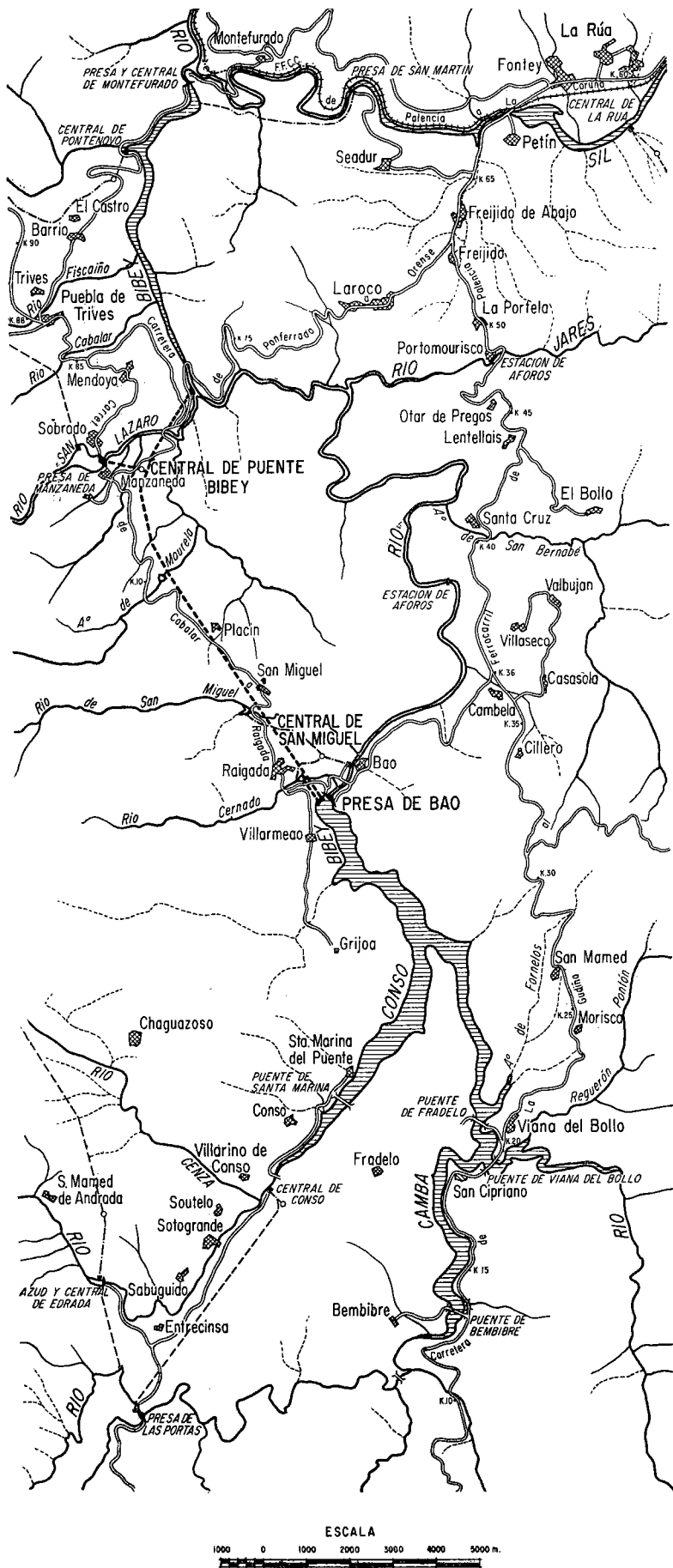


Figura 2.^a

Fig. 2.^a — Planta general del salto.
Sketch No. 2. — General layout of development.

pidamente en sus tramos finales, en los que se han construido saltos, que mediante canales o galerías de presión utilizan grandes desniveles.

Los recursos hidroeléctricos del río Navea, afluente del Bibey cerca de su desembocadura, están ya aprovechados en cuatro centrales propiedad de Saltos del Sil, S. A.

El aprovechamiento hidroeléctrico del resto de la cuenca del río Bibey fué dividido en dos concesiones, correspondiendo a Hidroeléctrica de Montcabril, S. A., la utilización de los cursos altos del río Jares, hasta la cota 525 y del propio río Bibey hasta la cota 652, mientras la concesión a Saltos del Sil, S. A., comprende el aprovechamiento de los tramos inferiores de dichos ríos y el de los afluentes de la margen izquierda del Bibey, ríos Camba, Conso y Cenza.

Saltos del Sil, S. A., tiene también concedido el aprovechamiento hidroeléctrico del tramo inferior del río Sil, del que los saltos de Montefurado, Sequeiros, San Esteban y San Pedro, situados aguas abajo de la desembocadura del Bibey están en explotación. La producción del sistema de Saltos del Sil, S. A., durante el año 1963 fué en conjunto de 1 906 millones de KWh. con una potencia de 409 000 KW.

SALTO DE BAO-PUENTE BIBEY.

El tramo medio del río Bibey, comprendido entre la cota 652 y el nivel máximo del embalse de Montefurado (cota 290) se utiliza en el salto de Bao-Puente Bibey, formado por las siguientes obras (figuras 2.^a y 3.^a).

Presas y embalse de Bao.

Galería a presión entre el embalse de Bao y la chimenea de equilibrio.

Captaciones de los arroyos de La Mourela, La Cea y San Lázaro.

Chimenea de equilibrio.

Tubería forzada.

Central subterránea de Puente Bibey.

Túnel de descarga.

Parque de alta tensión y edificio de mandos.

El embalse de Bao, con una capacidad de 238,3 hectómetros cúbicos, de los que 218,8 Hm.³ son útiles, recoge las aportaciones de una cuenca de 727 Km.² que se incrementa hasta 795 Km.² con la captación de los arroyos Cernado, San Miguel, Mourela, Cea y San Lázaro.

La regulación proporcionada por el embalse de

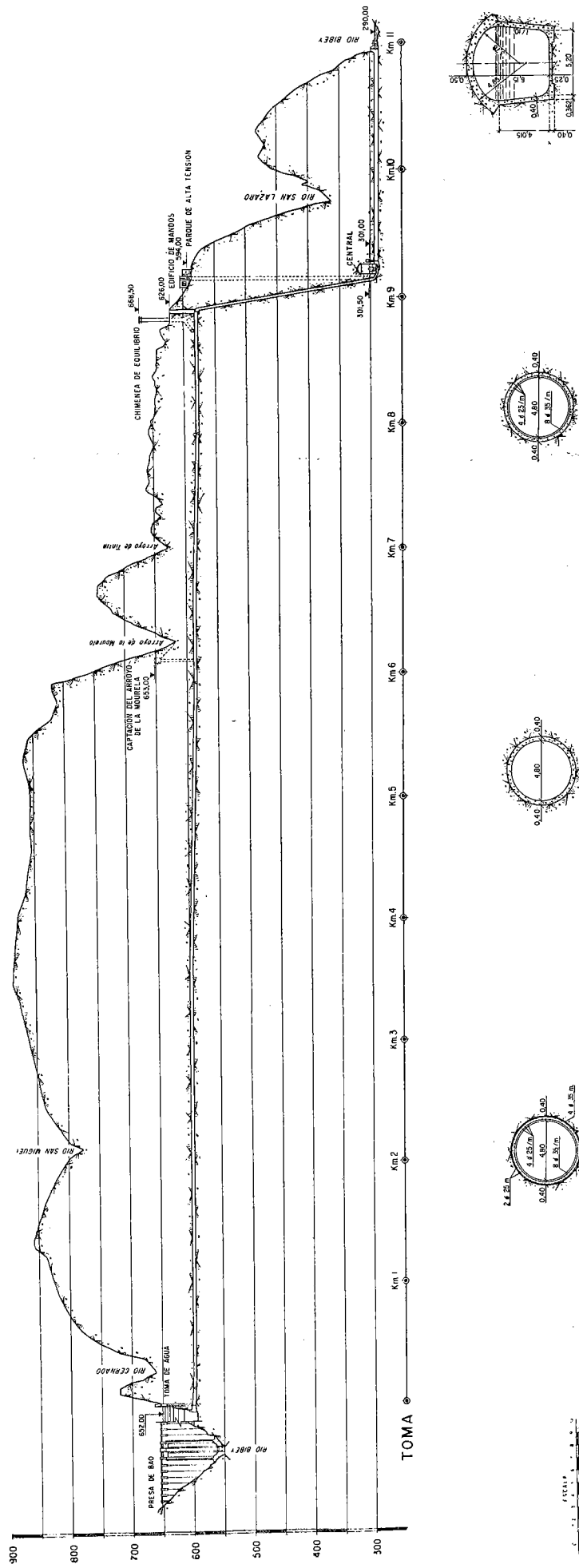


Figura 3.^a

Fig. 3.^a—Perfil longitudinal del salto y secciones de las conducciones. Sketch No. 3.—Longitudinal profile of the development and sections of conduction.



Foto 1.— Presa de Bao.
Photograph No. 1.— Bao Dam.



Foto 2.— Ataguía de la presa de Bao.
Photograph No. 2.— Bao Dam cofferdam.

Bao será en el futuro completada por otros embalses, que se proyectan aguas arriba (especialmente el de Las Portas sobre el río Camba) con los que se podrá llegar a garantizar en el río Bibey un caudal próximo al medio, aun en años secos.

Agua abajo del emplazamiento de la presa de Bao, el río tiene un recorrido sinuoso y una pen-

construir, en el futuro, el embalse de Manzaneda en el río San Lázaro, con una capacidad de 6,4 hectómetros cúbicos y que distará solamente 950 m. de la chimenea de equilibrio.

Es característica fundamental de este aprovechamiento hidroeléctrico de Puente Bibey, el gran volumen de excavaciones subterráneas que ha sido

10

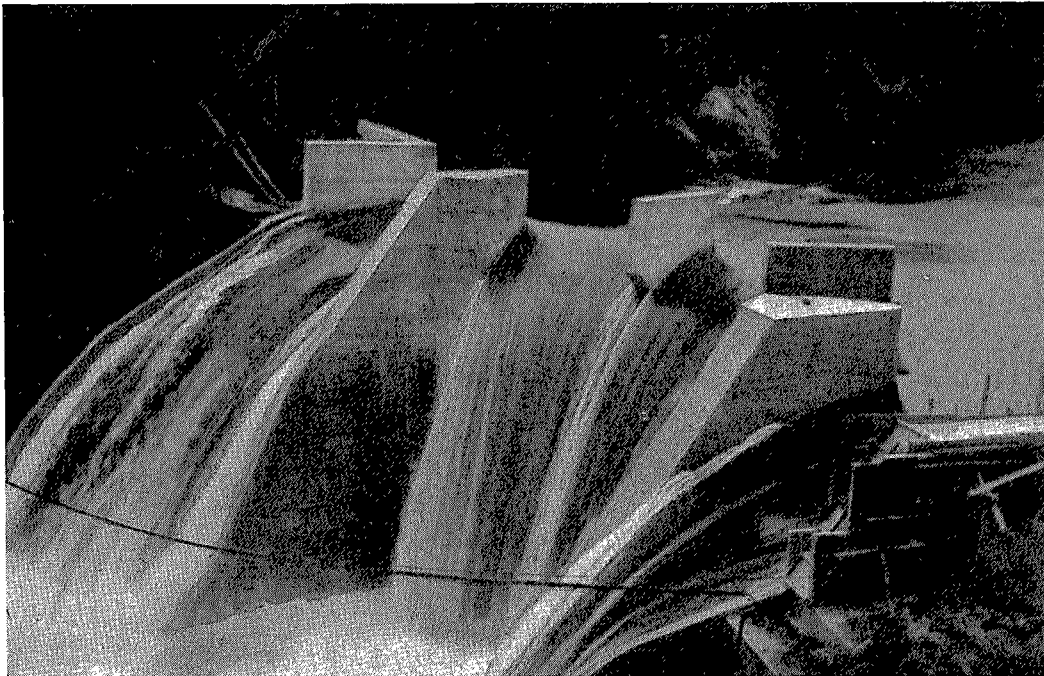


Foto 3.

diente relativamente fuerte, por lo que derivando las aguas del embalse de Bao, por conducciones de unos 11 Km. de longitud, el desnivel creado por la presa, se incrementa con el correspondiente a dicho tramo inferior del Bibey, resultando un desnivel total de 362 metros.

La garantía de caudales proporcionada por el propio embalse de Bao y los que se proyectan aguas arriba y el gran desnivel disponible, poco afectado por la oscilación del embalse, hacen que esta central sea adecuada para suministro de energía en horas punta. En consecuencia, las turbinas se proyectan para absorber aproximadamente cuatro veces el caudal medio anual que afluye al embalse de Bao. Para atender a la regulación diaria se proyecta

preciso realizar, en obras tan diversas como la galería principal, la chimenea de equilibrio, galerías de captación, tubería forzada, central y sus accesos, pozo de cables y canal de descarga, con un volumen total de 500 000 m.³.

PRESA DE BAO.

En la época en que se proyectó este aprovechamiento estaban ya en explotación las centrales de Montefurado, Sequeiros y San Esteban y en construcción la de San Pedro, las cuales utilizaban las aguas del río Sil, prácticamente sin regulación, por lo que era urgente la construcción de embalses reguladores, situados aguas arriba de dichas instala-

Foto 3.—Ataguía durante la evacuación de una avenida.
Photograph No. 3.—Cofferdam, during a hood.

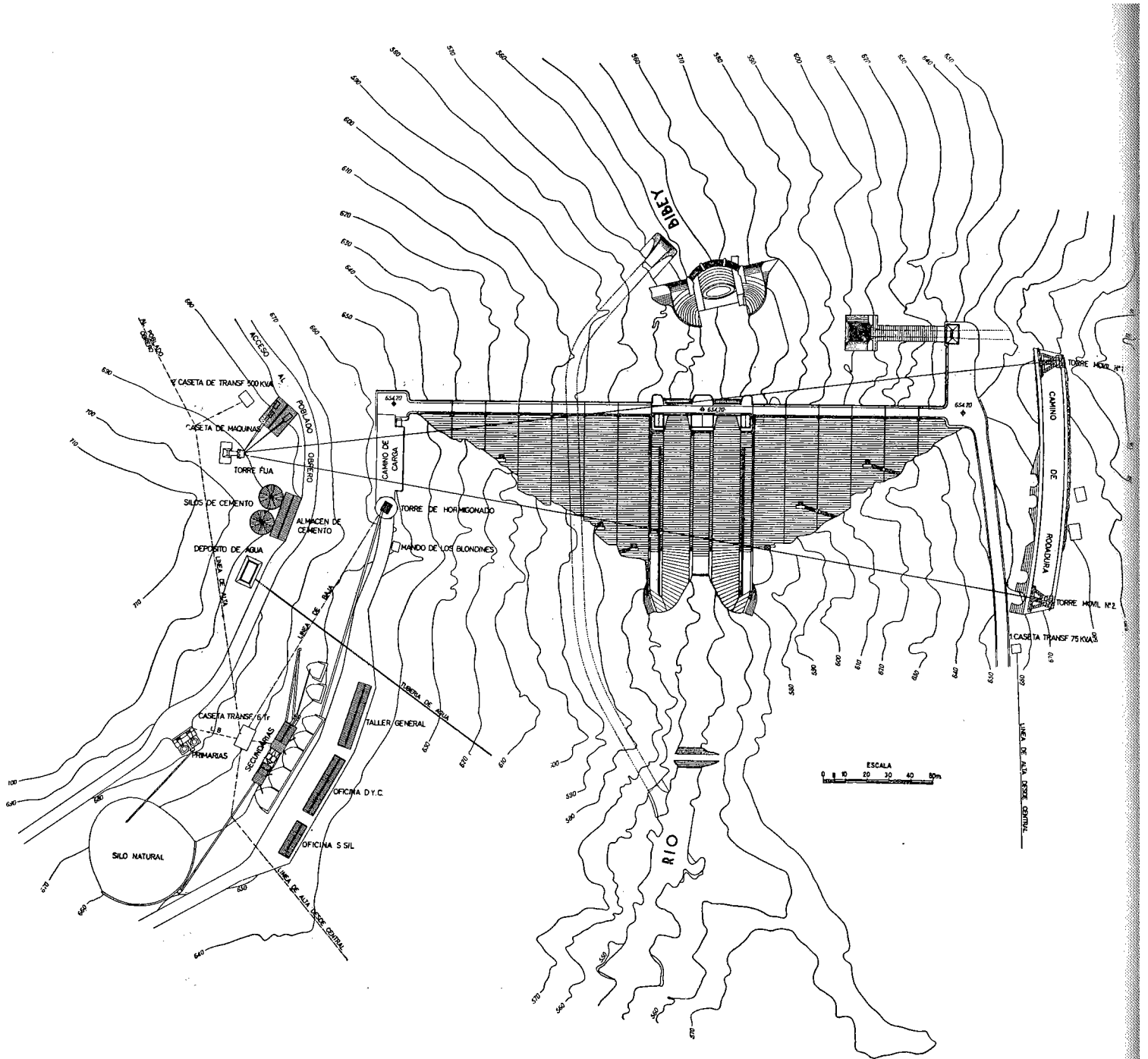


Figura 4.^a

ciones. En consecuencia, se emprendió la construcción de la presa de Bao, antes que las obras restantes del mismo salto y la necesidad de disponer rápidamente del embalse influyó para que se adop-

tase la solución de presa de gravedad, lo que permitió realizar embalses parciales durante el último año de su construcción.

La presa de Bao, cuya planta y perfil se re-

Fig. 4.^a — Planta de la presa de Bao e instalaciones.
Sketch No. 4. — Plan of Bao Dam and installations.

presenta en las figuras 4.^a, 5.^a, 6.^a y 7.^a tiene una altura de 107 m., una longitud de coronación de 257 metros. El volumen de agua almacenado, supone una reserva de energía de 260,7 millones de kW.-hora

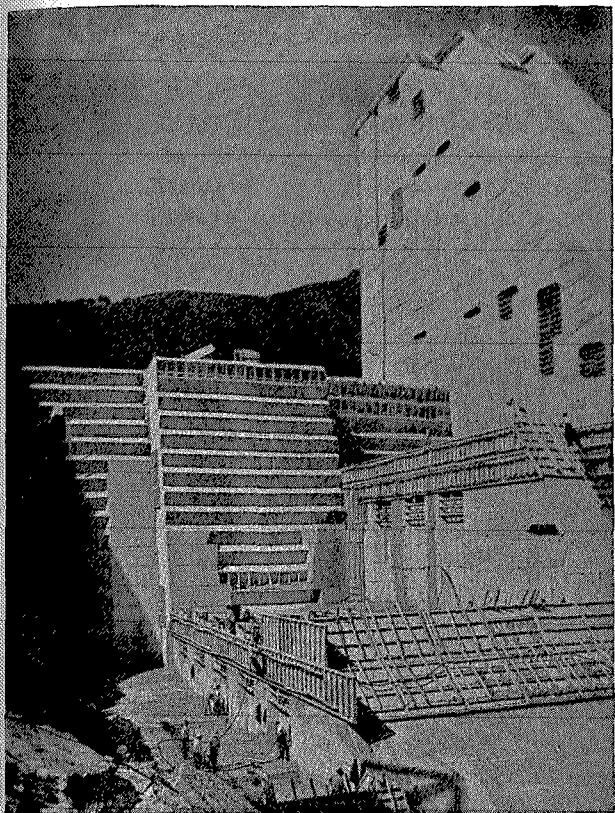


Foto 4.

en la propia central de Puente Bibey y en las situadas en el río Sil aguas abajo de su confluencia con el Bibey.

El aliviadero de la presa de Bao está situado en la parte central de la presa y se compone de dos vanos de 12,50 m. de ancho por 8 m. de altura, cerrados por compuertas de segmento. Los canales de descarga del aliviadero terminan en trampolines de lanzamiento apoyados en las laderas, que arrojan los caudales desaguados al cauce del río, lejos del pie de la presa.

Entre los aliviaderos se sitúan dos desagües de fondo de 1,60 m. de diámetro, cerrados en el paramento de aguas arriba de la presa por compuertas vagón y en su salida por válvulas mariposa (figu-

Foto 4. — Vista de la presa de Bao durante la construcción.
Photograph No. 4. — View of Bao Dam during construction.

Fig. 5.^a — Perfil por el vertedero.
Sketch No. 5. — Profile of Bao Dam from spillway.

ra 6.^a). Desde que el embalse comenzó a prestar servicio en el año 1960, se regulan los caudales por los desagües de fondo, habiéndose comprobado su perfecto funcionamiento.

10

Otros dos desagües complementarios, situados a altura intermedia, lateralmente a los aliviaderos, completan los órganos de desagüe de esta presa, que en conjunto pueden evacuar un caudal de 1 420 metros cúbicos/segundo.

Para restituir el servicio de los caminos inundados por el embalse de Bao ha sido preciso construir 7 Km. de carretera comarcal, 33 Km. de caminos y 9 puentes, algunos de ellos de cierta importancia (fotog. 5.^a).

La presa de Bao fué ejecutada por Dragados y Construcciones, S. A., con las instalaciones que se

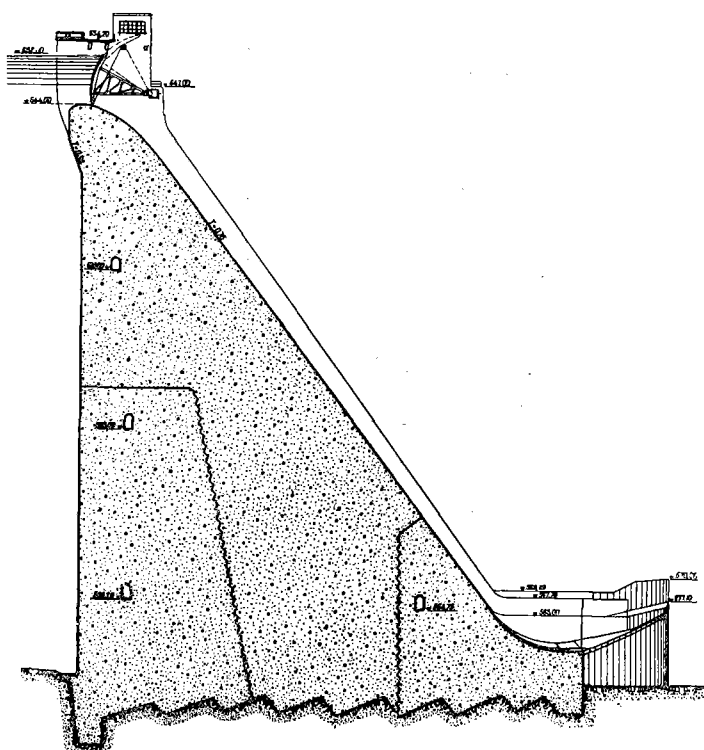


Figura 5.^a

representan esquemáticamente en la figura 8.^a, que fundamentalmente estaban formadas por los siguientes elementos:

Cantera en granito, situada 5 Km. agua abajo de la presa, de la que se extraía la piedra y era trans-

portada en camiones basculantes hasta la instalación de machaqueo, situada en las inmediaciones de la presa.

La instalación de machaqueo prevista para suministrar áridos en cinco tamaños a un ritmo de 60 m.³ de hormigón por hora. Estaba formada por

Se fabricaba el hormigón en tres hormigoneras de 1,5 m.³ de capacidad, alojadas en una torre de hormigonado con dosificación automática.

El hormigón se colocaba con dos blondines de 12 Tm. de capacidad y se consolidaba con vibradores de 7 500 r. p. m.

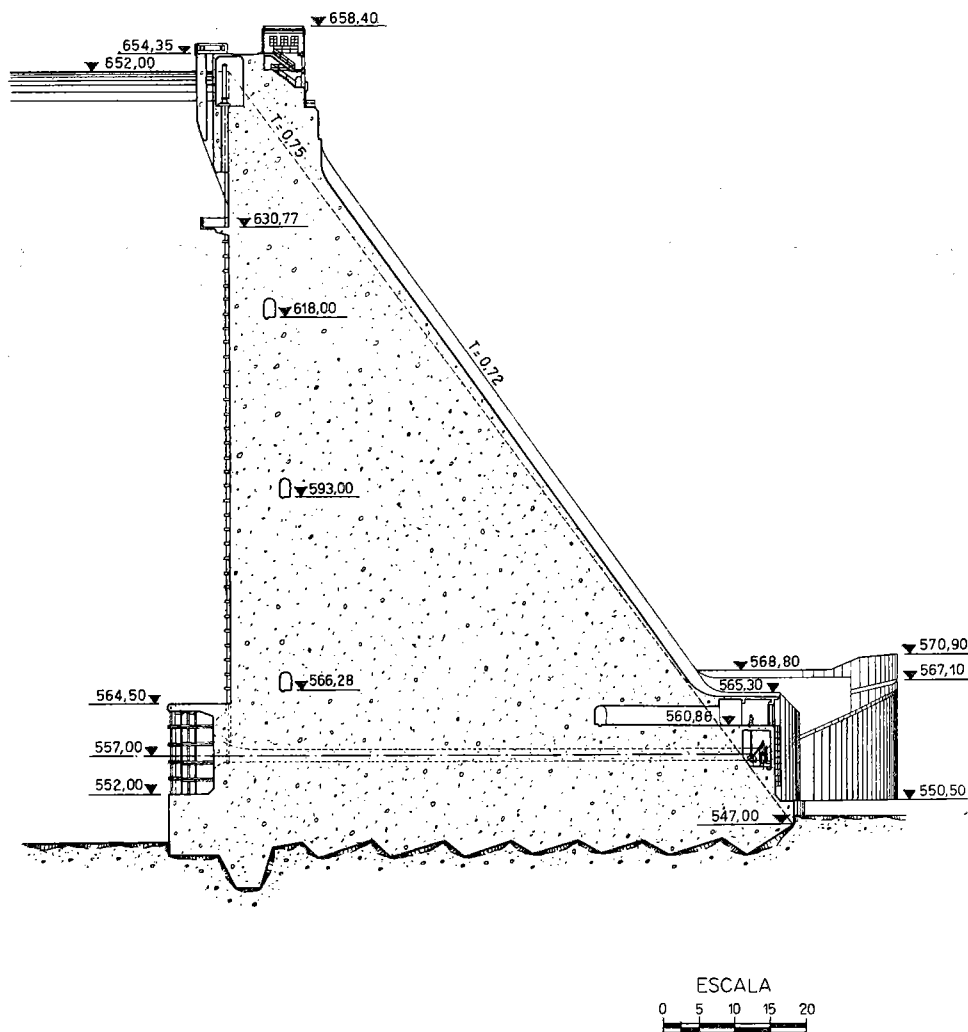


Figura 6.^a

dos machacadoras primarias giratorias, dos machacadoras secundarias y seis molinos, también giratorios con las correspondientes cribas de clasificación. La arena se lavaba para eliminar los elementos finos y se clasificaba en dos tamaños, para lo que fué necesario complementar su instalación con un molino de barras, destinado a producir arena fina.

Fig. 6.^a — Perfil por el eje de la presa.
Sketch No. 6. — Profile from axis of dam.

Se transporta el cemento a granel en camiones-cuba, desde los silos situados en la estación de La Rúa-Petín y se descargaba y transportaba en el interior de la obra mediante bombas de aire comprimido.

El volumen máximo de hormigón colocado en un día fué de 2 008 m.³ y el máximo mensual fué

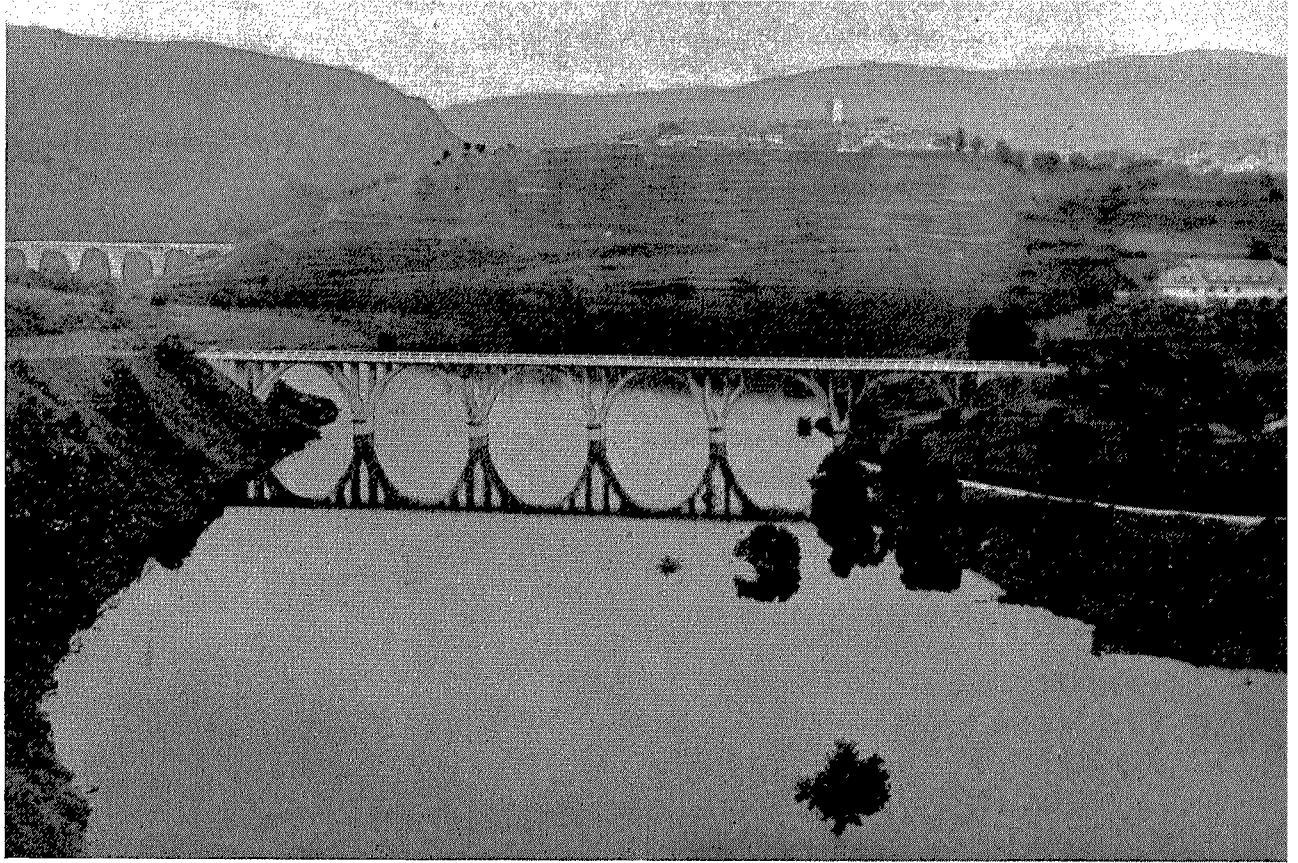


Foto 5.

de 31 500 m.³, siendo el volumen total de la presa 472 000 m.³. En el gráfico de la figura 8.^a puede apreciarse la concordancia entre el plan de hormigonado previsto al iniciar la obra y los volúmenes ejecutados en el curso de la misma.

Para facilitar la construcción de la presa de Bao se desvió el río Bibey, mediante una ataguía en bóveda (fotos 2.^a y 3.^a), por un túnel de desviación perforado en la ladera derecha.

GALERÍA DE PRESIÓN.

La galería de presión del salto de Bao-Puente Bibey parte del embalse de Bao, estando la toma de agua situada en la ladera izquierda del embalse, a 35 m. aguas arriba de la presa, siendo el eje de ésta paralelo a la galería en su primer tramo.

Como cierre de entrada de la galería se ha instalado una compuerta vagón de 3,80 metros de ancho por 5,60 metros de altura, accionada por servomotor de aceite a presión.

La galería tiene una sección revestida circular, de 4,80 m. de diámetro (fig. 3.^a) y está dimensionada para conducir un caudal de 66 m.³/seg., que ocasionalmente puede elevarse hasta 88 m.³/segundo, mientras no se construya el embalse de regulación diaria de Manzaneda.

La longitud total de la galería de presión es de 8 860 m. y su excavación se ha realizado desde sus dos extremos, situados en la toma de agua y chimenea de equilibrio y por tres galerías de ataque denominadas Cernado, La Mourela y La Corredoira, distribuyéndose las longitudes:

Bao-Cernado	143 m.
Cernado-Mourela	5.787 m.
Mourela-Corredoira	1.989 m.
Corredoira-chimenea de equilibrio	942 m.

En la mayor parte de su recorrido, la galería sigue un macizo gnéisico (con algunas intercalaciones graníticas en su tramo final), siendo en general la roca de buena calidad en su primer tramo y variable en los tramos finales. Sin embargo, las di-

Foto 5. — Embalse de Bao y puentes sobre el mismo.
Photograph No. 5. — Bao reservoir and bridges.

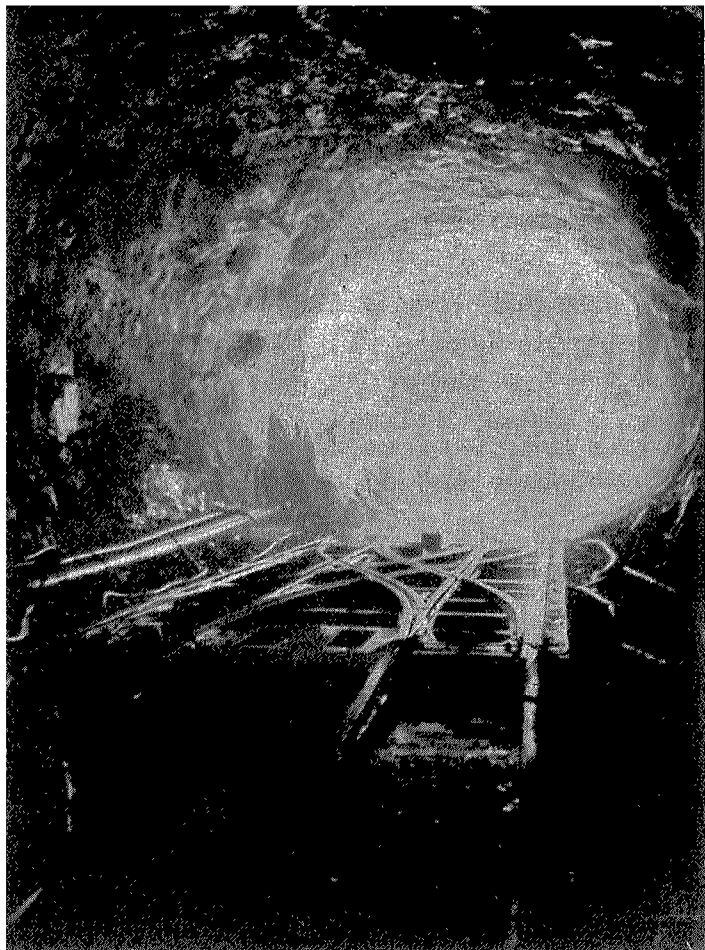


Foto 6.

recciones del gneis, especialmente en el tramo Cernado-Mourela, son casi verticales y prácticamente paralelas al eje del túnel, lo que para la excavación de la galería, con 5,60 m. de diámetro, ha dado lugar a algunas dificultades en la entibación y retrasos en la ejecución, especialmente al paso de los accidentes del terreno, que por ser prácticamente paralelos al eje del túnel tardaban en perderse, lo que ha obligado, en dos ocasiones, a variar, durante el curso de la construcción, el trazado en planta del túnel, con objeto de atravesar más rápidamente los accidentes.

La mayor parte del túnel se ha excavado a sección plena, realizándose la perforación con martillos ligeros desde andamios móviles, cargándose con palas Salzgitter de 450 l. y extrayéndose los escombros en trenes de vagonetas basculantes, arrastrados por locomotoras Diesel o eléctricas. La entibación en las zonas de roca fracturada, se ha realizado con cerchas metálicas de perfiles especiales, sobre las que se acuñaban viguetas de hormigón armado. En las zonas en que la roca estaba dividida por diaclasas relativamente espaciadas, el sostenimiento se ha realizado con pernos de acero.

En algunos tramos del túnel, en los que se veía entibación casi continua, la excavación se ha realizado en dos fases, haciéndose en primer lugar la excavación de la bóveda.

Como hemos dicho, el terreno en los tramos finales del túnel presenta con mayor frecuencia zonas de roca fracturada, produciéndose algunas "chimeneas", de las que la más importante fué la situada en las proximidades de la galería de La Correioira, con gran volumen de desprendimientos, que no pudo ser atravesada hasta que los escombros fueran consolidados por inyecciones a fuerte presión.

En la mayor parte del recorrido de la galería de presión, el revestimiento es de hormigón en masa, con un espesor teórico de 0,40 m. (foto 7.). Este espesor teórico ha sido ampliamente rebasado por el espesor medio, pues la naturaleza y estructura de la roca hacen muy difícil su perfilado. Se ha armado el revestimiento con armadura interior, en las zonas en que las rocas, de acuerdo con los reconocimientos sísmicos, es muy deformable o en las que el recubrimiento de la misma es pequeño, habiéndose armado con doble armadura, los entronques en las galerías de ataque y algunos tramos cortos, en los que se formaron chimeneas.

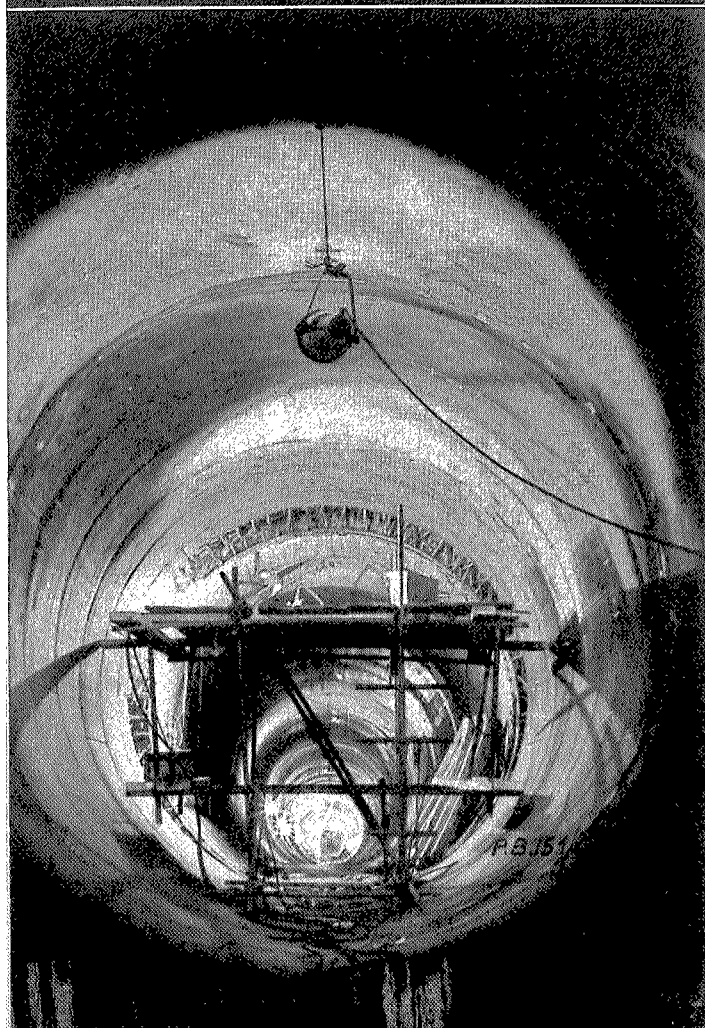


Foto 7.

Foto 6. — Galería de presión en fase de excavación.
 Photograph No. 6. — Pressure gallery, excavation phase.
 Foto 7. — Galería de presión en fase de hormigonado.
 Photograph No. 7. — Pressure gallery, concreting phase.

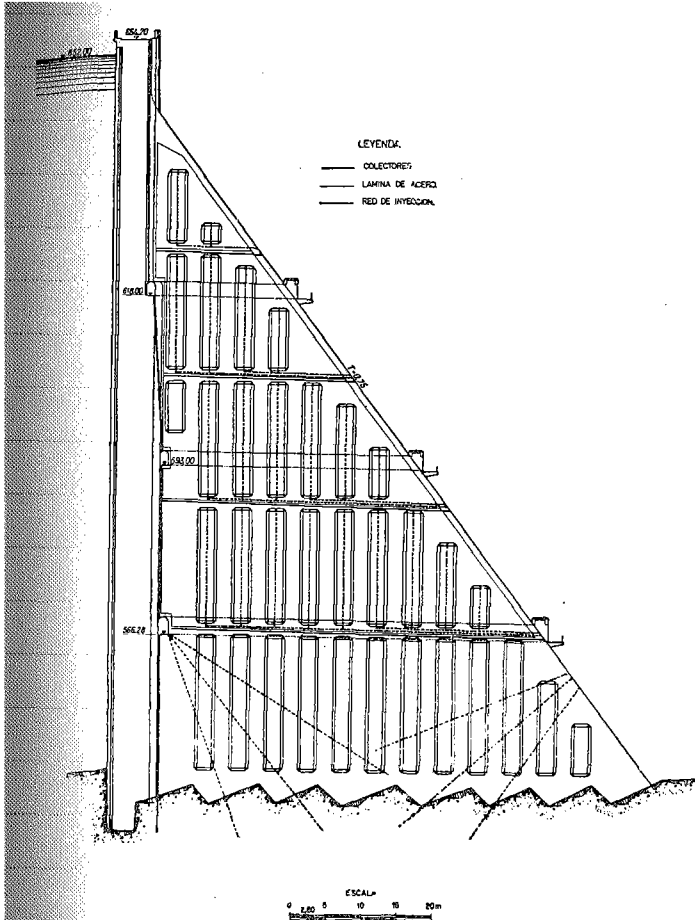


Figura 7.ª

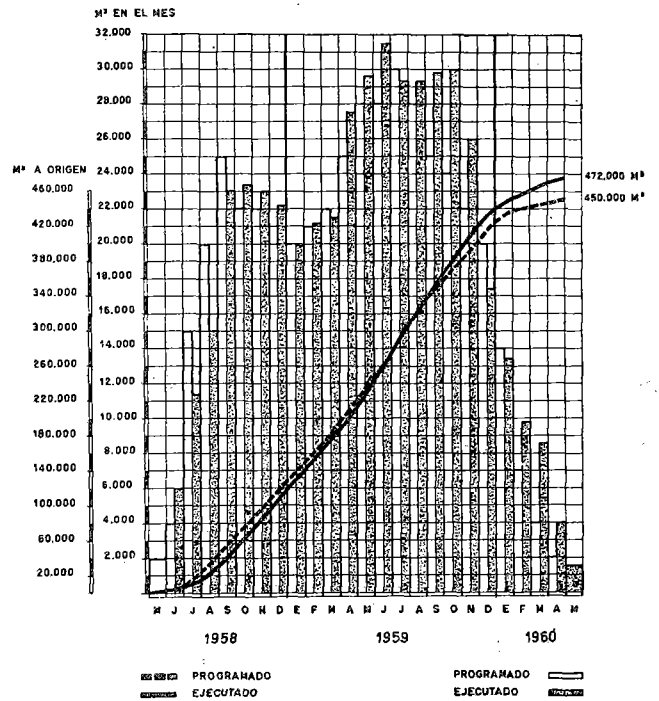


Figura 8.ª

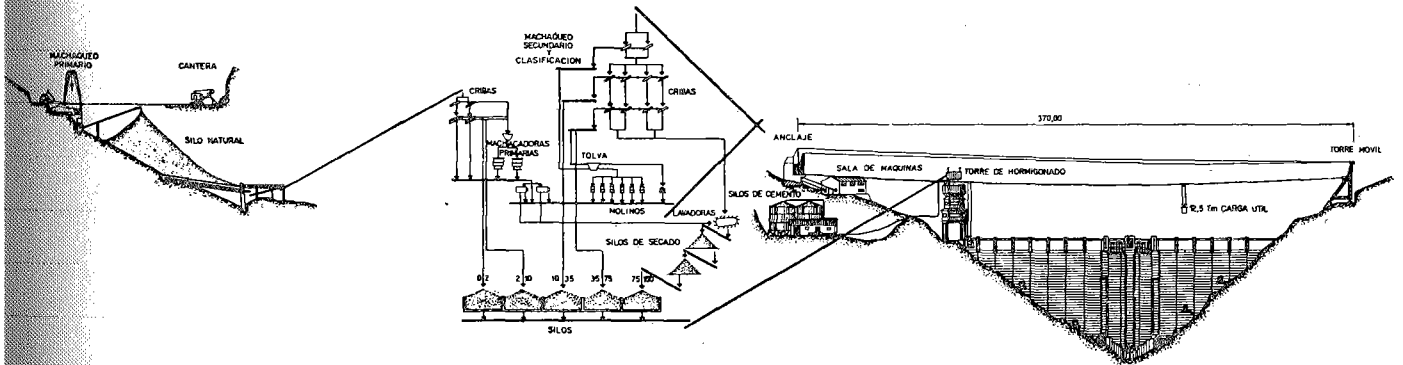


Figura 9.ª

Fig. 7.ª — Perfil por una junta y esquema de inyecciones.
 Sketch No. 7. — Profile of a joint and grouting scheme.

Fig. 8.ª — Plan de obra.
 Sketch No. 8. — Plan of project.

Fig. 9.ª — Perfil general de las instalaciones.
 Sketch No. 9. — General profile of installation.

Para la fabricación del hormigón, se transportan los áridos clasificados y cemento al interior del túnel, donde se mezclan en hormigoneras situadas en las proximidades del tajo de hormigonado, al que se transporta por medio de bombas de aire comprimido. Se han empleado con éxito encofrados de

azud remansa las aguas del arroyo de La Mourela, derivan hacia un pozo de 2,50 m. de diámetro, con entrada en espiral, para evitar el arrastre de aire; el pozo comunica con la galería de presión por una galería circular de 2 metros de diámetro (fig. 10). Esta captación no sólo tiene por objeto incremen-

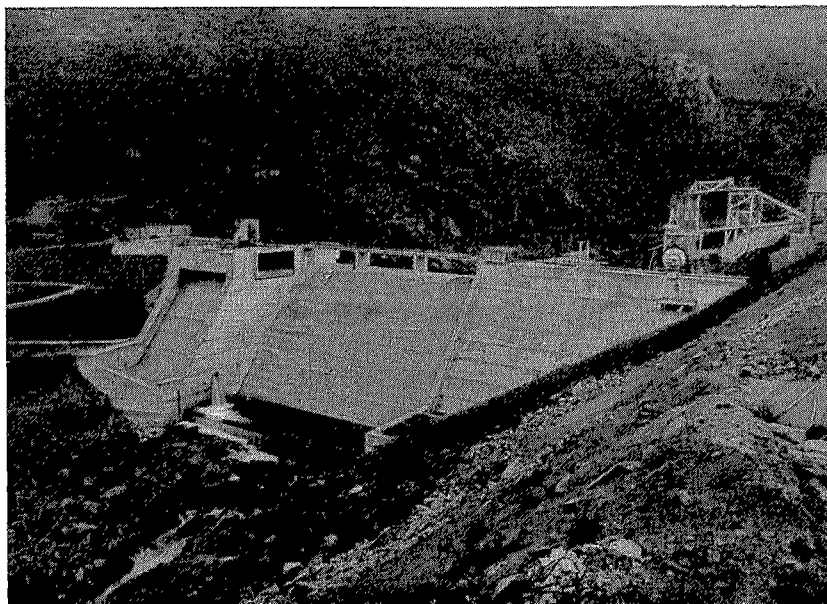


Foto 8.

duraluminio, fácilmente manejables, apoyados sobre cerchas de tubo.

Una vez efectuado el revestimiento se realizan una serie de tratamientos de su contacto con la roca y de la roca misma con inyecciones de cemento, con objeto de rellenar los huecos entre revestimiento y roca o las litoclasas de ésta, tratar los accidentes geológicos y finalmente se intenta poner a presión el revestimiento, no conociéndose aún los resultados de este último tratamiento.

CAPTACIONES.

Los ríos San Miguel y Cernado vierten al río Bibey, aguas abajo del embalse de Bao y sus aguas son captadas y trasvasadas al citado embalse.

La galería de presión atraviesa el valle del arroyo La Mourela, en el que se ha situado un ataque intermedio para la construcción de la galería. Un

tar las aportaciones utilizadas en la central, sino que contribuye a reducir las dimensiones de la chimenea de equilibrio por estar situada a menos de 3 Km. de aquélla.

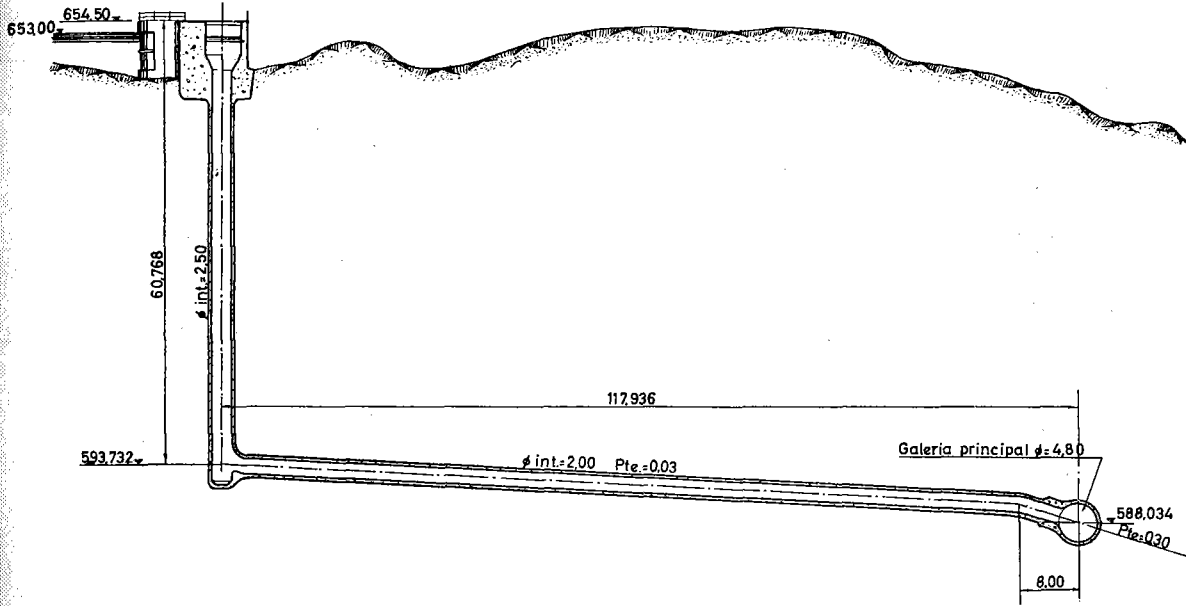
Como hemos dicho, en el futuro se piensa construir un embalse en el río San Lázaro y conducir sus aguas por una galería de 2,80 m. de diámetro hasta la chimenea de equilibrio. Se ha construido parte de esta galería, que se prolonga por una tubería de hormigón armado de 2 metros de diámetro, hasta un pequeño embalse construido en el arroyo de La Cea, para captación de las aguas de este arroyo.

CHIMENEA DE EQUILIBRIO.

Con objeto de reducir la longitud de la tubería forzada, la chimenea de equilibrio se ha construido parcialmente en pozo y en parte exterior, solución

Foto 8.— Presa de captación del arroyo de La Mourela.
Photograph No. 8.— La Mourela creek catchment.

PERFIL A-A DE LA CAPTACION



PLANTA DE LA TOMA

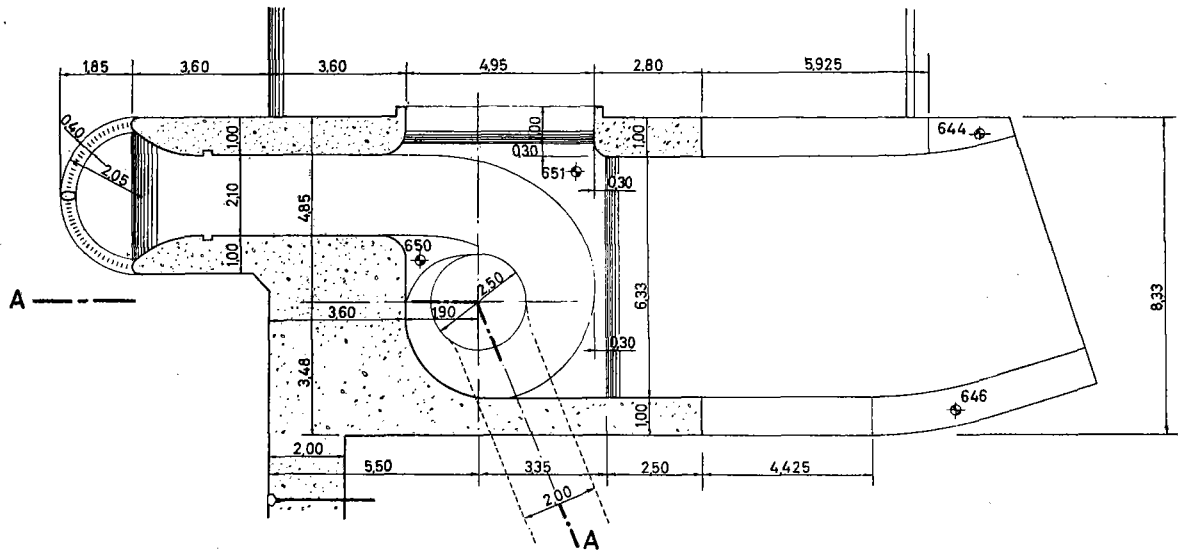


Figura 10.

Fig. 10. — Captación del arroyo de La Mourela.
Sketch No. 10. — La Mourela creek catchment.

qué por otra parte resulta económica, debido al gran coste de las obras subterráneas (fig. 11).

El pozo de la chimenea de equilibrio tiene un diámetro de 8 metros y su cámara exterior 10, situándose la coronación de la chimenea a la cota 668,50, es decir, 16,50 m. sobre el nivel máximo normal del embalse. Para limitar el descenso del

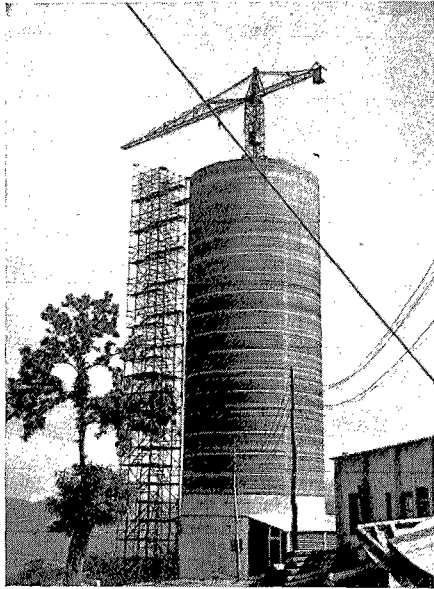


Foto 9.

nivel en caso de ponerse en marcha rápidamente una o varias turbinas, se ha construido en la zona inferior de la chimenea de equilibrio, una cámara formada por dos galerías inclinadas, del mismo diámetro que la galería principal (4,80 m.) y que comunica con ésta por estrangulamientos de 1,85 metros de diámetro.

La zona de chimenea exterior está formada por un recipiente cilíndrico de hormigón postensado con alambre de acero, por el procedimiento "preload" (fotos 9 y 10).

TUBERÍA FORZADA.

La tubería forzada (fig. 12) se aloja en una galería inclinada, contándose con la colaboración de la roca, para reducir los espesores del blindaje metálico. Se estudiaron varias inclinaciones para la tubería, desde pozo vertical hasta una inclinación de

30° respecto a la horizontal, adoptándose una inclinación de 50, cuya pendiente permite la caída de la piedra durante la excavación, sin que por otra parte se alargue demasiado el circuito hidráulico, como ocurriría si se hubiese alojado tu tubería en un pozo vertical, solución de construcción más fácil.

El diámetro de la parte superior de la tubería es de 4 metros y el espesor del revestimiento de chapa de 18 mm., reduciéndose los diámetros de la tubería hasta 3,70 m. y aumentando el espesor de la chapa hasta un máximo de 32 milímetros.

En el tramo final de la tubería, debido a la proximidad de la excavación de la central no se cuenta con la colaboración de la roca para soportar las presiones internas, por lo que se ha instalado en esta zona una tubería zunchada con cercos de acero. La inclinación de la tubería se reduce al 10 por 100 en las proximidades de la central y de este tramo se derivan, mediante cuatro piezas pantalón, las tuberías que alimentan las turbinas y la que recibe el caudal impulsado por la bomba.

El espacio comprendido entre la roca de la excavación y el blindaje de chapa de acero se ha rellenado con hormigón "preakt", para asegurar la transmisión de parte de las presiones a la roca.

La excavación de la galería inclinada de la tubería, por su desnivel e inclinación, presentaba ciertas dificultades que se han resuelto muy satisfactoriamente, habiéndose conseguido rebajar los plazos de ejecución previstos, sin incrementarse los costos estimados. Para perforar esta galería se iniciaron dos galerías pilotos (foto 11), una descendente, desde la cámara de válvula, y otra ascendente, desde la central, y una vez que calaron ambas galerías se inició la destroza desde la parte superior, arrojando los escombros por la galería piloto, para ser extraídos por la central.

CENTRAL DE PUENTE BIBEY.

Se estudió la posibilidad de construir la central de Puente Bibey al exterior, pero la amplia depresión producida por el río de San Lázaro exigía alargar las conducciones, resultando tuberías de gran peso y longitud, lo que exigía que las turbinas fueran provistas de válvulas de descarga. Para evitar estos inconvenientes se decidió alojar la maquinaria de este aprovechamiento en una central subterránea.

Dentro de los límites exigidos para no alargar

Foto 9. — Chimenea de equilibrio en fase de postensado. Photograph No. 9. — Surge tank, tensioning phase.

demasiado la tubería y accesos o tener que construir una chimenea de equilibrio exterior muy alta, puede elegirse el emplazamiento de una central subterránea en la posición y dirección que geológicamente re-

rior de la central, cimientos de la misma y canal 10 de descarga.

La central de Puente Bibey tiene un ancho libre de 15 m., una longitud de 90,80 y una altura

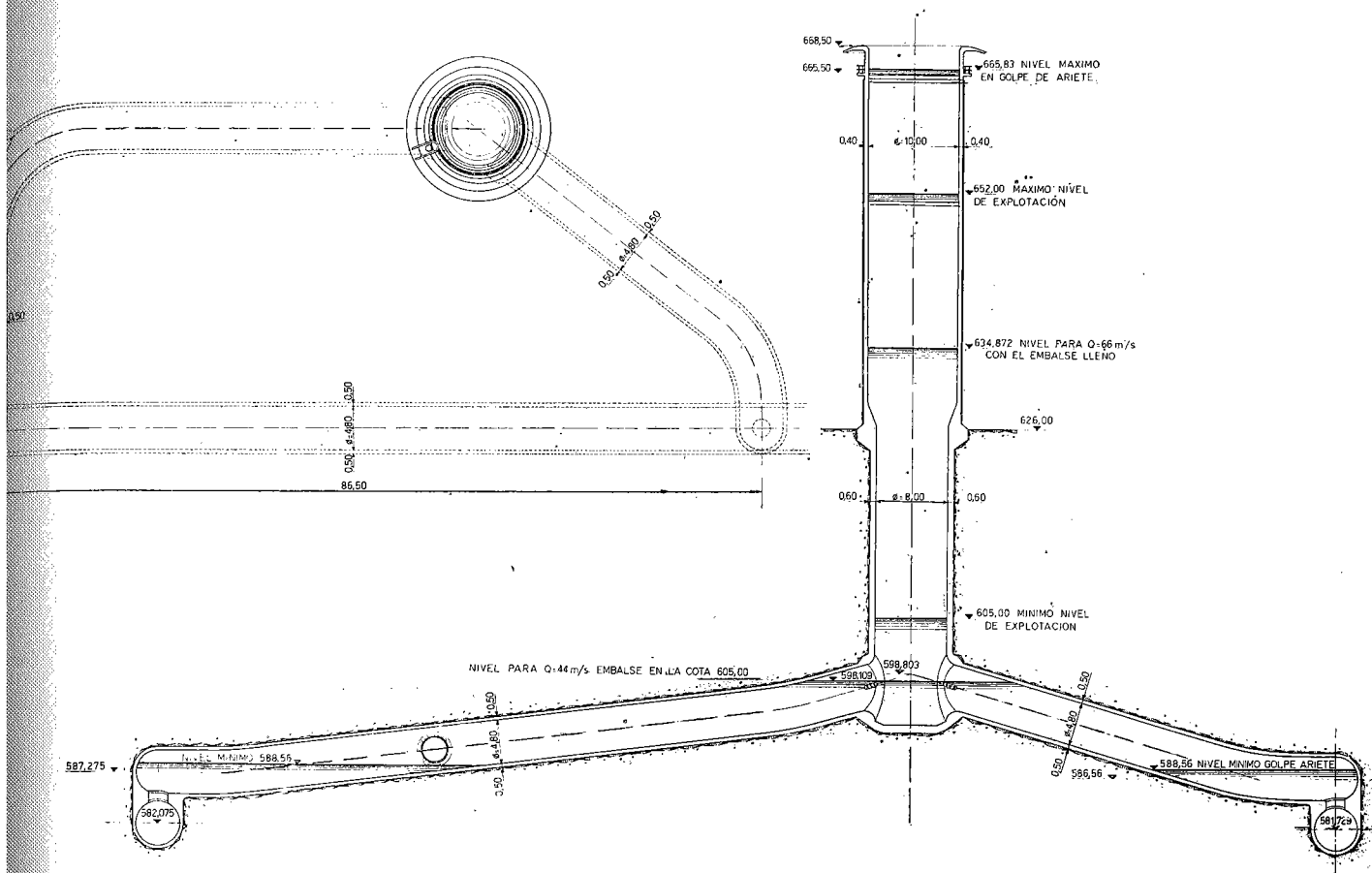


Figura 11.

sulta más favorable dentro de la zona en que se desarrolla el aprovechamiento.

La central de Puente Bibey se ha situado en un macizo gneísico compacto, con esquistosidad casi vertical y normal al eje de la central, siendo el recubrimiento de roca sobre la central próximo a los 300 m.

Para acceso a la central se ha construido, desde el valle de San Lázaro, un túnel de 500 m. de longitud, con una pendiente del 9 por 100, del que parten las galerías que han servido para realizar las excavaciones de tubería forzada, zona supe-

máxima de 46,70 en la sección del grupo cuarto, provista de bomba (figs. 13, 14, 15 y 16).

Al iniciarse la excavación de la central se realizaron ensayos para determinar las presiones naturales de la roca y las características mecánicas de ésta. Se hicieron algunos ensayos fotoelásticos para estudiar el estado tensional de la roca, que se producía al excavarse la central. Como consecuencia de estos estudios se decidió revestir la central construyendo una fuerte bóveda de hormigón antes de proceder a la excavación del resto de la misma. Las vigas del puente-grúa se hormigonaron también por delante de la excavación general, anclándose a

Fig. 11. — Chimenea de equilibrio. Planta y sección. Sketch No. 11. — Plan and sectional, surge tank.



Foto 10.

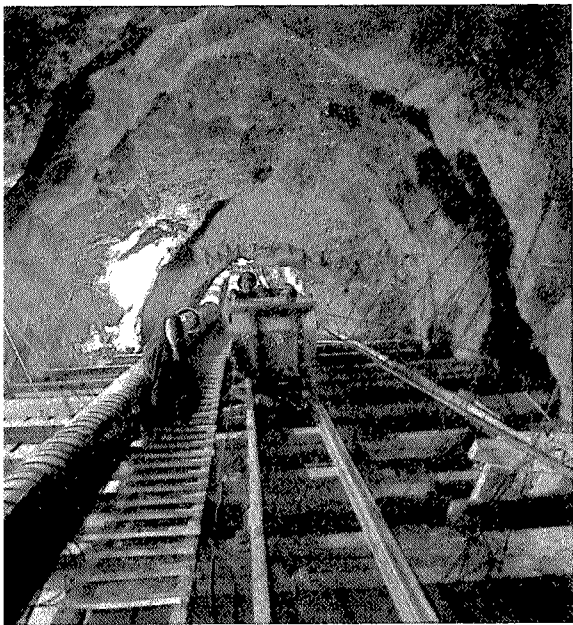


Foto 11.

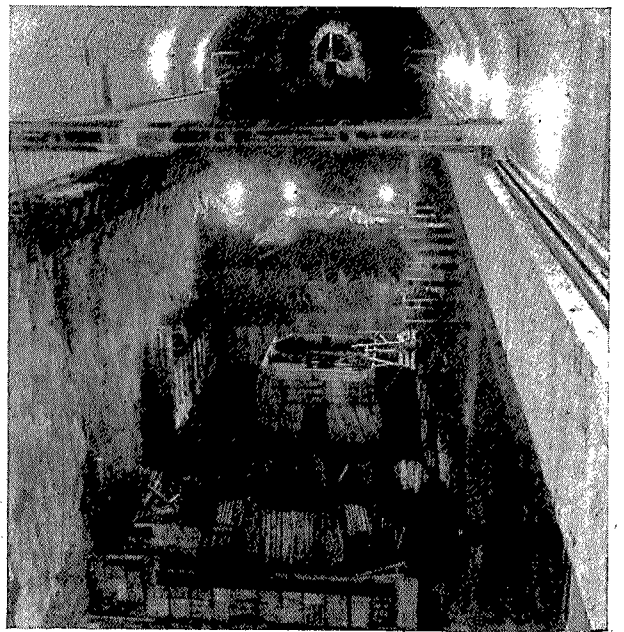


Foto 12.

Foto 10.—Chimenea de equilibrio en fase de terminación.
Photograph No. 10.— Surge tank, completion phase.

Foto 11.—Excavación de la tubería forzada.
Photograph No. 11.— Penstock excavation.

Foto 12.—Excavación de la central de Puente Bibey.
Photograph No. 12.— Bibey Bridge powerhouse, excavation.

la roca mediante alambres de acero, tensados a 80 toneladas métricas, con objeto de estabilizar las paredes laterales de la central y de proporcionar un camino para el puente-grúa auxiliar, con el que se

mientos, dejando libre en su interior unas amplias cajas donde se montan las espirales de las turbinas.

Los tubos de aspiración de turbinas se prolongan por canales de descarga, que se unen en un

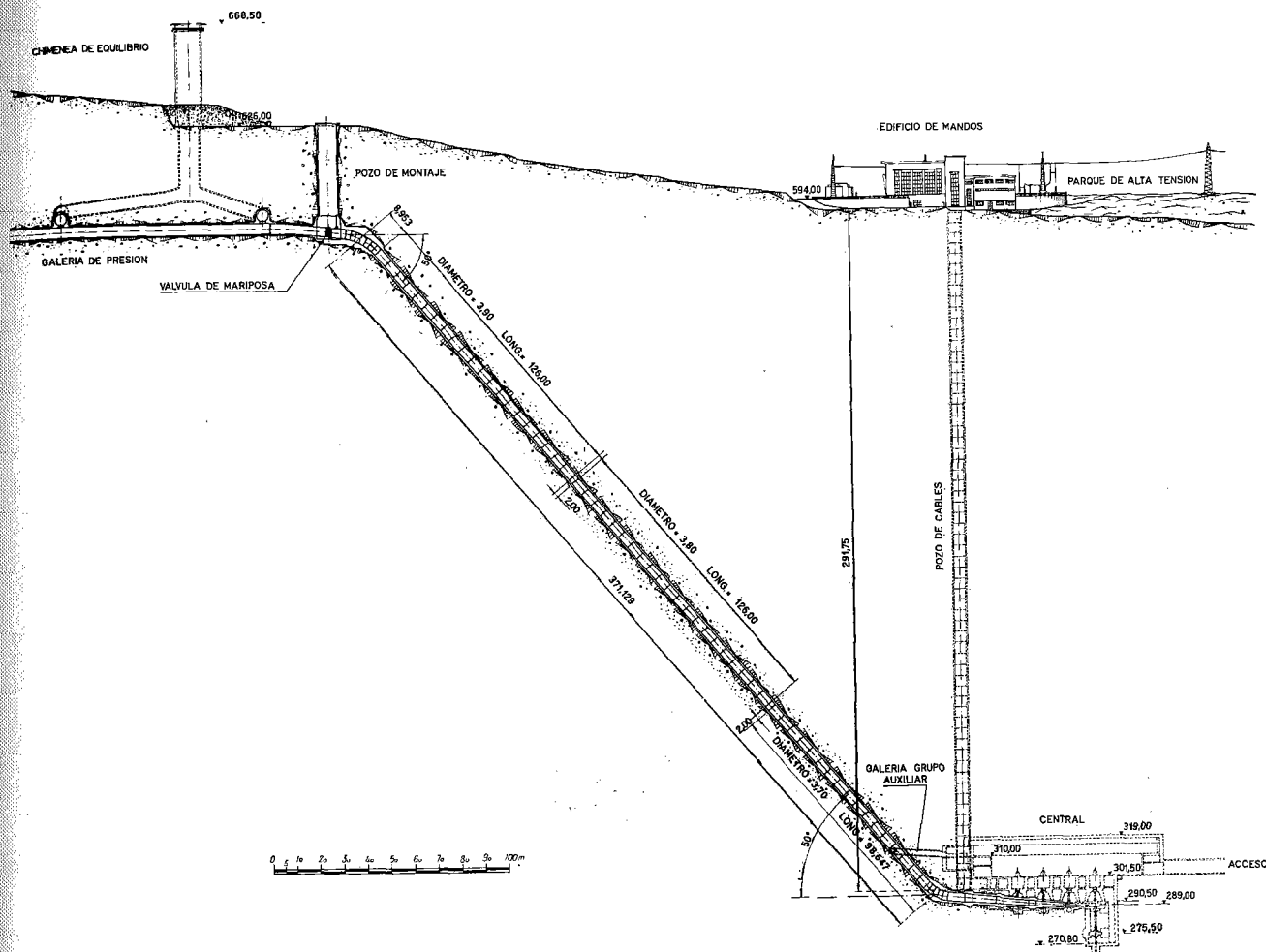


Figura 12.

han hormigonado cimientos, pisos y muros de la central. Los propios pisos intermedios de la central sirven para soportar los posibles empujes laterales de la roca.

Por debajo de la bóveda resistente, y para evitar posibles filtraciones sobre el piso de máquinas, se construye una cubierta de chapa de aluminio, soportada por una estructura metálica, suspendida del hormigón de la bóveda principal (fig. 15).

Los soportes de cada grupo están formados por estructuras de hormigón armado troncocónicas, que transmiten las cargas del alternador hacia los ci-

canal de descarga común. Las salidas de las turbinas pueden cerrarse mediante ataguías accionadas por un monocarril alojado en una galería paralela a la central.

Los macizos de roca comprendidos entre la central y los canales de descarga son relativamente estrechos y deben soportar una carga vertical elevada, por lo que, para asegurar su estabilidad, se decidió someterlos a cargas laterales, atravesándolos con cables tensados por procedimiento "Barredo" y disponiendo arcos de arriostramiento en la zona superior de los canales de descarga.

Fig. 12.—Tubería forzada y pozo de cables. Sketch No. 12.—Penstock, longitudinal section.

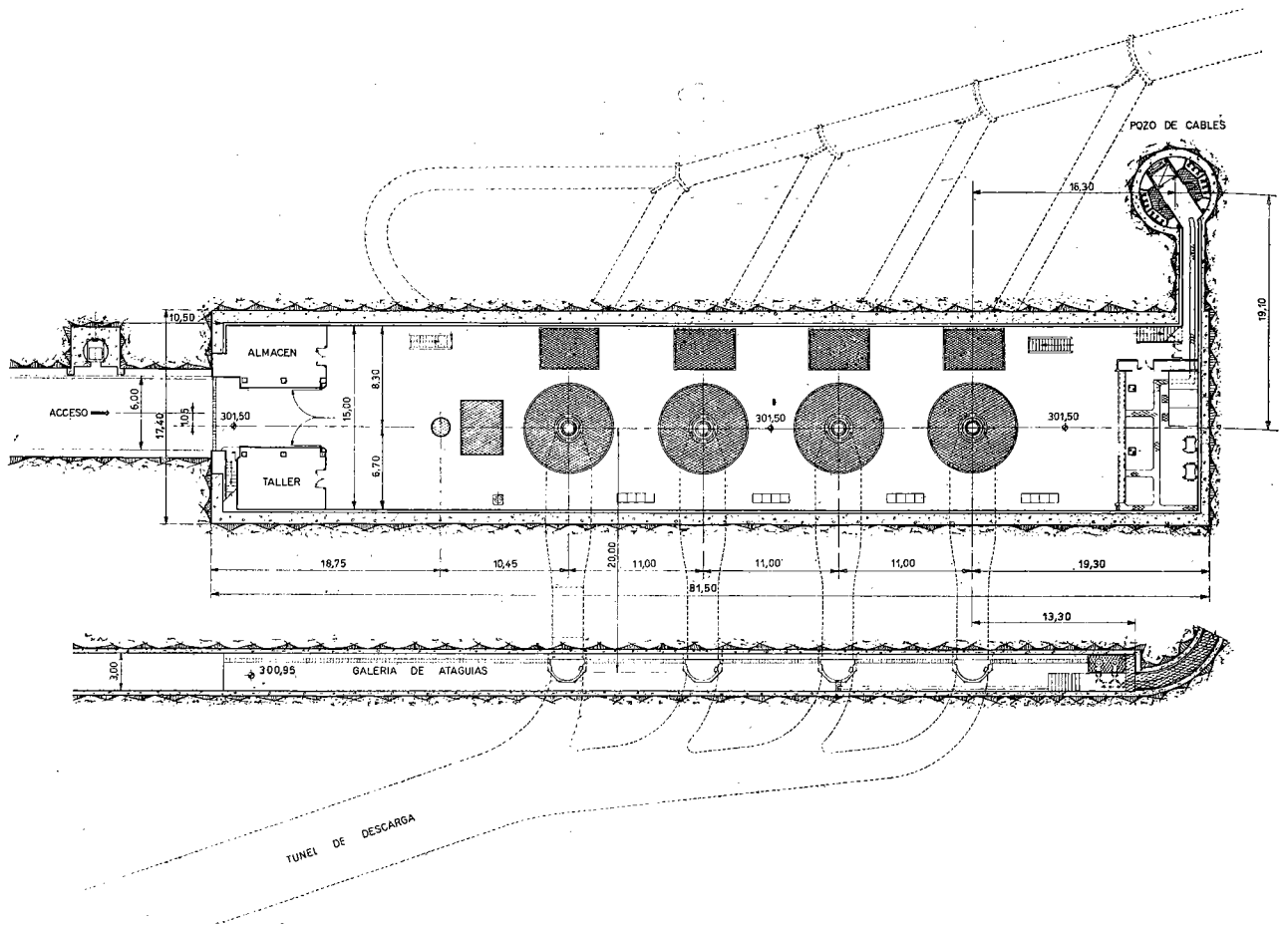


Figura 13.

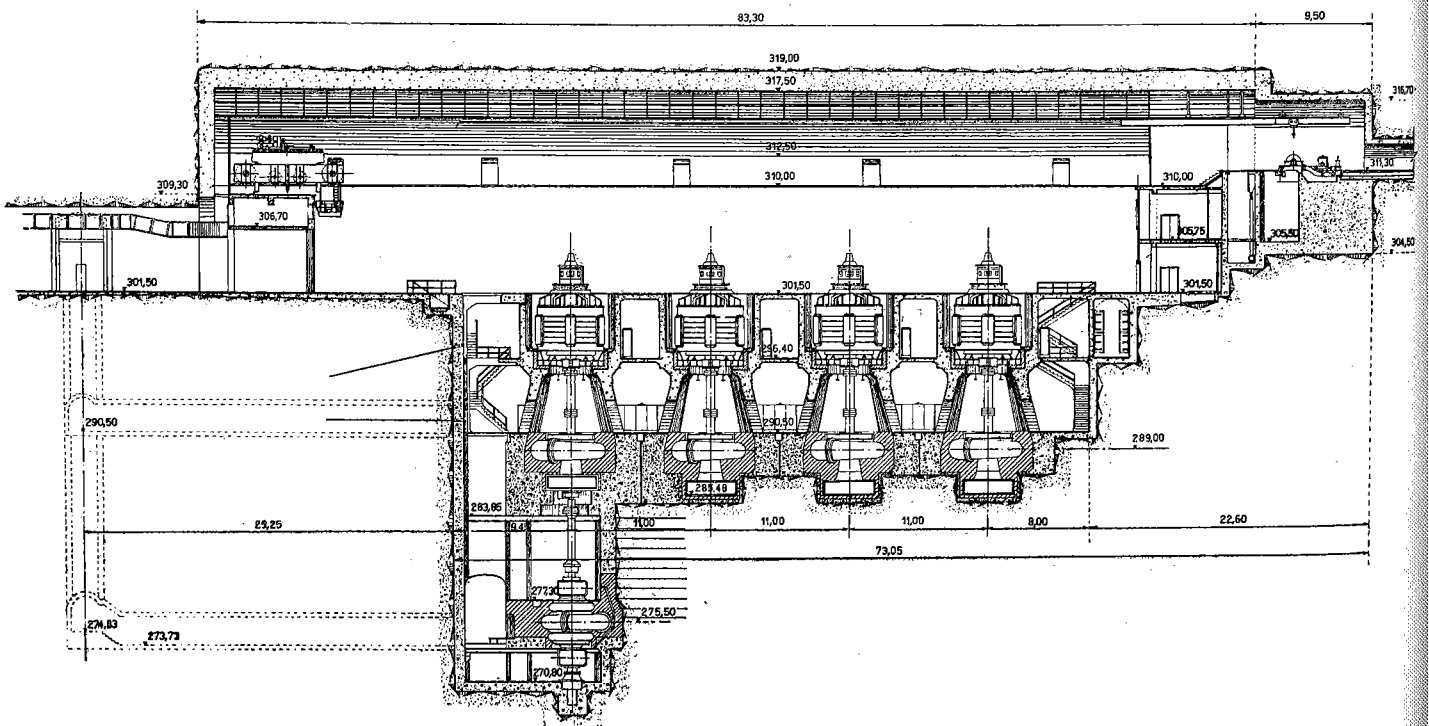


Figura 14.

Fig. 13. — Planta de la central de Puente Bibey.
 Sketch No. 13. — Plan of Puente Bibey powerhouse.
 Fig. 14. — Sección longitudinal de la central de Puente Bibey.
 Sketch No. 14. — Longitudinal section of Puente Bibey powerhouse.

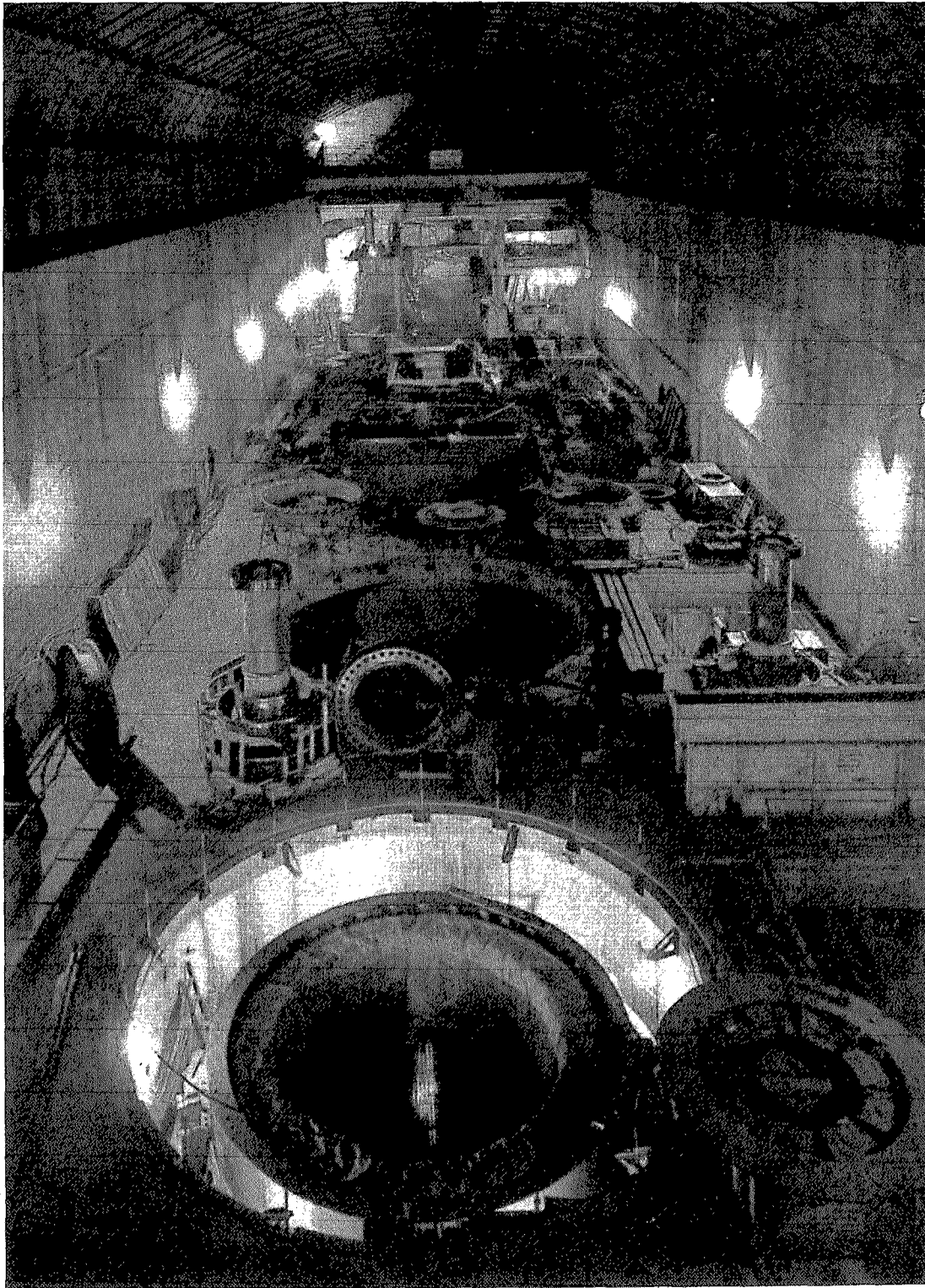


Foto 13.

Foto 13.— Central de Puente Bilbey en fase de montaje.
Photograph No. 13.— Bibey Bridge powerhouse, assembly.

TÚNEL DE DESCARGA.

El caudal, de 88 m.³/seg., desaguado por las cuatro turbinas de la central, está previsto que sea

El tramo de canal de descarga próximo a la central se ha construido de contrapendiente, para permitir el paso del agua hacia la central durante los períodos de trabajo en régimen de bombeo.

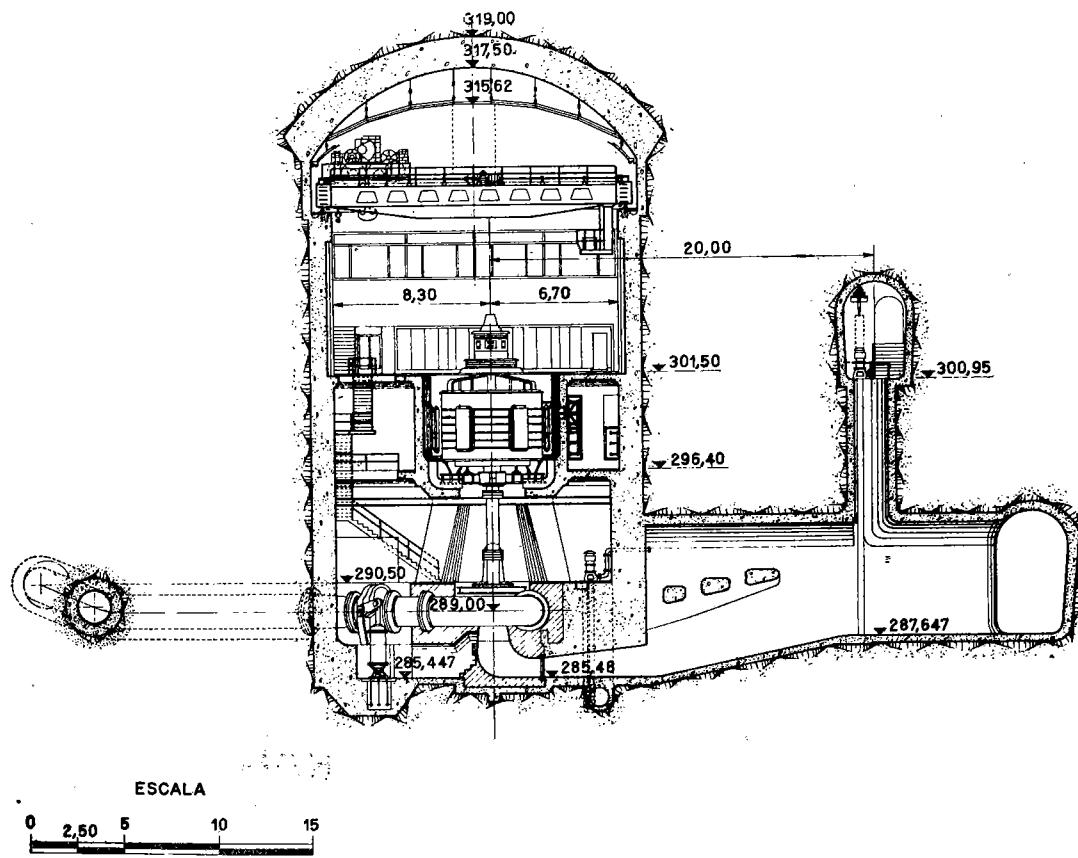


Figura 15.

conducido de nuevo al curso del río Bibey por un canal de descarga en túnel de 1 690 m. de longitud y con las dimensiones transversales que se indican en la figura 3.^a.

Está previsto que, normalmente, el túnel de descarga funcione con nivel libre de agua; pero en caso de grandes avenidas, por elevación del nivel de agua en la salida, el túnel funcionará a presión, utilizándose las galerías de acceso y de ataguías como chimenea de equilibrio.

La excavación del túnel de descarga se ha realizado a plena sección, excepto en los últimos 500 metros, en que la roca presentaba algunos accidentes, siendo preciso excavar primero la media sección superior y proceder al sostenimiento del terreno.

MAQUINARIA DE LA CENTRAL.

En la central de Puente Bibey se instalan cuatro grupos de eje vertical, formados por turbinas Francis y alternadores trifásicos, completándose el cuarto grupo con una bomba de acumulación.

Las turbinas tienen las siguientes características:

Salto neto máximo	356,6 m
Salto neto mínimo	297,7 m.
Caudal unitario	22 m. ³ /seg.
Potencia por turbina	100.000 CV.
Velocidad de giro	500 rev./min.

Los alternadores están previstos para una po-

Fig. 15. — Sección transversal de la central.
Sketch No. 15. — Transversal section of Puente Bibey powerhouse.

tencia aparente de 102 500 KVA., con objeto de poder cargar líneas de muy alta tensión; generan a una tensión de 15 000 V. y tienen una inercia $GD^2 = 1\ 000\ Tm./cm.^2$.

elevada en las turbinas de la propia central para producir energía en horas de mayor demanda, reservándose durante esta época la mayor parte del caudal del río Bibey para llenar los embalses. **10**

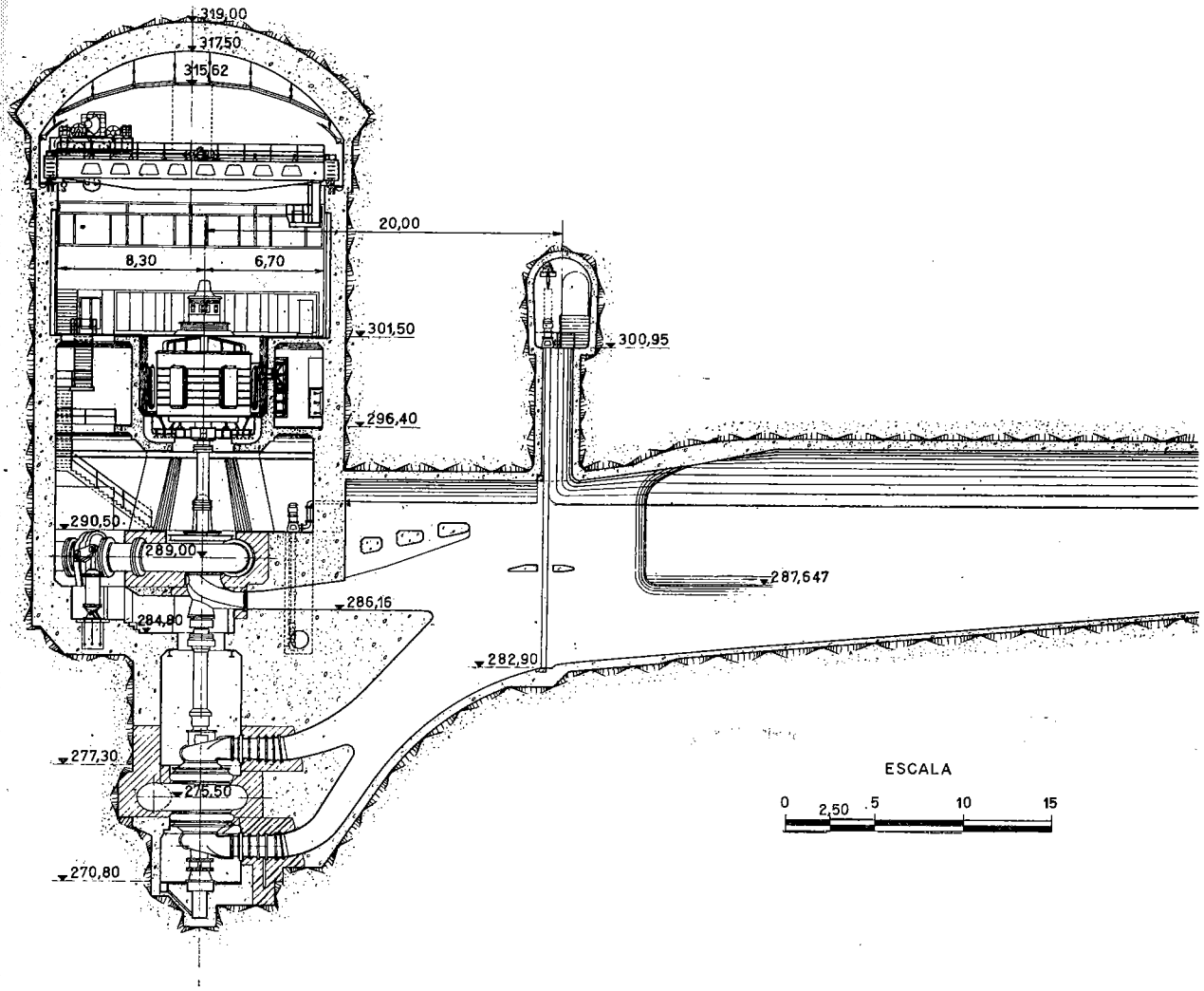


Figura 16.

En el cuarto grupo, acoplado a la turbina y al alternador, se proyecta instalar una bomba de 100 000 CV. de potencia, prevista para impulsar un caudal de 16 a 18 m.³/seg. desde el embalse de Montefurado al de Bao.

Para accionar a esta bomba se utilizará energía de difícil colocación, producida con agua fluyente en horas de noche en invierno, empleándose el agua

En la misma central se instala un grupo auxiliar, formado por una turbina Pelton de 1 000 CV. de potencia y un alternador de eje horizontal.

La producción prevista para la central de Ponte Bibey es de 550 millones de Kw.-h. por año, sin contar la energía producible con el agua bombeada.

Fig. 16. — Sección transversal de la central por el eje de la bomba de acumulación.
Sketch No. 16. — Transversal section of Ponte Bibey powerhouse, from accumulation pump.

PARQUE DE ALTA TENSION Y EDIFICIO DE MANDOS.

Los transformadores trifásicos de 100 000 KVA., que elevan la tensión de 15 a 250 KV., así como todo el aparellaje a esta tensión, se instala en una explanada o parque de alta tensión, situado al exterior.

En el parque de alta tensión se ha construido un edificio de mandos y montaje, situado sobre la central, con la que comunica por un pozo de 291,75 metros de profundidad (fig. 17), en el que se instalan los conductores que enlazan alternadores con transformadores, los cables de control de la central, un montacargas y la escalera de servicio.

La excavación de este pozo se realizó sin dificultades excepcionales en un plazo de nueve meses.

Del parque de alta tensión de Puente Bibey parten líneas a 250 KV., que enlazan en la subestación de Trives con la red de Hidroeléctrica de Moncabril en Prada y otras que se dirigen hacia Ponferrada y Tordesillas.

En las inmediaciones del pueblo de Manzaneda, a una distancia de aproximadamente 1 200 m. del parque de alta tensión, se ha construido el poblado

que ha de alojar al personal fijo de la central de Puente Bibey.

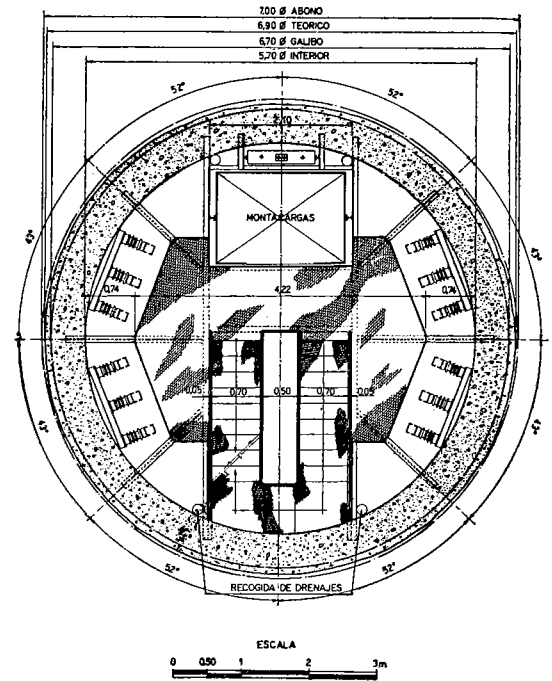


Figura 17.

Fig. 17. — Sección del pozo de cables.
Sketch No. 17. — Section of cable sheft.