

Embalse de acumulación artificial mediante bombas, en Geesthacht, por Claus Brandenburg.

(De la Revista *Die Bauwirtschaft*, 21 de septiembre de 1957, págs. 1.144 a 1.152.)

1. Introducción.

Los embalses de aguas acumuladas mediante bombeo se construyen para cumplir diversos fines. Uno de los principales es el suministrar energía de puntas, para igualar en lo posible las variaciones de las curvas de carga. Además de esto constituyen una reserva momentánea en caso de averías, aumentando considerablemente la seguridad en las distribuciones de energía eléctrica.

El funcionamiento de las centrales de este tipo es el siguiente: Las bombas elevan las aguas por la noche, consumiendo energía en horas de poca carga, mientras que en las horas de punta se deja caer el agua hacia las turbinas, mejorando con ello la relación de carga día-noche en la distribución.

La instalación que describe el artículo es la quinta de este tipo construida en Alemania.

2. Descripción.

La construcción de las obras se realizará en dos etapas, poniéndose en funcionamiento en la primera de ellas tres grupos de máquinas y sus correspondientes conducciones forzadas, con una potencia total de 105 MW. Con posterioridad se podrá doblar la potencia instalando otros tres grupos de 35 MW. cada uno, sin que ello ocasiona interrupciones en el servicio, ya que el embalse y la toma de aguas se ejecutan desde el primer momento para la capacidad total. En la figura 1.^a se muestra la planta general de la instalación.

El embalse se encuentra situado en terreno de morrenas y la presa se ha construido con material rodado procedente de la excavación, excluyéndose todo otro tipo de suelo, con objeto de conseguir una mayor homogeneidad. El interior del vaso se ha impermeabilizado con una película continua bituminosa de 300 000 m.² de superficie total, pudiéndose ver más detalles en la figura 2.^a.

En la figura 3.^a se ofrece un corte transversal de la toma de agua. Detrás de la trompa de acceso se observa una gran compuerta de 26 m.² de superficie accionada

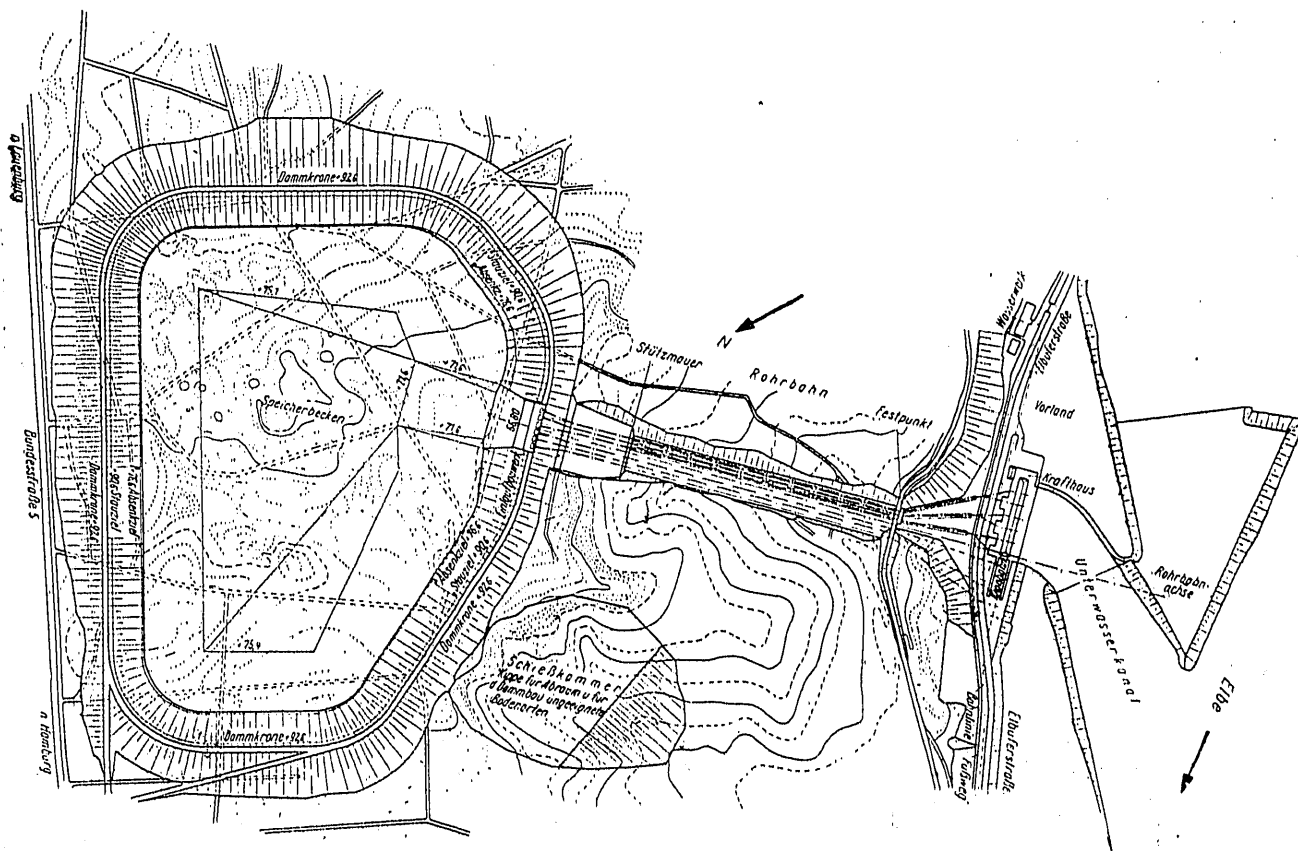
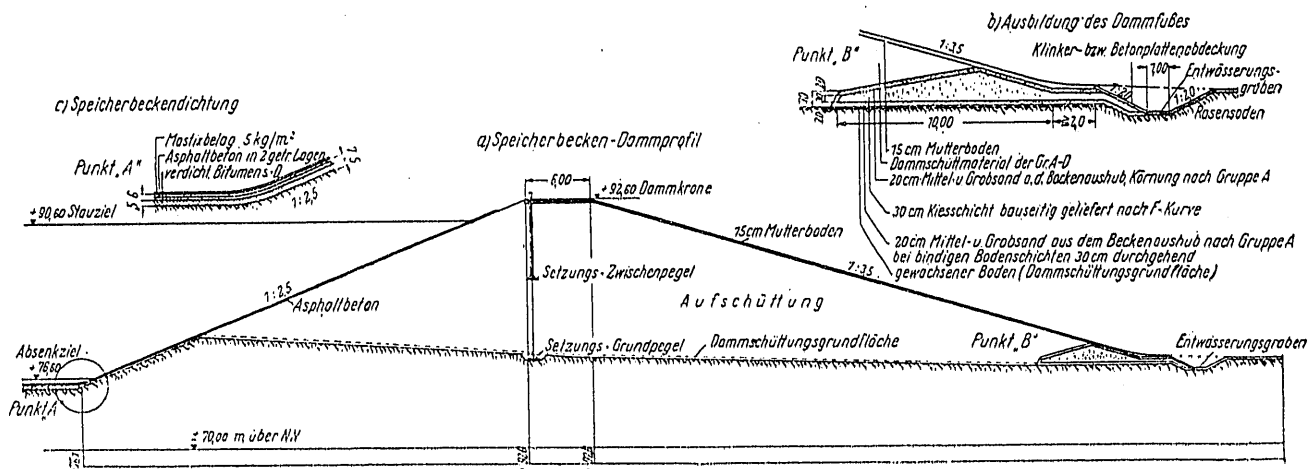


Fig. 1.^a — Planta general.



por aceite a presión, seguida por una válvula de retención de cierre rápido.

La tubería forzada, de 3,8 m. de diámetro interior, arranca inmediatamente después de la válvula de retención, siendo, en sus primeros 105 m., subterránea y protegida por una capa de hormigón. La prolongación está al aire libre y es de tubos de acero con un espesor que varía entre 10 y 16 mm. Entre los dos grupos de tres tuberías, correspondientes a las dos etapas de construcción, se ha instalado un plano inclinado. De cada tubería principal se deriva, poco antes de llegar a la central, otra tubería de menor diámetro que sirve a la bomba centrífuga (fig. 4.^a).

En la central se han dispuesto tres grupos de máquinas de ejes horizontales, estando constituido cada uno de ellos por una bomba centrífuga, un motor-generador y una turbina espiral Francis de 214 r.p.m. El montaje se ha realizado con ayuda de dos puentes-grúas de 125 Tn., que pueden desplazarse a todo lo largo de la central.

El canal de desagüe, de 300 m. de longitud, establece la unión con la corriente del Elba. Después de diversos

ensayos en modelo reducido, se adoptó la forma más conveniente para evitar entorpecimientos en la navegación al introducir en la corriente del río las cantidades de agua necesarias para el funcionamiento de la central.

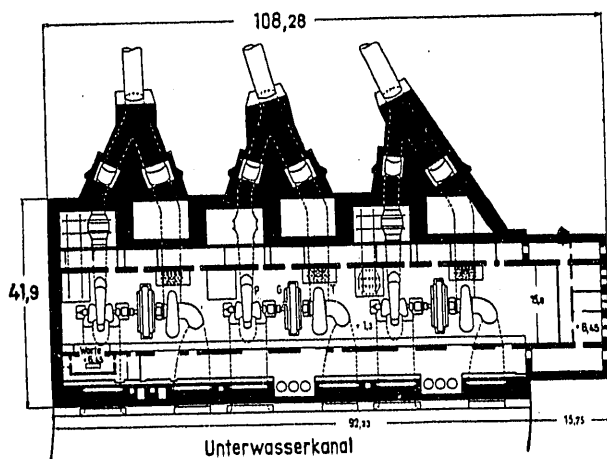


Fig. 4.^a — Planta de la central.

De este modo se ha conseguido no superar las limitaciones que la Junta de Navegación Fluvial imponía a la velocidad de desagüe, ni siquiera en el caso de caudal mínimo en el Elba, con 134 m.³/seg. y funcionamiento a plena carga de las seis turbinas, con 360 m.³/seg.

3. Ejecución de las obras.

I. *Movimiento de tierras en el vaso del embalse.*— Se alcanzó un total de 2,2 millones de metros cúbicos, de los cuales se emplearon 1,6 en la construcción de la presa anular. Para distancias de transporte inferiores a 200 metros se emplearon seis tractores-palas sobre orugas de 120 caballos y 10 Km./hora de velocidad media. Para distancias inferiores a 1 000 m. se emplearon dos traíllas

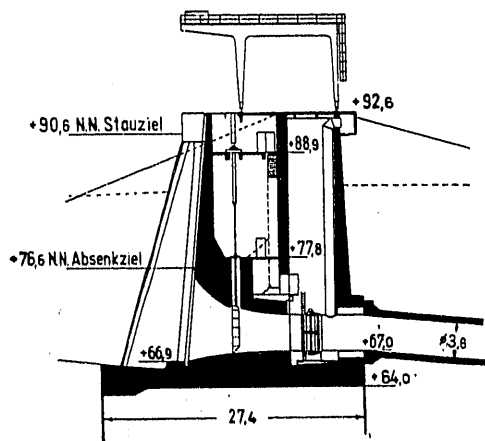


Fig. 3.^a — Toma de agua.

Euclid de 14 m.³, 190 caballos de potencia y 20 Km./hora de velocidad media. Estas traillas trabajaron ayudadas por un Bulldozer Caterpillar. Para distancias superiores se constituyeron seis equipos formados cada uno por una pala excavadora y tres camiones volquete de 22 Tn., o bien seis camiones Henschel de 6,5 Tn. De este modo se alcanzó un rendimiento de 15 000 m.³ diarios con dos turnos de diez horas.

Esta absoluta mecanización del movimiento de tierras exigió una elevada inversión inicial en maquinaria — 1,5 millones de D.M. — y un número muy reducido de operarios — 120 hombres por turno, de los cuales el 70 por 100 eran maquinistas.

II. *Impermeabilización del vaso.* — En las diversas capas del recubrimiento se empleó un total de 80 000 toneladas de hormigones asfálticos. Los áridos se lavaron, clasificaron y almacenaron durante el período de excavación. De los correspondientes silos se extrae el material convenientemente dosificado, pasando a continuación por un trommel, donde queda sometido a temperaturas de 200°, consiguiéndose un secado fundamental para la calidad del producto final. A continuación se agrega en las mezcladoras el betún finamente rociado

a la presión de 20 atmósferas. El producto final se almacena a 180° de temperatura en silos intermedios.

En primer lugar se extendió una capa de 5 cm. de espesor, formada por una mezcla de betún y arena de 0-3 mm., que tenía como principal finalidad defender la obra de la erosión de las aguas superficiales. Sobre esta capa base se colocó un segundo recubrimiento de hormigón asfáltico fino, de 6 cm. de espesor, y se cerró todo el conjunto con un mastix asfáltico puesto en obra a la temperatura de 180°.

III. *Construcción de la central.* — Para construir la central a orillas del Elba fué necesario hacer descender el nivel freático 15 m. por debajo del nivel medio del río, con un gasto de un millón de D.M. La instalación de agotamiento se dimensionó para que, aun en el caso de máximas avenidas (4 m. por encima del nivel medio del río), no se presentase peligro alguno en la excavación. Por este mismo motivo se construyó en la orilla del Elba una pequeña presa de tierra con un núcleo de tablestacas, cuya cota de coronación estaba un metro por encima del nivel de máximas avenidas.

Se perforaron 15 grandes pozos de filtración de 40 metros de profundidad, equipados cada uno de ellos con bombas de 12 kW.

El reactor nuclear de Bradwell,

por A. Houghton Brown.

(De la Revista *Nuclear Power*, octubre 1957, págs. 403 a 433.)

1. — La ingeniería civil en Bradwell.

Actualmente se encuentra en construcción en Bradwell on Sea una de las dos primeras centrales nucleares de Inglaterra. El lugar elegido para su instalación está en la orilla derecha del río Blackwater, muy próximo a su desembocadura en el mar del Norte. En su mayor parte se encuentra bajo el nivel de la marea alta, protegido por un dique de tierra recubierto de hormigón en la parte del río. Como seguridad, se ha proyectado el proteger todos los edificios de las inundaciones y el que todas las carreteras de acceso estén por encima del nivel de las aguas.

Los principales edificios se encuentran divididos en dos secciones: los dos edificios, para los reactores nucleares y las calderas y conducciones de gas, y la casa de la turbina con sistema de circulación de agua, para la refrigeración del condensador.

Una de las características principales de los edificios destinados a los reactores, son las paredes de protección alrededor de las cámaras de presión y otras zonas radiactivas, para absorber la radiación. En Bradwell estas paredes son de diferentes espesores, hasta 10 pies, y serán construídos con un hormigón que exceda de una

densidad mínima específica. Las seis calderas asociadas a cada cámara de presión, por las que circula el gas para el intercambio de calor, deben mantenerse a unos niveles relativamente correctos, con sólo un pequeño margen para el movimiento diferencial. Por ello se decidió que lo mejor era colocar toda la planta sobre una sola plataforma para cada reactor y caldera. Esta plataforma es de hormigón, de 100 por 200 pies y de 9 pies de grueso, y se encuentra en la actualidad completamente hormigonada.

La pared principal de protección se eleva en forma circular, de 77 pies de diámetro interno hasta unos 80 pies por encima del nivel de la plataforma, en varios espesores entre 8 pies y 6 pulgadas a 10 pies. La cubierta protectora es en forma de bóveda. Las paredes de protección secundaria están formadas por paredes verticales paralelas alrededor de los conductos de CO₂, y alcanzarán una altura de 156 pies sobre el nivel de la plataforma, en varios espesores desde 5 pies 6 pulgadas a 2 pies.

Las seis bancadas para los alternadores tienen cimentación de hormigón hasta una profundidad adecuada al terreno de arcilla. El basamento de la casa de la turbina está unos 20 pies bajo el nivel de tierra y está retenido por paredes de contrapeso de hormigón. La estructura principal es de acero, con cimentación de hormigón en masa. El sistema de circulación de agua de refrigeración