

PUERTO DE BARCELONA

Faro de cuarto orden en la extremidad o morro del dique del Este

Terminada por completo la prolongación del rompeolas de Levante o dique del Este, no sólo en cuanto a las obras inherentes a la misma, sino en las relativas a la consolidación y refuerzo de los distintos elementos averiados con motivo del violentísimo temporal ocurrido en febrero de 1920, se ha instalado en su morro terminal un faro de cuarto orden, de las características que se consignan en las vigentes disposiciones, o sea luz centelleante verde con un alcance mínimo de 8 millas, destinado a señalar a la navegación la entrada al puerto, en sustitución de la luz verde que se ha ido colocando durante la construcción a medida que ésta avanzaba y de las dos luces rojas de enfilación que, salvando el fin de la escollera, se situaron al pie de la montaña de Montjuich para marcar la ruta de los buques en su entrada.

Cuando se dió principio a las obras de prolongación del dique del Este se estudió con todo detalle el faro que había de instalarse en la plataforma terminal de la construcción, según proyecto que fué aprobado por Real orden de 27 de noviembre de 1903, disponiendo que esta señal fuese blanca y de ocultaciones en grupos alternativos de dos y tres, y en su virtud, previa la tramitación correspondiente, se adquirió por la Junta del puerto el aparato, la linterna, la torre metálica y los accesorios, quedando todos estos elementos en almacén hasta que el estado de las obras permitiese su instalación definitiva.

Pero antes de poder verificarlo, y como consecuencia del dictamen emitido por la Comisión permanente de faros, en el expediente relativo a las características que debían tener las luces en la costa de Levante, se dictó, con fecha 11 de diciembre de 1917, una Real orden señalando las que, en definitiva, correspondían a dicha zona, siendo las de nuestro faro del Morro del dique del Este las ya indicadas, de luz verde, centelleante, y con 8 millas de alcance.

Como el aparato lenticular adquirido era fijo y para luz permanente de petróleo, produciéndose las ocultaciones por medio de pantallas giratorias movidas por máquina de relojería, al cambiarse las características fué preciso estudiar el modo de utilizar lo mejor posible los elementos adquiridos y adoptar un sistema de luz más moderno, por lo que se redactó el oportuno proyecto, basado en aprovechar la óptica y la linterna que ya se poseían e instalar, en vez de luz de petróleo, un equipo de gas acetileno disuelto en acetona, con un dispositivo de ocultaciones regulares que permitiese tener seis décimas de segundo de luz y dos segundos con cuatro décimas de ocultación en cada período de tres segundos, dentro de un globo verde, obteniéndose así luz verde, aproximadamente centelleante, de 8 millas de alcance. Dicho proyecto fué sancionado favorablemente.

Pero, poco tiempo después de haberse logrado esta aprobación, se hizo la instalación del alumbrado eléctrico en todo el rompeolas de Levante hasta su

morro, disponiéndose, por tanto, en éste de un manantial de fluido eléctrico que, desde luego, se pensó en utilizar para el faro en vez del gas acetileno; y en su consecuencia, y previa la oportuna propuesta, se redactó el estudio correspondiente de modifica-

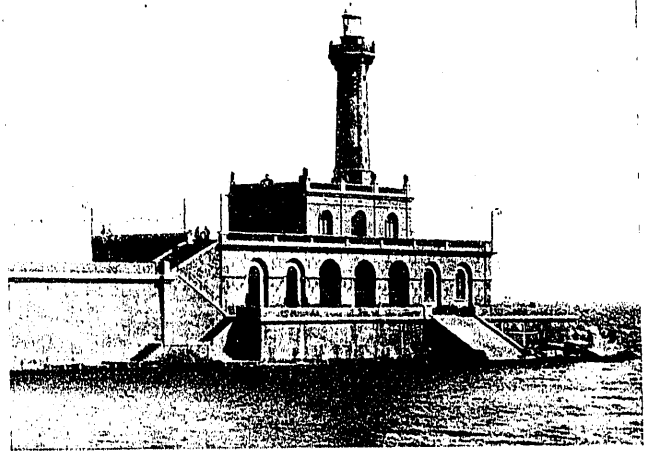


Fig. 1.ª Puerto de Barcelona. Vista general del morro o parte terminal del rompeolas, con la torre y linterna del faro.

ción que fué aprobado; sin pérdida de tiempo se dió principio a la instalación, siempre obligada al aprove-

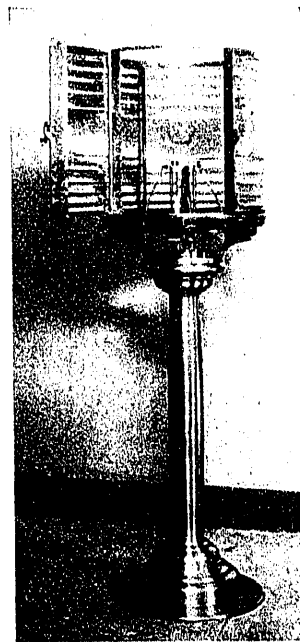


Fig. 2.ª Aparato de óptica.

chamiento de la mayoría de los elementos adquiridos, habiendo salvado todas las dificultades que se han presentado o se han podido prever en la forma que a continuación se describe, para llegar a tener, con toda clase de seguridad, una luz verde con veinte destellos por minuto, siendo cada uno de siete décimas de segundo, quedando situado el plano focal a 33,20 m de altura sobre el nivel medio del mar y con un alcance hasta 10 millas en tiempo claro.

* * *

Con arreglo al proyecto aprobado, sobre la plataforma del morro se ha construido la caseta, con las dependencias necesarias, la que va unida al basamento de la torre del faro, que en su coronación sustenta la linterna con

su cúpula correspondiente; según puede verse en la figura 1.^a.

Dentro de esta linterna se ha colocado una columna, de la altura necesaria, que sostiene el aparato de óptica, el globo para la coloración de la luz (figu-

dispensable en las noches de temporal, y, en su caso, para la organización de los trabajos de salvamento que puedan ser necesarios.

En la instalación se ha tenido muy en cuenta:

1.º Que el operador pueda apercibirse inmediatamente de toda avería.

2.º Que desde el mismo cuadro se tenga la seguridad del buen funcionamiento de las luces de faro y de la baliza.

3.º Que para subsanar cualquier avería o interrupción que ocurra no se tenga que salir al exterior.

4.º Que existan los elementos necesarios para prestar servicio, aunque se quede aislado cuatro o seis días a causa de un temporal.

Respondiendo a este fin, se han reunido en el cuadro (figuras 3.^a y 4.^a) todos los elementos necesarios para que el operador, sin moverse de su sitio, pueda saber y hasta corregir toda deficiencia que observe o le sea avisada por las señales de alarma.

Según puede verse por ambas figuras, la corriente, sea de la Compañía o del grupo electrógeno auxiliar, se manifiesta en las lámparas pilotos (12 y 13), respectivamente, y por el conmutador (4), se alimenta la instalación, bien directamente o por

el interruptor horario (5). Después de pasar por los interruptores automáticos de máxima y mínima (10 y 11) se procede a la distribución de la energía en todas las derivaciones, provistas cada una de interruptores automáticos tipo A. E. G. (33), quedando

ra 2.^a) y el portalámparas con el dispositivo para graduar la altura del foco luminoso, a fin de buscar su posición precisa en función del plano focal y de su altura sobre el nivel del mar.

La corriente eléctrica que se ha llevado al morro o parte terminal del rompeolas procede de una de las Compañías que suministran fluido en la ciudad, y el transporte se verifica por línea aérea, apoyada en postes colocados a lo largo del rompeolas.

Las posibles, aunque no frecuentes, interrupciones de corriente, y la exposición a que se vea cortada la línea en los grandes temporales, no permiten darla como segura y que posea las debidas condiciones para el importante servicio del faro, por lo que se ha instalado, dentro de la caseta, un grupo electrógeno de la capacidad suficiente para el alumbrado, no sólo propio del faro, sino de la baliza del espigón, de las luces exteriores del morro y de las del interior de los edificios, que abarca toda la zona de iluminación que se considera in-

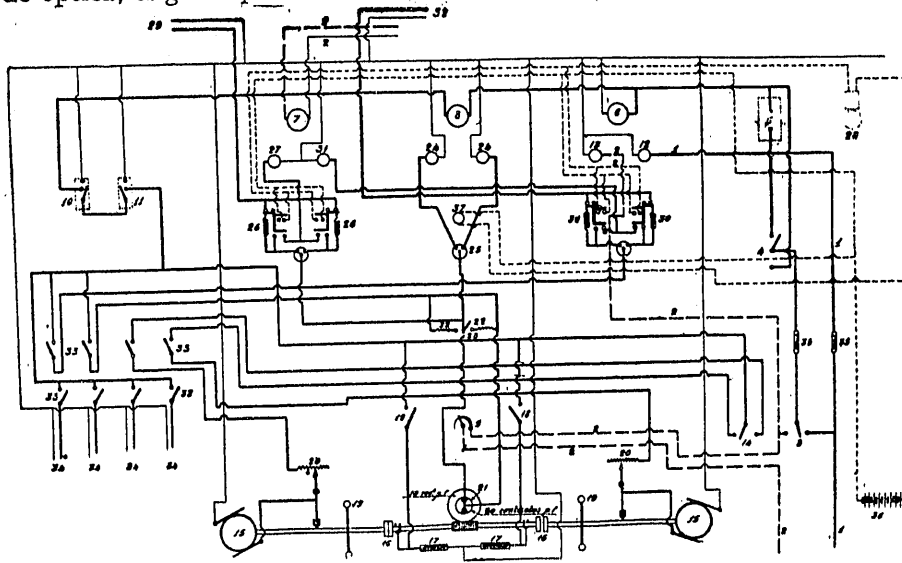


Fig. 3.ª Esquema del cuadro.

1. Línea de alimentación de la Compañía; 2. Idem id. del grupo electrógeno; 3. Conmutador de alimentación; 4. Idem para el interruptor horario; 5. Interruptor horario; 6. Voltímetro de la línea de la Compañía; 7. Idem del grupo electrógeno; 8. Amperímetro; 9. Reóstato del grupo; 10. Interruptor de mínima; 11. Idem de máxima; 12. Piloto de la Compañía; 13. Idem del grupo electrógeno; 14. Conmutador del electromotor; 15. Electromotores para la producción de destellos; 16. Embrague; 17. Electroimán para el embrague; 18. Interruptores de embrague; 19. Reguladores de bolas; 20. Resistencias para la regulación de velocidades; 21. Colector de contactos para los destellos; 22. Resistencias en serie con la luz del Faro; 23. Conmutador; 24. Testigos de destellos; 25. Conmutador de idem; 26. Automático de alarma para el Faro; 27. Señal óptica de alarma para idem; 28. Campana de alarma; 29. Línea al Faro; 30. Automático de alarma para la baliza; 31. Señal óptica de alarma para la baliza; 32. Línea a la baliza; 33. Interruptores a todas las derivaciones; 34. Salida de las líneas para el alumbrado interior y exterior; 35. Fusibles; 36. Batería de las pilas; 37. Voltímetro de las pilas.

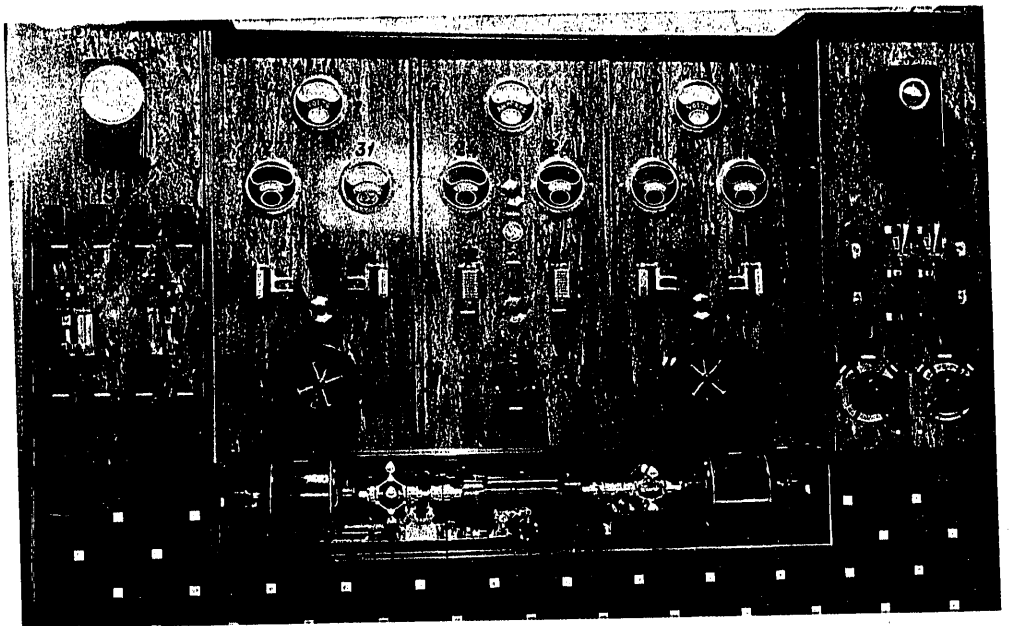


Fig. 4.ª Cuadro.

así asegurado, juntamente con los fusibles (35), el aislamiento de cualquier cortocircuito.

A fin de obtener los destellos que se requieren

para la luz del faro, se han colocado dos electro-motores (15), de los cuales hay uno de reserva, de $\frac{1}{2}$ CV a 500 r/m, que, por medio del embrague (16), acciona al juego de engranaje, que reduce la velocidad a 10 r/m. En el eje de la rueda se halla el colector (21), que permite dos contactos, por vuelta, en la escobilla, y de ésta arranca la derivación al faro; de modo que así se obtienen los veinte destellos por minuto, de siete décimas de segundo de duración, graduadas por el tiempo del contacto.

Con objeto de evitar el tan repetido encendido y apagado del filamento de la lámpara, cuando el colector no da contacto, se hace pasar la corriente por una de las resistencias (22) que, estando en serie con el foco, le deja al rojo, pero sin visualidad alguna desde el exterior.

Las variaciones de voltaje y, por tanto, las de revoluciones de los electromotores, que cambiarían el número de destellos, se corrigen por medio de los reguladores de bolas (19), los cuales, por medio de palancas articuladas, modifican la resistencia intercalada (20), quedando así asegurada la velocidad constante en una variación de 50 voltios.

En las derivaciones al faro y baliza del espigón se han intercalado los automáticos (26 y 30) al objeto de que, en cuanto se produzca una interrupción en la luz respectiva, se enciendan las lámparas (27) ó (31), según el caso, y suene la campana de alarma (28), accionada por una batería de pilas (36).

En caso de fundirse la lámpara del faro, es fácil, aun en noches de temporal, reemplazarla, pues no hay que salir para nada al exterior; pero no sucede lo mismo en la de balizamiento, por lo que se han instalado allí tres focos en derivación, a fin de que, si falta alguno, quede luz, aunque con menos intensidad.

Se han colocado, además, en el cuadro todos los

El grupo electrógeno, instalado en la misma sala que el cuadro (fig. 5.^a), está formado por un motor de explosión, de dos cilindros a 650 revoluciones de

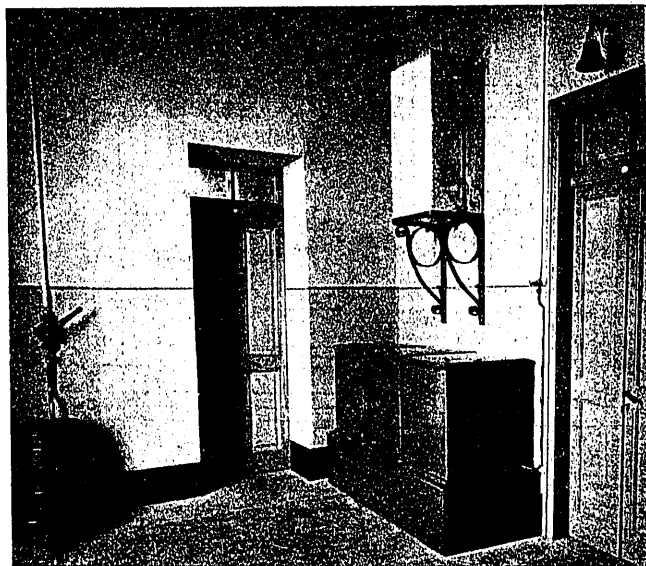


Fig. 5. Elementos auxiliares de la instalación.

7-10 CV, que acciona una dínamo de 30 amperios a 1400 revoluciones.

La refrigeración se hace tomando el agua de un depósito, de 12 000 litros de cabida, situado en el terrado de la caseta, y, a fin de economizar consumo de líquido, se han colocado otros tres depósitos auxiliares con serpentines de enfriamiento por corriente de aire, que permiten emplear la misma agua, en circulación continua, durante unas dos horas, al cabo de las cuales se rebaja su temperatura, admitiendo entonces la cantidad necesaria de agua fría del depósito, mientras que la más caliente cae al desagüe por el vertedero de superficie.

Para la alimentación de bencina se ha colocado otro depósito, de 200 litros, que es la cantidad suficiente para veintiséis horas de marcha del motor, y de su fondo arranca la tubería que la conduce al carburador, con su llave de paso correspondiente.

Para llenar este depósito hay una pequeña bomba de mano que, sin peligro alguno, permite pasar el combustible desde el bidón, aunque el motor esté en marcha, pudiendo quedar asegurado el suministro con la existencia en bidones para setenta horas de trabajo, o sea más de cinco noches de alumbrado completo.

En la propia caseta del morro tenemos asimismo el necesario repuesto de todos los elementos o piezas que puedan consumirse o inutilizarse, como bombillas, fusibles, resistencias, muelles, aislantes, etc., y con suficiente provisión de engrases se ve que puede prestarse el servicio durante varios días seguidos, aunque el operador se quedase aislado a causa de un persistente temporal.

Para terminar, sólo añadiremos que la instalación que se ha descrito, planeada con sumo cuidado y cariño por esta Dirección, dado el objeto primordial de la misma, ha venido funcionando sin la menor interrupción desde el 1.º de noviembre de 1927; que para su estudio y ejecución, en sus menores detalles, nos han prestado su eficaz concurso el ayudante de Obras públicas D. José Lucini y el encargado de la Sección eléctrica D. Julio Pubill, afectos a esta

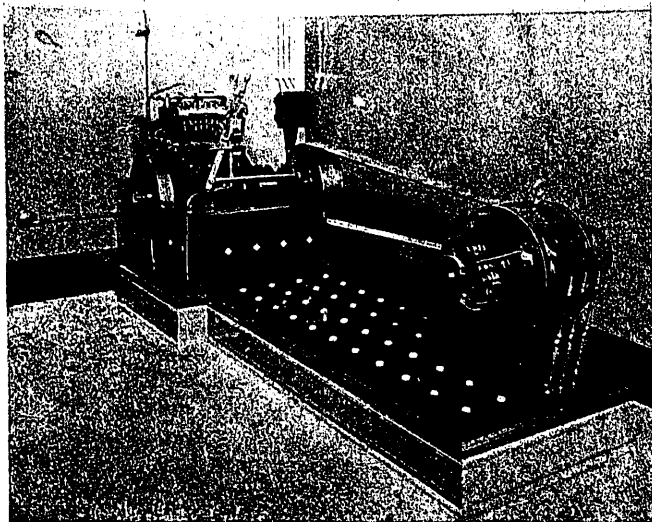


Fig. 5.^a Grupo electrógeno auxiliar.

aparatos de medida, de puesta en marcha y regulación de la dínamo y, en fin, cuantos elementos se han creído necesarios para evitar, en lo posible, todo accidente o parada, según puede verse en detalle en las mencionadas figuras 3.^a y 4.^a.

Dirección; debiendo también consignar que la mayoría de los múltiples y especiales aparatos y elementos que en ella se comprenden se han construido

en nuestros propios talleres, establecidos para la construcción y conservación de las obras y la explotación de los servicios comerciales en el puerto.

José AYXELÁ

Ingeniero director del puerto de Barcelona

Revista de Revistas

La rotura de la presa de San Francisquito.

En nuestro último número se dió cuenta de la catástrofe ocasionada por la rotura de esta presa, y se apuntaba la idea de que la causa pudiera haber sido la deficiencia de condiciones resistentes del terreno de cimentación. En el número de 5 de abril de la revista *Engineering News Record* se hace un extenso resumen del dictamen emitido por una Comisión nombrada por el gobernador del Estado de California, y de dicho resumen tomamos las siguientes notas.

Las conclusiones de la Comisión se resumen de este modo:

1.ª La rotura de la presa de San Francisquito se debe a cimentación defectuosa.

2.ª No existe ninguna circunstancia que dé lugar a pensar que las teorías actuales, que sirven de base para calcular presas de gravedad, sean erróneas; ni tampoco para sospechar que sean poco seguras las presas de hormigón en masa, calculadas con arreglo a estas teorías. Al contrario, el haber permanecido en pie la parte central en tan adversas circunstancias prueba de un modo evidente la estabilidad de estas estructuras cuando están construídas sobre terreno firme.

3.ª La rotura de esta presa indica que es de desear que todas estas estructuras se erijan y conserven bajo la inspección y vigilancia del Estado.

Este desastre pone de relieve el hecho de que, mientras los constructores obtienen grandes beneficios, la rotura de estas presas origina catástrofes en las que perecen los que no tienen intervención en los proyectos ni en la construcción y conservación de tales obras. La alta inspección del Estado debe, pues, extenderse a todas las presas que embalsen gran cantidad de agua.

Indagaciones de la Comisión.

La retención de aguas en la presa de San Francisquito empezó en marzo de 1926; pero sólo se retuvo en dicho año un volumen aproximado al tercio de la capacidad total.

En enero de 1927 el embalse se llenó hasta 0,90 m. bajo el nivel del vertedero, y se mantuvo así durante casi todo el año. El embalse estaba prácticamente lleno cuando ocurrió la rotura de la presa.

Las filtraciones en el cuerpo de la presa no fueron nunca grandes; pero las filtraciones a través del cimientito parece que llegaron a 27 litros por segundo en la tarde del día anterior a la rotura. La Comisión no ha podido comprobar los rumores que circulan de que las filtraciones en la cimentación eran muy turbias, casi fanegas.

La rotura se produjo de repente y dió paso a un volumen de agua que alcanzaba la altura de 37,50 m. en un punto cerca de la presa. Altura aún mayor se ha comprobado en la casa de máquinas núm. 2, a 2260 m. de la presa. La velocidad de la onda y los tiempos empleados por el pico para llegar a diferentes puntos del valle se dan en el siguiente cuadro:

| LOCALIDADES | Hora de llegada | Tiempo empleado desde la localidad precedente Minutos | Distancia en metros desde la localidad precedente | Velocidad en metros por segundo desde la localidad precedente |
|-----------------------------------|-----------------|--|---|---|
| Presa de Barel,..... | 11 y 58 m | 5 | 2 262 | 7,54 |
| Casa de Máquinas Municipal n.º 2. | 12 y 3 m | | | |
| Compañía Edison de California: | | | | |
| Subestación cerca de Sangus. | 12 y 38 m | 35 | 11 310 | 5,38 |
| Campamento de Kemp..... | 1 y 20 m | 42 | 11 310 | 4,49 |
| Puente de Fillmore..... | 2 y 25 m | 65 | 19 152 | 5 |
| Santa Paula..... | 3 y 10 m | 55 | 12 818 | 4,75 |
| Puente de Saticoy..... | 4 y 15 m | 65 | 10 254 | 2,62 |
| Puente de Montalvo..... | 5 m | 45 | 6 032 | 2,23 |

Parece probable que el pico excediese de 13 500 m³ por segundo, lo que, unido a la brusquedad de la rotura y a la obscuridad de la noche, dió lugar a que pocas personas en el valle pudieran escapar con vida, a pesar de que existían altas laderas para ponerse prontamente fuera del alcance de las aguas. En el campamento establecido por la Compañía Edison, de California, para construcción de sus obras, a 25 km. de la presa, perecieron más de 80 obreros, de los 140 que en él se hallaban.

Construcción de la presa.

La excavación para cimientos llegó hasta 2,40 m. bajo el nivel de la presa de derivación que se construyó en el lecho del río para poder cimentar en seco. En la orilla izquierda la excavación se hizo en la roca, sin escalones, y no se ejecutó muro de pantalla; en parte de la excavación de la margen derecha se hizo una pantalla de 0,90 m. de altura y 0,90 m. de ancho. Únicamente en el lecho se tomaron precauciones contra las subpresiones; diez taladros de profundidad variable entre 4,50 m. y 6 m. con tubos se dispusieron en esta parte, comunicando con una tarjea ordinaria. El drenaje que proporcionó este sistema parece haber sido pequeño. La mayor parte de este drenaje está bajo la porción de la presa que queda en pie, aunque probablemente sea sólo una coincidencia. No se hizo galería alguna de inspección en el cuerpo de la presa, ni inyecciones de ninguna clase en el terreno de cimentación.

Los áridos para el hormigón fueron arena y grava del lecho del río. Tomadas tres muestras representativas de la calidad del hormigón del dique roto, dieron resistencias bastante elevadas.

La presa estaba colocada a caballo sobre una falla.

Carácter de la roca de cimentación.—Del examen geológico del terreno, la Comisión deduce que la presa se construyó sobre una falla o contacto entre conglomerado rojo y micasquisto. El esquisto es una variedad ordinaria de roca metamórfica cristalina, constituida principalmente de cuarzo con mica y probablemente feldespato; tiene fisibilidad muy pronunciada y los agentes atmosféricos la desintegran en láminas delgadas. En muchos sitios el esquisto está netamente cortado, comúnmente en planos sensiblemente paralelos a los de esquistosidad o laminación. En estas zonas cortadas la roca es muy frágil y se excava fácilmente con pico. Desde el punto de vista estructural, el esquisto es un material muy flojo.

El conglomerado rojo de la margen derecha, cuando