

entera, habrá de cumplirse, y que extrañaba la protesta, por cuanto Cataluña había sido la primera en proponer aquella ley.

Verdad es que, como disculpa de este verdadero intento de coacción, alega la Cámara la necesidad y la justicia de que desaparezca la irritante desigualdad contributiva existente entre este Puerto y los deniás de España, por los recargos para sus respectivas obras devengados; desigualdad que, como muy pronto veremos, resulta tan infundada y quimérica como todos los cargos de la citada Corporación; pero antes de abordar este asunto, que constituye la parte más culminante de nuestro trabajo, bueno es ocuparnos, aunque sea con cierta brevedad, de los medios y argumentos empleados por la misma en su ruda y sistemática oposición hacia el planteamiento de una obra como la de los diques provisionales de carena, tan útil y beneficiosa para los intereses generales y muy singularmente para los del Comercio de Barcelona.

(Se continuará.)

Por la Dirección facultativa de las obras del Puerto,
El Director, CARLOS MONDÉJAR.
El Subdirector, JULIO VALDÉS.

REVISTA EXTRANJERA

Nota sobre las presas de fábrica (1).

La terrible catástrofe que produjo la rotura de la presa de Bouzey ha llamado la atención de los ingenieros sobre las causas que pueden ocasionar averías semejantes, aun cuando los trazados gráficos y los cálculos hayan demostrado que los perfiles satisfacen á las condiciones de estabilidad que se exigen habitualmente.

En una nota publicada en los *Annales des ponts et chaussées* (1895, segundo semestre, página 77), el Ingeniero M. Le Rond hizo observar los peligros á que se halla expuesta una presa en que se abren grietas, circunstancia que no se prevé generalmente en los proyectos, y que no siempre sería posible tener en cuenta.

En efecto, los estudios relativos á las fábricas, y en particular á las presas, suponen macizos homogéneos y monolíticos, á través de los cuales se considera una serie de secciones ideales. Se comprueba que la presión no excede en ningún punto del límite asignado, teniendo en cuenta las fuerzas que entran en juego, cualquiera que sea la dirección de aquellas superficies ideales. En las presas, las únicas fuerzas que se consideran son el empuje del agua contra el muro y el peso de las fábricas.

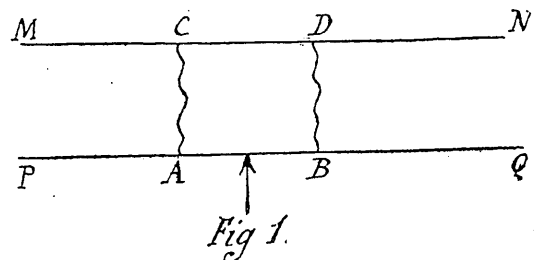
Por desgracia, una de las hipótesis, la de la homogeneidad, muchas veces no se realiza con absoluta exactitud, ya sea porque los materiales que se emplean no son todos de la misma naturaleza ó de calidad idéntica, ya también porque los numerosos operarios que hay necesidad de reunir para ejecutar con rapidez una obra de consideración no poseen la misma habilidad, ni colocan los materiales de igual modo. Se sigue de aquí que pueden producirse asientos desiguales, que son causa de que se formen con el tiempo grietas que hacen que no se realice la segunda hipótesis, dejando de ser monolítico el macizo.

Las grietas pueden provenir de otras causas, tales como la desigualdad de la resistencia del terreno en que se apoya la obra. M. Le Rond las atribuye sobre todo á los cambios de temperatura, y también al trabajo elástico de las fábricas á consecuencia de las variaciones del nivel del agua en el embalse. El Inspector general M. Guillemin, en su *Cours de Navigation* (Enciclopedia Lechallas, t. II, p. 343) ha demostrado que, en el paramento de aguas-arriba de la presa, pueden producirse tensiones capaces de ocasionar grietas, cuando la resultante de las fuerzas que le están aplicadas pasa demasiado cerca del paramento de aguas-abajo.

Sea de ello lo que quiera, si existen grietas y comunican con el paramento de aguas-arriba, el agua penetra en ellas y, por muy pequeñas que sean, ejerce una presión hidrostática de igual intensidad que la de la masa líquida que la empuja.

M. Le Rond estudió principalmente las grietas horizontales y las subpresiones que de ellas resultan. No insistió sobre las grietas verticales, que parecen, no obstante, mucho más peligrosas.

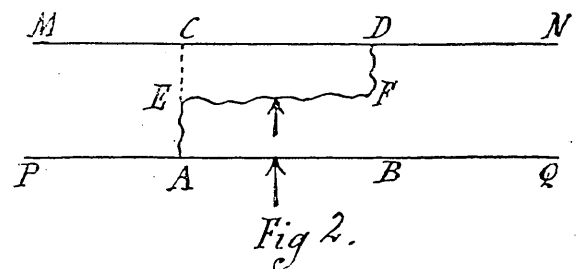
Nada habría que temer si, por ejemplo, un muro cuya planta está representada en MNPQ (fig. 1), se agrietase verticalmente



en AC y en BD, en dirección perpendicular á los paramentos: el macizo ABCD, poseería, como los macizos adyacentes, su estabilidad propia, conforme á lo previsto por los cálculos.

Pero más generalmente, en las fábricas, á consecuencia del enlace de las piedras, las grietas se forman preferentemente según las juntas y se propagan siguiendo líneas irregulares, cuya dirección general no es perpendicular á los paramentos. De aquí procede el peligro.

Supongamos, en primer lugar, un caso excepcional, pero sencillo (fig. 2): se abre aguas-arriba una grieta vertical en A, y se diri-



ge al principio según AE, perpendicularmente al paramento; luego se vuelve bruscamente á ángulo recto y se propaga de E á F, paralelamente á los paramentos. Se ve enseguida que se ejerce en la grieta EF una presión del agua igual á la que obra en el paramento de aguas-arriba de A á B, y cuyo momento es el mismo con relación á cualquier punto del paramento de aguas-abajo. Pero la resistencia al vuelco, que era la opuesta por el macizo ABCD, es ahora solamente la debida al macizo parcial EFCD. Si, por ejemplo, la grieta se halla á la mitad del espesor del muro, el momento de estabilidad queda reducido á la

(1) *Annales des ponts et chaussées*, L. Durand-Clayé.

cuarta parte, puesto que, tanto el peso de la fábrica como el brazo de palanca se reducen á la mitad. La resultante de las fuerzas aplicadas al macizo EFCD puede entonces salirse del perfil, y ese macizo tiende á ser volcado. Está ya retenido sólo por la cohesión de la fábrica en la base y en las caras EC, FD; si esta cohesión, siempre pequeña, llega á ser insuficiente, ese trozo de fábrica será proyectado hacia fuera. El macizo AB EF se encontrará entonces en las mismas condiciones, será á su vez proyectado, y quedará abierta la brecha.

Todo muro en que existe una grieta vertical que comunique con el paramento de aguas-arriba, no siendo normal á él, se halla expuesto, en mayor ó menor grado, á una avería análoga. Los dos croquis adjuntos (figs. 3 y 4) lo ponen en evidencia.

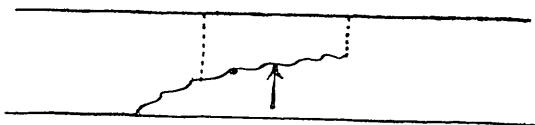


Fig 3.

Estas consideraciones pueden servir para completar las explicaciones que se han dado de la rotura de algunas presas, y tal vez para prevenir graves desastres, dando una nueva dirección á las investigaciones de los funcionarios facultativos encargados de la conservación de obras de esta clase. Cualquiera que haya visitado las ruinas de la presa de Bouzey ha debido observar que los temores tan justificados de los ingenieros y del público de los alrededores provenían de la existencia, en el paramento de aguas-arriba, de grietas verticales cuyos restos se ven todavía y cuya presencia se puede comprobar en las partes del muro que han quedado en pie.

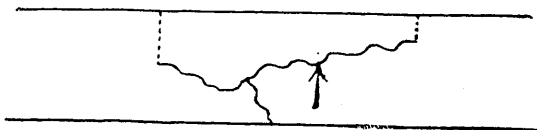


Fig 4.

Es imposible saber cómo se propaga en el interior del macizo una grieta que sólo aparece en el paramento. Si es dable tener en cuenta en el cálculo las subpresiones, como lo ha hecho M. Le Rond, el estudio analítico es impotente para prevenir los efectos de las grietas verticales, cuya forma en planta es desconocida.

Parece, pues, que en el momento en que se manifieste una grieta debe considerarse urgente repararla, no por medio de un relleno ineficaz, sino restableciendo la continuidad absoluta del macizo, aunque para ello fuera necesario vaciar el embalse y reconstruir una parte del muro.

Tratamiento de las materias excrementicias.

M. Livache ha presentado á la Sociedad de Ingenieros civiles de Francia un estudio acerca del tratamiento de las materias excrementicias en Nueva York y en Filadelfia y la aplicación en París de los mismos procedimientos.

En Filadelfia se someten diariamente 800 toneladas de aque-

llas materias á un tratamiento especial. La población es de un millón de habitantes y la densidad de 5,8 habitantes por cada casa, mientras que, en Nueva York, esta cifra se eleva á 16,4. Se comprende, pues, que en Filadelfia, este servicio debe resultar costoso.

El tratamiento se efectúa de dos modos distintos; en una parte de la población, se queman las basuras, y en otra se someten á la acción del vapor á presión, lo cual permite recoger las partes susceptibles de aprovechamiento contenidas en las deyecciones orgánicas. La extracción de estos productos se ejecuta diariamente, exceptuando los domingos, en carros metálicos herméticamente cerrados.

La combustión se hace en hornos capaces de quemar 50 toneladas diarias; el coste de esta operación se eleva á 1,55 francos por tonelada. Se obtiene como residuo un 5 por 100 de cenizas que pueden ser utilizadas para la agricultura, pero que hasta ahora carecen de un mercado fijo.

El tratamiento por el vapor, según el procedimiento de Arnold, se aplica diariamente á 400 ó 500 toneladas; las materias fecales se exponen en recipientes cerrados á la acción del vapor; el agua que se desprende arrastra las materias grasas, se presan los residuos sólidos y se someten á la desecación, obteniéndose un producto que se puede utilizar como abono.

La instalación comprende veinte recipientes y ocho prensas. De cada 100 kilogramos de materias fecales se obtienen 2,5 á 5 de materia grasa y 12 á 18 de abono preparado; el resto es agua. La materia grasa se vende á 30 francos el quintal métrico y la parte seca tiene un valor variable, que llega, en ciertas épocas del año, á 60 francos por tonelada.

Se han hecho, en Nueva York, algunos ensayos infructuosos para el tratamiento de las materias excrementicias, y á consecuencia de un concurso, se ha constituido una compañía que ha establecido una instalación para el tratamiento diario de 500 toneladas, que viene á ser la mitad de la producción de la ciudad, empleando el procedimiento de Arnold que acabamos de describir. Esta instalación funciona desde el año próximo pasado, y se proyecta aplicar el procedimiento á todas las deyecciones de la población.

El autor opina que este tratamiento se podría aplicar con gran ventaja en París. Los 900.000 metros cúbicos de materias fecales que se recogen cada año representan 720.000 toneladas, que producirían 90.000 toneladas de abono seco y 7.200 toneladas de materias grasas, y que valdrían en junto cerca de 6 millones de francos.

En París, el transporte por ferrocarril de las materias excrementicias no preparadas es demasiado costoso para poder competir con los abonos químicos, además de que su empleo en esta forma presenta muchos inconvenientes desde el punto de vista higiénico. La combustión es muy costosa y no permite recoger los productos aprovechables, razones todas que vienen en apoyo de la tesis de M. Livache.

El diamante en el acero.

La Mineralogía enseña que el diamante es un producto formado á altas temperaturas. M. Moissan ha demostrado que, enfriando el hierro fundido, en cuya composición entra el carbono, como es sabido, la presión ejercida por la costra solidificada, determina la formación de diamantes.

Según M. Rassel, el acero contiene siempre diamantes.