

las integrales $\int y^4 dx$, $\int y^5 dx$ $\int y^m dx$, puesto que haciendo $\beta = m\alpha$ se expresa $\sin \beta = \sin m\alpha$ en potencias de $\sin \alpha = \frac{y}{l}$. Así pues, tendremos un término $\int y^m dx$ en función de otras integrales correspondientes á menores valores de m , y como estas se expresan en función lineal de φ , así mismo se expresará la propuesta.

JOSÉ ECHEGARAY.

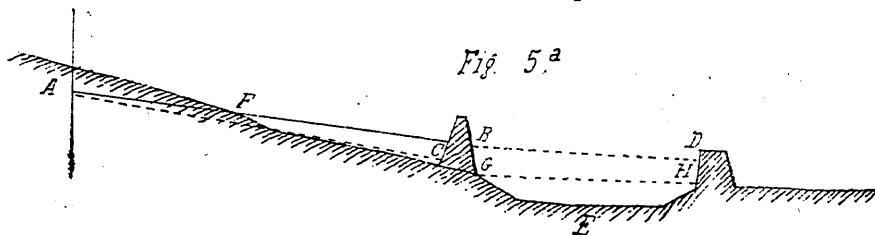


Fig. 5.^a

nal de agua turbia en este momento, canal que generalmente estará mitad en desmonte y mitad en terraplen, si no es que esté todo en terraplen (A es la solera de la toma de aguas). Si en el principio de la operación, cuando el nivel del agua es G H, se quiere establecer el canal de agua turbia de manera que conduzca á este nivel, ó sea al punto G, es claro que será necesario establecer su solera según el perfil A C, y por consiguiente, desmontar la parte A F G, que más tarde deberá terraplenarse (ya artificialmente, ya naturalmente por sedimentaciones). Resultará, por consiguiente, un mayor gasto que si de una vez se hubiese establecido el canal según A B, con la condición de construir en B un vertedero para proteger la extremidad del terraplen F B G, é impedir las socavaciones que producirían las aguas al verterse en la cuenca.

En rigor, se podría abrir el canal con su pendiente definitiva hasta F solamente, después de F hasta G trazarle con la pendiente del terreno; pero entonces casi siempre, por no decir siempre, habría de F á G una pendiente demasiado dura, y que necesitaría el revestimiento de las márgenes del canal, lo cual es un nuevo origen de gastos.

La combinación más racional bajo todos los puntos de vista, y la menos costosa, consiste,

DESECAMIENTOS POR SEDIMENTACION.

Extractado de los «Anales de puentes y calzadas.—Mémoire sur les colmatages de la vallée de l'Isère entre Albertville et la limite du département de la Savoie par Mr. Choron.

(Continuacion.)

Sea B C D (fig. 5.^a) una cuenca de sedimentación. Supongamos que B D represente el nivel á que deberá mantenerse el agua cuando la operación toque á su fin. Sea A B la solera del ca-

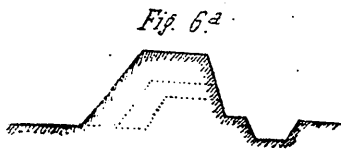
pues, en establecer desde el principio el canal de aguas turbias, de tal manera que pueda seguir hasta el fin sin transformación, construyendo en su extremidad un vertedero que fije invariablemente su pendiente, y que proteja las obras próximas.

Se puede, al presente, resumir en algunas palabras el procedimiento más racional y más económico para crear una cuenca de sedimentación. Conviene, ante todo, redactar un proyecto completo de las obras, sin perjuicio de ejecutarlas después por partes. Este proyecto comprenderá:

- 1.º Un dique de circunvalación para aislar la cuenca, con una cuneta exterior que reciba las aguas de filtración.
- 2.º Un canal de aguas turbias con un vertedero en su extremidad, establecido de tal manera que no sea necesario modificarla hasta el fin de la operación.
- 3.º Una toma de agua.
- 4.º Un vertedero de aguas claras abierto en el dique de recinto, y un canal que recoja estas aguas y las conduzca á algún cauce.

Los canales de aguas sucias y de aguas claras y la cuneta, deberán establecerse con arreglo á las disposiciones definitivas. El dique de circunvalación podrá ser ejecutado por pisos sucesivos, á medida que se eleve el nivel de los se-

dimentos, como se indica en la figura 6.^a por líneas de puntos.



El emplazamiento de la toma de agua se determinará en vista de las consideraciones siguientes:

- 1.º La solera se fijará al nivel de las más bajas aguas del curso de agua.
- 2.º La pendiente del canal será 0^m,0006 á 0^m,0007 por metro.
- 3.º La solera del vertedero establecido en su extremidad, estará al nivel que deban alcanzar definitivamente los sedimentos.

Estas diversas condiciones están justificadas por los principios que se han establecido más arriba.

El dique de circunvalacion debe coronarse á 0^m30 al ménos sobre el nivel del agua de la cuenca, á fin que no pueda temerse el desbordamiento en ningun caso. Estando el nivel del agua unos 0^m20 sobre el vertedero de aguas claras, resulta que la coronacion del dique está 0^m50 más alta que el vertedero.

Tales son las disposiciones generales que conviene adoptar cuando se quiere crear una cuenca de sedimentacion; pero queda todavía un punto muy importante que fijar, y es el siguiente: ¿cuál es la relacion que debe existir entre la superficie de la cuenca y el volúmen de agua turbia que debe llegar á ella por segundo? Esta relacion debe determinarse, imponiéndose las dos condiciones siguientes:

- 1.º El agua de la cuenca debe salir completamente clara.
- 2.º El relleno debe operarse en el menor tiempo posible.

Es evidente *á priori* que, permaneciendo igual la superficie de la cuenca, si se aumenta sucesivamente el volúmen del agua que en ella entra, llegará un momento en que el agua saldrá todavía turbia por el vertedero. Es evidente tambien que si se disminuye sucesivamente el gasto del

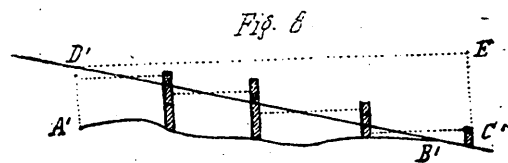
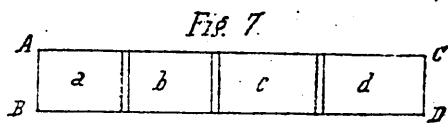
canal de aguas turbias, llegará un momento en que se caerá en el inconveniente contrario, es decir, que llegará á poderse disminuir la superficie de la cuenca, sin que por esto deje de salir el agua completamente clara. En una palabra, si partiendo de un volúmen cortó, se va aumentando sucesivamente, llegará un momento en que el agua empiece á salir completamente clara; si se aumenta entónces el volúmen de aguas turbias, saldrán todavía turbias y habrá légamo perdido, lo cual es un mal. Si por el contrario, se disminuye el volúmen del agua, no se obtendrá todo el efecto posible en un tiempo dado, la operacion se alargará, pues, sin necesidad, lo cual es tambien un mal. El momento indicado es, pues, aquel en el cual la relacion entre el volúmen de las aguas turbias y la superficie de la cuenca es tal, que no se pierda ni légamo ni tiempo. Esta relacion, que llamaremos *relacion de equilibrio*, depende en general de muchas circunstancias, siendo las principales la velocidad del agua á su llegada, la naturaleza, densidad y volúmen de las materias que lleva en suspension, y la carga sobre el vertedero de salida. Es probable que dependa tambien de la superficie de la cuenca, es decir, que no permanezca constante, sino que sea funcion de dicha superficie.

En presencia de tantas influencias más ó ménos difíciles de aislar, no es fácil imaginar una ley sencilla, ni es dable encontrar la ley verdadera por experimentos directos; mas en la práctica la cuestion se simplifica mucho, gracias á las consideraciones ántes expuestas.

Hemos visto, en efecto, que por motivos particulares, que no son esenciales, es verdad, pero que conviene tener mucho en cuenta, casi todas las disposiciones generales de las obras están indicadas de antemano, á excepcion de la seccion del canal de aguas turbias, y por tanto, el conocimiento de la relacion de equilibrio sólo podria tener interes para reducir dicha seccion á su mínimo. En rigor se podrian hacer experimentos, que aunque no condujesen á la solucion del problema, por lo ménos darian alguna luz; pero lo más sencillo es guiarse por el instinto y por el estudio de las obras existentes en la localidad, partiendo del principio que vale más perder lé-

gamo (cuando se tiene todo el que se desee) que alargar el tiempo; por consiguiente, en la duda, valdrá más aumentar un poco la sección del canal, y por consiguiente, su gasto, ántes que exponerse á no darle las dimensiones estrictamente necesarias. Recordaremos, además, que alargando el vertedero de salida, se reduce el espesor de la capa de agua renovable, y que se puede así aumentar el volúmen de las aguas turbias sin perder légamo; pero dicha dimension tiene sus límites, de los cuales no es conveniente salir. En resumen: la duracion de la sedimentacion varía en razon inversa del volúmen de aguas turbias, siempre que la disposicion de las obras sea tal, que éstas se clarifiquen por completo; hay, por consiguiente, ventaja en aumentar dicho volúmen todo lo posible. Por otro lado, las disposiciones que permiten utilizar enteramente las aguas turbias, serán tanto más costosas, cuanto mayor sea su volúmen, y por tanto, están subordinadas ante todo á los recursos de que se dispone, además de depender de las circunstancias expresadas más arriba. En cada caso particular deberán, pues, pesarse estas diversas circunstancias para adoptar la combinacion que esté más en armonía con ellas.

Hasta ahora hemos examinado únicamente el caso de una cuenca única, teniendo por sí sola una toma de aguas y un canal de agua turbia; pero es raro que un terreno de una estension importante pueda constituir una sola cuenca de sedimentacion, siendo casi siempre necesario dividirlo en varios lotes, que forman otras tantas cuencas escalonadas. Supongamos que se tenga que desecar por sedimentacion una zona A B C D (figura 7 y 8) de una cierta extension en el



sentido longitudinal de un valle, cuya zona re-

presenta terrenos bajos, situados á un nivel inferior del de los terrenos cultivados. Estos últimos terrenos tienen, por precision en el sentido del valle una cierta pendiente, sea $D' C'$ su pendiente media, y $A' B'$ la línea media que represente el fondo de los terrenos que se quieren desecar. Es claro que no hay interes en elevar su nivel más arriba de $D' C'$, y si se dispusiesen en una sola cuenca, el nivel de los sedimentos acabaria por alcanzar una línea sensiblemente horizontal, que sería $D' E'$ (si es $A' D'$ la altura que se quiere elevar en el punto A'). De aquí se deduce: 1.º, que se habrian hecho obras muy costosas, porque en B' el nivel del agua deberia mantenerse á la altura E' por lo ménos; 2.º, que la operacion habria durado un tiempo demasiado largo, puesto que se habria depositado inútilmente un volúmen de légamo representado por el triángulo $C' D' E'$.

(Se continuará.)

NOTA

SOBRE EL REVESTIMIENTO DE LOS DIQUES DE ESCOLLERA CON PRISMAS DE HORMIGÓN.

Sabido es que la aplicacion de los prismas de hormigon al revestimiento de los diques de escollera, tuvo su origen en la falta de bloques naturales de bastante peso y volúmen para resistir la accion constante de las olas en algunas localidades. Esta circunstancia, que ocurre con frecuencia, ha contribuido á generalizar la aplicacion de los bloques artificiales, cuyo volúmen por lo mismo ha ido aumentando progresivamente; pero sin variar el sistema de su aplicacion, que ha tenido constantemente lugar en la misma forma que ántes se hiciera de los bloques naturales, ó sea como escollera de piedra perdida; de manera que en cuanto á los diques de esta clase se refiere, la aplicacion de los prismas se habia reducido puramente á la sustitucion de un material por otro. Si el mayor volúmen de éste ofrecia tambien garantía de mayor estabilidad, pudo desde luégo advertirse que la forma de su empleo neutralizaba en gran parte el resultado conseguido; porque la posicion de los