

Resumen.

Las consideraciones que hemos expuesto tienen por objeto disipar ciertas dudas y señalar algunos errores que resultan del método generalmente adoptado para definir las magnitudes de electromagnetismo, así como las unidades y las dimensiones de estas magnitudes con relación á las magnitudes fundamentales.

El medio más sencillo de alcanzar este fin es no arriesgar ninguna hipótesis arbitraria especial sobre la naturaleza de las magnitudes, y al mismo tiempo poner siempre en evidencia en las fórmulas todos los coeficientes que permiten las leyes generales; solamente así es como se llega á las relaciones que expresan las leyes y dan origen á definiciones completamente independientes del sistema de unidades de medida, cuya elección queda, por consiguiente, completamente libre.

No es haciendo hipótesis especiales respecto á las magnitudes como se establece los distintos sistemas, sino eligiendo como magnitudes fundamentales magnitudes de naturaleza diversa. Las dimensiones de las distintas magnitudes deben estar expresadas en función de *todas* las magnitudes fundamentales que las leyes físicas conocidas obligan á considerar como muy necesarias en la definición de las derivadas.

En esta forma permanecen iguales las dimensiones de una magnitud, cualquiera que sea el sistema de unidades adoptado para medirla.

Por el contrario, y con relación á cada unidad fundamental particular, pueden las dimensiones aparecer distintas en dos sistemas diferentes, si estos dos sistemas contienen una ó varias magnitudes fundamentales de naturaleza distinta.

Por esto es por lo que la relación entre las dimensiones de una misma magnitud, en sistemas distintos, se expresa siempre por medio de un número sin dimensiones, este estado, da de hecho lugar á las relaciones especiales que existen entre las magnitudes de naturaleza física distinta, tomadas como magnitudes fundamentales en los distintos sistemas que expresan las leyes físicas.

No se puede juzgar de la homogeneidad de varias magnitudes, más que por el examen de las ecuaciones *completas* y de este examen deducir si es posible ó no medirlas con la misma unidad de medida ó si es oportuno dar el mismo nombre á las unidades que se emplea para medirlas.

Conservar en las ecuaciones *todas* las magnitudes fundamentales no altera, de modo alguno, ni el valor de las unidades definidas, ni los valores numéricos de las magnitudes medidas; esto permite únicamente emitir un juicio respecto á la homogeneidad.

Es erróneo afirmar que en el sistema electromagnético el campo magnético y la inducción magnética son magnitudes que se puedan medir con la misma unidad; errónea es también la pretensión de que la naturaleza de ambas dimensiones sea distinta y, por consiguiente, querer establecer dos nombres diferentes para las unidades que les corresponden, equivale á querer modificar los principios establecidos referentes á las medidas eléctricas ó los sistemas de unidades actualmente reconocidos.

Bien por el contrario, lo que se trata es de evitar la confusión entre las ecuaciones simplemente numéricas y las ecuaciones de homogeneidad; lo que se ha intentado es poner de manifiesto hasta qué punto estas apreciaciones erróneas dependen precisamente de la costumbre tomada de considerar las ecuaciones de dimensión incompletas (pero solamente en *MLT*).

H.

EL RIEGO EN ITALIA

POR EL

INGENIERO LUIS LUIGGI

(CONTINUACIÓN) (1)

f) *Aqua derivada de ríos.*—Estos precios son aceptables en regiones semiáridas, como las Apulias, Calabria, Sicilia y Cerdeña, donde tres ó cuatro riegos desde mediados de Marzo á mediados de Mayo, cuando las plantas están en pleno crecimiento pueden salvar la cosecha y compensar con creces los gastos originados por el agua. Además, se asegura así una segunda cosecha de maíz, papas, melones, etc.

Sin embargo, dichos precios son todavía demasiado altos para los riegos ordinarios de praderas, los cuales representan el cultivo más generalizado en la Lombardía y el Piamonte.

Por otra parte, para el riego de grandes extensiones de tierra la cantidad de agua que puede ser embalsada en un lago artificial es relativamente demasiado pequeña, y el caudal derivado puede variar desde pocos metros cúbicos hasta 20 metros cúbicos por segundo, en la zona del Tirso, 44 metros cúbicos por segundo en la del Fortore. Pero estos dos casos son verdaderamente excepcionales.

En consecuencia, cuando es necesario conseguir más grandes cantidades de agua, á precios lo más bajos y es posible derivarlas de ríos, estas derivaciones son las más convenientes.

Tales son las efectuadas en algunos ríos alimentados por lagos naturales, como el Ticino, Adda, Oglio y Mincio, cuyas aguas son, relativamente, algo cálidas; ó en ríos alimentados por ventisqueros, verdaderos lagos de hielo, como el Tánaro, Pó (hasta Turín), Dora, Sesia, Orco, Adige y muchos otros, cuyas aguas resultan algo frías, y, por consiguiente, menos eficientes que las primeras, provistas por los lagos.

Las obras que se requieren para efectuar una derivación son, en general:

- a) Un dique sumergible, sólido, de buena mampostería á través del río, capaz de represar las aguas á un nivel que domine la zona por regar.
- b) El edificio de toma, bocacaz, provisto de suficientes compuertas, las que llegan á 20 en el canal Villaresi.
- c) El desarenador, que consiste en una ó más compuertas, adyacentes á las de la toma, dispuestas de tal manera que provoquen una fuerte corriente frente y paralelamente á las mismas, para librar la toma de todos los materiales de acarreo, que tienen tendencia á depositarse delante de las compuertas, y evitar que entren en el canal.

En la toma empieza el canal principal de derivación que sigue con una pendiente variable de 0,15 á 0,50 metros por 1.000, según la sección y el volumen de agua del canal, de manera que la velocidad no resulte inferior á 0,50 metros por segundo para evitar depósitos, y no mayor de 0,70 metros en los canales excavados en tierra ordinaria, para evitar corrosiones. Para velocidades mayores es necesario proteger el canal con revestimientos. En los acueductos, sifones y obras de arte, la velocidad adoptada es de 1,20 á 2 metros, y en casos excepcionales, de 3 metros por segundo; pero entonces la mampostería debe ser asentada con mortero cementicio.

El canal principal está provisto de las correspondientes obras

(1) Véase el núm. 2136.

de arte, como vertederos descargadores, reguladores, medidores, donde se derivan los canales secundarios. Estos últimos tienen una pendiente de 1 á 2 por 1.000, y alimenta los canales terciarios y acequias privadas, siendo regulada la entrada del agua por medio de medidores, ó vertederos Cipolletti ú otro sistema, siempre que den una aproximación limitada al 2 por 100 del caudal.

Se evitan los contadores mecánicos, salvo en casos especiales de muy pequeñas derivaciones.

Muchos de estos canales de riego datan de la Edad Media, y son usados también para la navegación interna, lo que constituye una peculiaridad de los canales llamados Navigli.

Fué en uno de estos que Leonardo de Vinci instaló las primeras esclusas que permitieron la navegación pasando de un trecho de canal á otro siguiente á más alto ó más bajo nivel.

El más antiguo es el Naviglio Grande, de Milán, construido en el siglo XII; tiene un largo de 50 millas y un caudal de 65 metros cúbicos por segundo.

Siguen en orden de antigüedad el de la Muzza derivado de Adda, con 60 metros cúbicos por segundo; después el Naviglio de Cremona, derivado del Oglio, con 30 metros cúbicos por segundo, y muchos otros, todos de cinco á seis siglos de edad, amén de unos cuantos centenares de canales más chicos, con un caudal de 5 á 20 metros cúbicos por segundo.

Los canales modernos, es decir, los construidos durante los últimos cincuenta años, desde la Unidad Italiana, merecen una especial atención. El más grande y más largo de todos es el canal Cavour, con un caudal de 110 metros cúbicos por segundo, un desarrollo de 110 kilómetros de canal principal y cerca de 1.500 kilómetros de canales secundarios y terciarios; esto es, un total de más de 1.600 kilómetros.

Fué principiado en 1855 por una compañía particular que quebró, y reanudado y concluido por el Estado, con un gasto de unos 100 millones de liras. Este canal, el más importante aún de Europa, fué el instrumento que transformó la región quizás más desolada del Piamonte, de más de 100.000 hectáreas de pedregales, donde sólo crecían raquíticos arbustos, y cuya renta no pasaba de 20 á 25 liras por hectárea y por año, en la más fértil región de arrozales y praderas de Italia, donde se fabrican las mejores mantecas y los renombrados quesos parmesanos y gorgonzola, dando hoy una renta anual que varía de 200 á 300 liras por hectárea.

Siguen después en orden de importancia económica y técnica, por las dificultades vencidas y las obras especiales, requeridas, el canal Villoresi, con un caudal de 44 metros cúbicos por segundo; obra grandiosa dirigida por el ilustre Ingeniero Cipolletti; el canal de Marzano, con 30 metros por segundo; el canal Veronese, con 15 metros cúbicos por segundo; el canal Tagliamento, con 17,5 metros cúbicos por segundo. Son todos excelentes modelos en su clase, tanto por la importancia de las obras construidas como por la perfección de su administración, hasta el punto de que Ingenieros hidráulicos y agrónomos de todas partes del mundo vienen para estudiarlos.

Un importante canal en proyecto, es el «Emiliano» que desde Piazenza seguirá por Bologna y Rimini, con un largo de 300 kilómetros, un caudal de 200 metros cúbicos por segundo y un costo presupuesto en 250 millones de liras.

En la Italia Central, cerca de Grosseto, se está construyendo un canal grandioso, de la capacidad de 600 metros cúbicos de agua por segundo, que se espera podrá funcionar en 1916. (1)

Por él se derivarán y utilizarán las aguas turbias del río «Ombrone»—las cuales en las crecidas contienen hasta un 10 por 100 de materias sólidas—para rellenar algunas vastas paludes y transformarlas en excelentes campos de cultivo, como se hizo en grande escala y con muy buenos resultados sanitarios y agrícolas, en las cercanías de Ravenna, Grosseto, Caserta y otras partes.

Cuando el nivel del terreno, con el gradual asentamiento de las turbias, se haya levantado de 0,60 á un metro sobre el nivel natural de las aguas de la localidad—ó sea cuando el entarquinamiento es completo—, las obras de la toma y el caudal sufrirán una pequeña modificación, que consistirá en levantar convenientemente el vertedero del dique y el umbral de las compuertas para evitar la entrada de muchas materias sólidas, con lo que se habilitará el canal para el doble uso de riego y navegación.

Este será probablemente uno de los más grandes canales del mundo. En efecto, los derivados del Ganges y del Eúfrates sólo tienen $\frac{1}{3}$ y $\frac{2}{3}$, respectivamente, de su capacidad; sólo será superado por el canal Sbrahimich, derivado del Nilo, con una capacidad de casi 900 metros cúbicos por segundo.

g) *Costo del agua.*—El agua de los canales del Estado generalmente se vende á 25 liras por litro, segundo y año, lo que corresponde á un volumen de cerca de 30.000 metros cúbicos por año, previo descuento del tiempo en que los canales están en seco para las limpiezas y reparaciones ordinarias, lo que da un coste de 0,83 liras, aproximadamente, por 1.000 metros cúbicos. El «litro-segundo» es la cantidad normal de agua que en el Norte de Italia se considera necesaria para el riego de una hectárea; medida en la toma del canal corresponde á una masa de agua de 3 metros de altura distribuida sobre una hectárea durante el año. Pero, como el riego es necesario durante los cinco ó siete meses de la estación seca, resulta que la cantidad de agua aprovechada se reduce casi á la mitad, es decir, de 15.000 á 20.000 metros cúbicos, y el resto se desperdicia. Así el costo del agua es actualmente de 1,02 á 1,66 liras por 1.000 metros cúbicos, es decir, en término medio, apenas la quinta parte de lo que costaría si fuera derivada del embalse del Tirso que es el menos costoso de los embalses de Italia; ó de la décima á la vigésima parte del costo del agua tomada de los depósitos ordinarios (*embalse de corona*) ó de lagos artificiales ó provisiones subterráneos como galerías filtrantes, *fontaniles*, etc.

Resulta, pues, que, cuando el agua puede conseguirse á precios tan bajos como los de los canales del Estado, y aun del doble de dicho precio, como los de los canales Villoresi, Marzano y otros grandes canales pertenecientes á Compañías particulares, el riego cubre ampliamente un corte, aun con productos relativamente menos ricos, como pasto, etc., y deja todavía grandes sobrantes para productos como el arroz, trigo, hortalizas, etc.

Así, pues, esta forma de cultivo es fuente de riqueza, como lo prueba el estado acomodado de los cultivadores del Norte de Italia que han practicado el riego desde tiempos muy remotos, y si guen extendiéndolo firmemente en nuevos distritos.

h) *Obras características de los canales.*—Sería muy largo y hasta fastidioso describir, siquiera fuerá rápidamente, las muy interesantes é importantes obras de estos canales, especialmente las del Villoresi y del Marzano, los más modernos, y, por ende, los más perfectos; y presentaría mucho interés para los Ingenieros el examen de las majestuosas obras de toma sifones y acueductos que conducen las aguas por debajo ó por encima de los diferentes ríos y caminos atravesados por los canales, así como de todos los ingeniosos artificios usados para la distribución y el mejor uso del agua.

Será suficiente exponer los planos de las obras más típicas, por ejemplo, la toma del canal Farini, un tributario del canal

(1) Luigi, «La derivazione dall' Ombrone di 600 m³ per secondo», *Giornale Genio Civile*, Roma, 1914.

Cavour con una dotación de 70 metros cúbicos por segundo; el sifón de mampostería bajo del río Sesia, con capacidad de 110 metros cúbicos por segundo; el acueducto sobre el río Dora; el sifón de cemento armado, capaz de evacuar 600 metros cúbicos por segundo, debajo del río Ombrone; el acueducto y sifón del canal de Marbano, que da paso á otros canales, de 30 metros cúbicos por segundo de capacidad, etc.

Todas estas obras pueden ser visitadas fácilmente durante un viaje de un par de semanas entre Turín, Milán, Cremona, Mantovà y Venecia, con gran satisfacción y provecho para quien se interesa por el riego, pues podrá no sólo ver las obras, sino constatar los beneficios de su acción.

Los terrenos en esas regiones fueron transformados de arcanales y pedregales, en fertilísimas tierras vegetales, por medio del paulatino depósito de las turbias contenidas en las aguas de riego.

Donde hace unos cincuenta años existían pobres poblaciones, álzase hoy riquísimos centros de cultivo y de vida activa y feliz.

El único deseo de los cultivadores es tener más y más agua de riego, y es una queja general cuando llueve fuera de estación, porque, contrariamente á lo que sucede en las condiciones ordinarias de la agricultura, cuando en ésta se adopta el riego, las mejores cosechas se consiguen cuando hay constantemente sol, como en Egipto, donde nunca llueve.

Vastas regiones de la Argentina ofrecen condiciones ideales para el más beneficioso de los riegos, siempre que, sin embargo, se tenga los cultivadores prácticos en ellos, pues de lo contrario hay peligro de dar demasiada agua, como hacen los que tienen poca experiencia, cual sucedió en Norte América. El exceso arruinó el terreno, volviéndolo salitroso.

(Continuará.)

REVISTA EXTRANJERA

El nuevo canal de Trollhättan en Göteborg (Suecia) (Conclusión).

Las esclusas están construídas de la manera ordinaria como se ve en las figuras 6.^a (corte longitudinal), 7.^a (plano de la esclusa), 8.^a (corte transversal mostrando la puerta de agua arriba) y 9.^a (corte transversal mostrando la puerta de agua abajo). En las esclusas de la escala de Holmen, establecidas en parte en la roca, no ha sido necesario hacer enteramente de mampostería

Los acueductos desembocan en una cavidad distribuidora dispuesta debajo de la puerta superior de cada esclusa. De esta cavidad parte un acueducto longitudinal que se extiende bajo el zapeado de la esclusa y de éste sale el agua para el depósito.

Los acueductos para vaciarlas están dispuestos de una manera análoga.

La corriente del agua en los acueductos laterales está regularizada por unas compuertas verticales y pueden cerrarse aquéllos separadamente por medio de compuertas especiales.

Fig. 6.^a

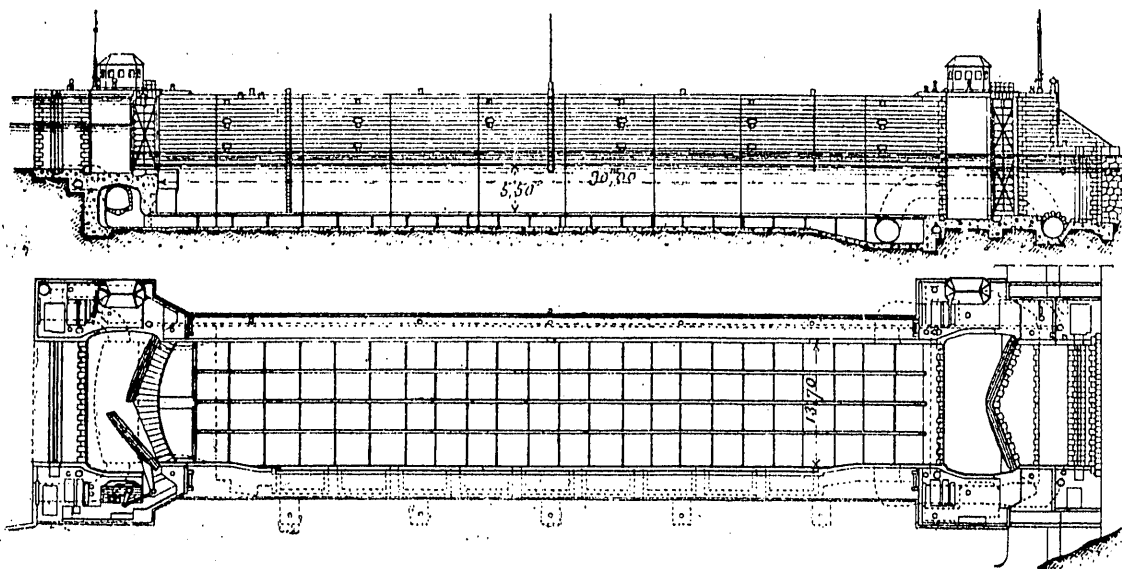


Fig. 7.^a

uno de los muros, como lo muestra la figura 10, constituyendo la roca un muro suficientemente impermeable.

Tan sólo se han colocado de tanto en cuanto unos pilares que llevan unos cuadros de madera para limitar con exactitud el depósito y evitar que los barcos choquen con la pared irregular de la roca.

Las operaciones de llenar ó vaciar las esclusas se efectúa por medio de acueductos dispuestos en los muros laterales, excepto para la esclusa de Akersberg, donde los acueductos están situados solamente en el muro oriental de la esclusa, y para la de Holmen, en la que los acueductos se han colocado sólo en el muro occidental.

Fig. 8.^a

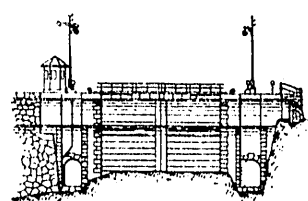
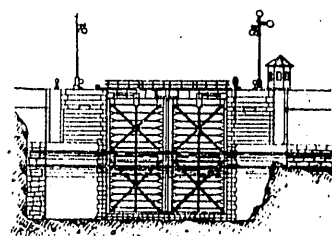


Fig. 9.^a



Las puertas de esclusa se maniobran, lo mismo que las compuertas, por medio de un mecanismo colocado en unas cámaras dispuestas en la mampostería. Las esclusas están también provistas de cabrestantes eléctricos, de tornos para levantar ciertas cuerdas de los barcos, de cadenas de guarda y de aparatos de señales. En fin, sus orillas están iluminadas eléctricamente. Todos los aparatos eléctricos, salvo los cabrestantes, están gobernados desde casetas instaladas sobre los muros laterales.

A la entrada de las esclusas se han establecido pasaderas de sirga y muelles de amarre, construídos unos de mampostería y otros de madera.

Puentes.—El canal está atravesado por nueve puentes, de