AÑO LXXII | MADRID.=ABRIL DE 1917. | NÚM. IV

DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES DE ROZAMIENTO

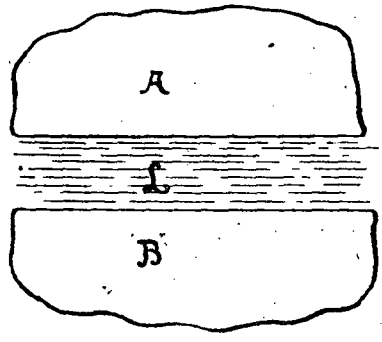
Cumpliendo lo que ofrecimos a los lectores del MEMORIAL en nuestro artículo anterior *Estudios sobre rozamientos*, publicado en el número de marzo del actual año, vamos a enumerar las experiencias que se han llevado a cabo con objeto de determinar los coeficientes de rozamiento y las relaciones que los ligan con las cantidades de que dependen.

Las primeras experiencias sobre rozamiento de cuerpos sólidos hechas en 1700 por Amotons fueron continuadas en 1781 por Coulomb, oficial de Ingenieros del ejército francés y reanudadas después por el general Morin.

Las leyes que dedujeron, son las ya citadas anteriormente y de todos conocidas, y como consecuencia de las mismas suponían que el coeficiente de rozamiento era constante.

Todas estas experiencias, aparte del valor que en sí encierran por suscribirlas firmas tan autorizadas, fueron durante mucho tiempo las que rigieron los cálculos sobre rozamientos y hoy día los coeficientes que en ellas se determinaron son los que se utilizan para muchos de aquéllos en que las velocidades y presiones de los cuerpos que rozan son muy pequeñas y las condiciones de temperatura no varían. No sucede así con las máquinas modernas, en las cuales el fenómeno es muy distinto del que aquellos experimentadores estudiaron. Las citadas experiencias se verifi-

caban con superficies de contacto no asimilables a las de una articulación; las velocidades relativas de los cuerpos frotantes no pasaban de 3,50 metros por segundo; en tanto que hoy se llega en turboalternadores, a velocidades de más de 18 m $\times$ 1". Las presiones oscilaban entre 0,05 y 3 kilogramos por centímetro cuadrado y en las máquinas modernas alternativas se llega a 70 kilogramos por centímetro cuadrado en los pies de biela; y en los mismos frenados de un ferrocarril, las presiones exceden de aquel límite. En todas las experiencias, dada la pequeñez de las presiones y velocidades, los recalentamientos no tenían importancia y por tanto la influencia de la temperatura era nula, y por último, sólo en algunas experiencias del general Morin se hicieron estudios con superficies ligeramente engrasadas, mientras que en las actuales máquinas se interpone abundante lubricación entre las superficies de contacto.



Veamos las condiciones en que se verifica el rozamiento en las modernas articulaciones. Se trata de un rozamiento de cuerpos lubricados, es decir, una acción mutua de superficies separadas por un líquido. Este rozamiento, llamado por Hirn *mediato*, en contraposición con el de sólidos en contacto directo que él llamaba *inmediato*, consta en realidad de tres rozamientos diferentes que hay que considerar (véase la figura adjunta):

1.° Rozamiento del cuerpo A sobre el lubricante L.
2.° Idem interno del lubricante sobre sí mismo.
3.° Acción del lubricante sobre el cuerpo B.

Se precisa por tanto el conocimiento de las leyes que rigen el rozamiento interno de los lubricantes y la del de éstos con los sólidos. Las primeras, no obstante los estudios teóricos y experimentales del general Petroff, no son suficientemente conocidas y nosotros supondremos que son despreciables los efectos de estos rozamientos internos. Las segundas admitiremos sean las ya conocidas de rozamiento de flúido sobre sus canalizaciones en virtud de las cuales la fuerza de rozamiento es proporcional a la superficie mojada, independiente de la presión y variable con la velocidad del flúido; será, pues, de la forma $F = K \times S \varphi(v)$ siendo S la referida superficie y $\varphi(v)$ la función a determinar de la velocidad; el coeficiente de rozamiento será $f = \frac{F}{N}$ y por tanto

$$f = \frac{K S \varphi(v)}{N} = \frac{K \times \varphi(v)}{\frac{N}{S}} = \frac{K \times \varphi(v)}{p}$$

siendo p la presión por unidad de superficie.

Como el tercer rozamiento es de la misma especie que el que acabamos de considerar, podemos tomar como expresión del coeficiente total de rozamiento la última ecuación considerada.

Por otra parte, se comprueba que no siempre subsiste la capa de lubricante entre las superficies en contacto, pues cuando las presiones tienen un valor excesivo y las velocidades son pequeñas, en un muñón por ejemplo, desaparece aquélla, en tanto que si ocurre lo contrario el muñón queda concéntrico con el cojinete rodeado de una capa de aceite. Se comprende, pues, cuán complejas serán las leyes que rigen las características de un rozamiento.

El determinar las pérdidas por rozamiento en las transmisiones de los talleres, así como los medios de disminuirlas por la adopción de lubricantes convenientemente elegidos, condujo a Hirn y Dollfus, industriales franceses de Moulhouse, a emprender una serie de ensayos con este objeto. Tales experiencias hechas con una máquina análoga a un freno de Prony, en las que obtuvieron un 25 por 100 de economía en la potencia, condujeron a las siguientes leyes:

1.ª A temperatura constante y a una presión no suficiente para expulsar el aceite, el rozamiento de superficies abundantemente lubricadas con aceite viscoso, crece proporcionalmente a las velocidades.

2.ª A temperatura constante, si la presión se hace muy grande o las superficies están poco lubricadas, sea por no haberse renovado el aceite sea por ser demasiado fluído, el rozamiento varía proporcionalmente a una potencia de la velocidad menor que la unidad y tanto más próxima a la raíz cuadrada cuanto las circunstancias sean más desfavorables.

3.ª En circunstancias iguales, el rozamiento *mediato* disminuye cuando la temperatura aumenta y podemos representarle por la fórmula

$$F = \frac{A}{1{,}0492^{t}}$$

4.ª Siendo todas las condiciones idénticas, el valor de ese rozamiento es sensiblemente proporcional a la raíz cuadrada de las superficies de contacto y a la raíz cuadrada de la carga total.

Según estas leyes, el rozamiento y su coeficiente tendrán por expresiones:

Caso de engrasado abundante.....
$$\begin{cases} F = \dfrac{K \times V \times \sqrt{S} \times \sqrt{N}}{1{,}0492^t} \\ f = K \dfrac{V}{1{,}0492^t \times \sqrt{p}} \end{cases}$$

Caso de engrasado escaso.....
$$\begin{cases} F = \dfrac{K' \times \sqrt{V} \times \sqrt{S} \times \sqrt{N}}{1{,}0492^t} \\ f = \dfrac{K' \times \sqrt{V}}{1{,}0492^t \times \sqrt{p}} \end{cases}$$

siendo p la presión unitaria y K y K' constantes dependientes de los aceites.

En estas experiencias las velocidades variaban de 0,50 a 1,2 metros por segundo y la temperatura llegó a 75°. Las presiones oscilaban alrededor de 0,1 kilogramos por centímetro cuadrado.

Joessel, ingeniero naval francés, ejecutó ensayos con una máquina de su invención que fué expuesta en la Exposición universal de París formada por una serie de zapatas apoyadas por resortes sobre la superficie interior de una rueda de fundición; llegó a velocidades que variaban de 1,37 a 2,67 metros por segundo y con presiones que llegaron a 120 kilogramos por centímetro cuadrado y estableció una fórmula que era

$$f = 0{,}04 \frac{V^{0{,}06}}{P^{0{,}6}}$$

para rozamiento de antifricción sobre hierro con engrasado de aceite de oliva.

Thurston hizo numerosas experiencias con velocidades que varían entre 0,15 y 6 metros por segundo y estableció:

1.° A velocidades pequeñas, el coeficiente de rozamiento empieza por disminuir cuando la velocidad aumenta, pasa por un mínimo y después aumenta con la velocidad. En la rama ascendente de la representación gráfica de esta ley, las variaciones de μ para presiones inferiores a 14 kilogramos por centímetro cuadrado y velocidades de 0,5 a 6 metros por segundo, se pueden expresar por $\mu = a \sqrt[8]{V}$, siendo a un coeficiente dependiente de las condiciones del rozamiento, pero independiente de la velocidad.

2.° En igualdad de condiciones a disminuye cuando la presión aumenta, pasa por un mínimo y crece después rápidamente. Thurston representó su valor por la fórmula.

$$a = \frac{b}{\sqrt{p}}.$$

Para las velocidades y presiones antes indicadas se tendrá, pues,

$$\mu = \frac{K\sqrt[3]{V}}{\sqrt{p}} \quad \text{siendo} \quad K \begin{matrix} > 0{,}02 \\ < 0{,}03 \end{matrix}$$

3.° A la velocidad de 0,15 metros por segundo y para cargas comprendidas entre 0,28 y 14 kilogramos por centímetro cuadrado, μ aumenta con la temperatura y tanto más rápidamente cuanto mayor sea la presión. Cuando la velocidad aumenta existe la misma ley de variación, sólo que los crecimientos de μ son tanto menores a medida que la velocidad sea mayor y para $V = 0{,}45\ m \times s$ μ queda constante hasta 70° para cargas que varíen de 0,28 a 3,515 kilogramos por centímetro cuadrado.

A partir de un valor de V no determinado por Thurston, la ley cambia y para $V \geqslant 1{,}26\ m \times s$ μ, disminuye cuando t aumenta.

4.° Si las superficies están en buen estado, el coeficiente de rozamiento está más influenciado por la naturaleza del lubricante que por la de los metales en contacto.

La máquina empleada por este experimentador era de tipo de péndulo en el cual se obtiene la carga por el apretamiento de dos semicojinetes por medio de un resorte más o menos tenso.

El general ruso Petroff hizo un estudio analítico de la cuestión que nos ocupa y formulando algunas hipótesis dedujo la siguiente fórmula

$$F = \frac{U \times V \times S}{\varepsilon + \frac{u}{\lambda_1} + \frac{u}{\lambda_2}}$$

siendo U el coeficiente de rozamiento interno del flúido, v la velocidad, s la superficie, ε el espesor de la capa de aceite y λ_1 y λ_2 los coeficientes de rozamiento del aceite sobre las dos superficies. Experimentalmente y aceptando los trabajos de Hirn comprobó que esta fórmula era bastante exacta.

Las experiencias de Tower fueron hechas con objeto de determinar el rozamiento en cojinetes de máquinas de gran velocidad como dínamos, etc.

Sus resultados le llevaron a la fórmula

$$\mu = K \frac{\sqrt{V}}{t \times p}$$

comprobada por las experiencias de Dettmar.

El aparato empleado por Tower consistía en un semicojinete superior que rozaba sobre un eje bañado por la parte inferior en aceite.

Stribeck es el primero que experimentó sobre cojinetes normales. Estos eran:

1.° Un cojinete Sellers de dos anillos de 70 milímetros de diámetro a velocidades de 5,5 a 1.100 revoluciones por minuto, es decir, de 0,02 a 4 metros por segundo.

2.° Otro cojinete del mismo diámetro que el anterior, revestido de metal blando y con velocidades de 0,02 a 8 metros por segundo.

Entre estos límites Stribeck comprobó:

1.° Que el coeficiente de rozamiento disminuye cuando la temperatura aumenta.

2.° Que en el primer cojinete, que era de fundición a 25° y a presión de 1 a 25 kilogramos por centímetro cuadrado, μ empieza por disminuir cuando v crece, pasa por un mínimo cuyo valor parece ser independiente de la presión, para después crecer rápidamente a presiones pequeñas y grandes.

Los mínimos corresponden a valores de p tanto más elevados cuanto v sea mayor.

4.° Comparando los resultados obtenidos en los cojinetes de fundición y de metal blando, se vé que para velocidades hasta de 190 revoluciones por minuto (0,70 m. por s.) μ no comienza a crecer con p en el segundo cojinete más que para valores de p superiores a los que en igual caso corresponden en el primero, y que partiendo de velocidad nula, μ disminuye más rápidamente con metal blando que con la fundición, y el mínimo es más pequeño.

Para pequeñas y medias velocidades, resulta el cojinete de fundición inferior al de metal blando puesto que el principio del engrasado imperperfecto, que se reconoce por el aumento de μ con p, aparece para valores más pequeños de p; lo contrario sucede para grandes velocidades.

5.° Para longitudes diferentes de cojinetes, obtenía las mismas curvas para μ a grandes y medias velocidades; cuando éstas son pequeñas existe diferencia, llegándose al mínimo de μ más pronto en los cojinetes más cortos.

6.° El coeficiente de rozamiento al arrancar era 0,14 para el primer cojinete y de 0,21 a 0,24 para el de metal blando.

La *Allegemaine Electricitats Gessellshaft*, de Berlín, practicó una se-

rie de experiencias para hallar el rozamiento en cojinetes, a velocidades periféricas de 18 metros por segundo, como consecuencia de la construcción de ferrocarriles eléctricos. Las investigaciones del ingeniero Lasche condujeron a los siguientes resultados:

1.° A temperatura y presión constante el coeficiente de rozamiento aumenta al principio con la velocidad y después se le puede suponer constante.

2.° A temperatura y velocidad constantes (t entre 25° y 100°), μ varía sensiblemente como la inversa de p.

3.° A presión constante hasta 15 kilogramos por centímetro cuadrado y a velocidad constante, μ es inversamente proporcional a t para temperaturas entre 40° y 100°.

Como consecuencia de las dos últimas leyes, Lasche establece la relación $p \times \mu \times t = 2$ siendo

$$p < 15\ kg. \times cm.^2 \qquad t < 100^\circ \quad \text{y} \quad 10 < v < 25\ m \times s$$

4.° El metal del eje no tiene casi influencia sensible en el rozamiento aunque el acero al níquel parece tener alguna superioridad. A grandes velocidades el bronce en los cojinetes da mejor rozamiento que el metal blando.

5.° Con los lubricantes, aceite mineral, de colza o de esperma, la influencia del aceite no es sensible más que a bajas temperaturas y pequeñas presiones; a grandes velocidades aumenta a veces con las altas temperaturas.

6.° Si p es pequeña el rozamiento decrece a medida que aumenta el huelgo y queda constante si éste llega a 1,5 milímetros. Si la presión aumenta, la influencia del huelgo es despreciable.

Nicholson sin hacer experiencias propias y fundándose en los resultados de Stribeck, Heimann, Beauchamp, Tower y Dettmar y en los estudios teóricos de Osborne, Reynolds y de Sommerfield, estableció la fórmula

$$\mu = 0{,}998\ \frac{\sqrt{V}}{\theta \times p}$$

siendo θ el exceso de la temperatura sobre 15°,5. El mínimo de μ, corresponde según él al valor

$$V = \frac{1}{300} \times p \times \theta.$$

Si se examinan las condiciones de funcionamiento de los diversos aparatos utilizados por los experimentadores precedentes, podremos, exceptuando el friccionómetro de Joessel, clasificarlos en tres grupos:

1.° Los que sólo tienen un semicojinete, siendo constante en toda la revolución la carga aplicada; tales son las experiencias de Beauchamp, Tower y Dettmar.

2.° Aquellos que tienen dos semicojinetes que pueden aproximarse más o menos y en los que la carga está realizada por la compresión del aceite de engrasado por el efecto de una aproximación más o menos grande de estos semicojinetes. De este tipo es la máquina empleada por Thurston.

3.° Los de cojinetes completos como los de Hirn, Stribeck y Lasche. Las experiencias llevadas a cabo con estas últimas máquinas son las que merecen más confianza, pues son las que se han realizado en las mismas condiciones de funcionamiento que las máquinas reales. Basándose en ellas, Mr. Moutard ingeniero naval francés, ha hecho una recopilación de datos, que tras un concienzudo estudio le ha llevado a los siguientes resultados:

De todas las experiencias antes citadas se deduce que la expresión general de μ en cojinete abundantemente engrasado es

$$\mu = \frac{K\ V^x}{t^z\ p^y}.$$

Moutard para determinar los valores de x, y, z, seguía el siguiente procedimiento:

Agrupaba, por ejemplo, las experiencias en que p era constante y dentro de ellas las que tenían el mismo valor de t y tomando logaritmos en la fórmula general hallaba $\log. \mu = K' + x \log. V$; construía la representación gráfica de esta línea en virtud de los valores deducidos de experiencia; como la línea era una recta, halló el coeficiente angular de ella y éste era el valor de x. Por el mismo procedimiento halló los demás exponentes y obtuvo los siguientes valores:

Para $V = 1{,}5\ m \times s$	$x = \frac{1}{2}$
Id. $V \begin{matrix} > 1{,}50 \\ < 4{,}00 \end{matrix}\ m \times s$	$x = \frac{1}{2{,}5}$
Id. $V \begin{matrix} > 4{,}00 \\ < 7{,}50 \end{matrix}\ m \times s$	$x = \frac{1}{5}$
Id. $V > 7{,}50\ m \times s$	$x = 0$

Para velocidades más pequeñas que 1,5 $m \times s$ observó que μ iba descendiendo siempre y vió que el valor que hacía a μ mínimo, era

$$V = \frac{1}{33} p$$

para $t = 25°$. Admitiendo que este valor de v es proporcional a t según los resultados de Heimann se tendrá

$$V = \frac{1}{33} p \frac{t}{25} = 0{,}0012 pt$$

Los valores de z que encontró a una velocidad de 4,33 $m \times s$ son

Para $p =$ 2,4	$z = 1{,}5$	Prácticamente puede tomarse $z = 1$.
Id. $p =$ 7,7	$z = 1{,}25$	
Id. $p =$ 12,5	$z = 1{,}00$	

Los valores que dedujo para y a temperatura constante = 25° eran

Para $V = 0{,}75\ m \times s$	$y = \frac{1{,}25}{2}$
Id. $V = 4\ m \times s$	$y = \frac{1{,}45}{2}$
Id. $V = 7{,}7\ m \times s$	$y = 1$

Las fórmulas definitivas que dan el valor de μ, serán en virtud de los anteriores resultados.

1.° Para $v < 4\ m \times s$ y mayor que la que corresponde al mínimo de μ

$$\mu = K \frac{\sqrt{1}}{t\sqrt{p}}$$

hallándose K en el siguiente cuadro:

Aceite de esperma.....	$K = 0{,}75$
Oleonafta 00.....	$K = 1{,}52$
Id. 0	$K = 1{,}30$
Id. 1	$K = 1{,}02$
Aceite de oliva.....	$K = 0{,}75$
Id. de manteca.....	$K = 0{,}78$
Id. de castor.....	$K = 1{,}48$

2.° Para $v \begin{matrix} > 4 \\ < 7{,}5 \end{matrix}\ m \times s$ $\qquad \mu = \dfrac{K' \sqrt[5]{V}}{t \sqrt{p}}$ siendo $K' = 1{,}5\ K$.

3.° Para $V > 7{,}50\ m \times s$ y $p < 15$ kg. $\times$ cm² $\qquad \mu = \dfrac{K''}{t \times p}$

$$\text{Siendo} \quad K'' = \begin{cases} 2 \text{ — luchaderos duros.} \\ 2 \text{ — id. blandos.} \end{cases}$$

Si queremos pasar de μ a f no podremos rigurosamente emplear la relación $f = \dfrac{\pi}{4}\ \mu$, que establecimos en nuesto anterior artículo pues esta expresión fué deducida en la hipótesis de $f =$ constante, lo cual no es cierto al ser μ variable; pero introduciendo esta nueva condición y haciendo las integraciones, prácticamente se ve que puede seguirse utilizando aquella relación.

Obtenidos ya los valores de μ y de f, en un posterior y último artículo expondremos el método para el cálculo de una articulación, objeto principal que nos propusimos.

JOSÉ RUBÍ. CARLOS GODINO.

ANTENAS RADIOTELEGRAFICAS

En un artículo que con este mismo título publicó el MEMORIAL en su número del mes de noviembre último expusimos una teoría simple, aunque solamente aproximada, de la creación y propagación de las ondas electromagnéticas o hertzianas que son base de la telegrafía sin conductores.

Huyendo de cálculos y fórmulas, con dificultad pudimos dar a conocer muchos de los fenómenos mencionados. Sobre todo al tratar de las antenas horizontales, dado el gran número de causas que concurren a alterar

la teoría simple de Hertz, hubimos de prescindir de muchas de ellas limitándonos a una exposición más elemental que verídica. Por estas razones hemos creído conveniente ampliar lo allí dicho, completando la explicación, en algunas partes, del complicado mecanismo electromagnético que en la propagación de las ondas hertzianas se observa.

Teoría primitiva.—Los primeros estudios admitían que hecha una buena toma de tierra o empleada que fuese una contraantena de gran tamaño, la propagación de las ondas radiadas por una antena se verificaba simplemente a través del aire. La tierra jugaba en ella el papel de cuerpo buen conductor donde se reflejaban las ondas que la alcazaban, pues estos cuerpos sabido es que son opacos a las ondas electromagnéticas. Se admitía también que las capas superiores de la atmósfera, permanentemente ionizadas por la acción de la luz solar, gozaban de gran conductibilidad y así explicaban cómo, a pesar de la curvatura de la superficie terrestre, se podían alcanzar grandes distancias: las ondas se veían obligadas a marchar por las capas intermedias entre dos superficies, ambas reflectoras.

Muy verosímil esta explicación, resulta, sin embargo, insuficiente para juzgar multitud de fenómenos que desde tal punto de vista aparecen como anormales. Por ello gran número de observadores, y principalmente Zenneck, Kiebitz y Sommerfeld, se han dedicado a profundizar este estudio y tras larga serie de trabajos han llegado a fijar, casi de común acuerdo, las nuevas

Teorías complementarias.—En lo que sigue trataremos de hacer un resumen de éstas.

Si recordamos que la superficie de la tierra, aun sobre el Océano, no puede ser considerada como perfectamente conductora, cuando, como ocurre de ordinario, el terreno no es buen conductor, se dejará penetrar por las ondas hertzianas y entonces como en el aire, a su través se propagarán también, aunque con una velocidad menor que en éste, por ser mayor su constante dieléctrica. El frente de onda que en un medio homogéneo podíamos considerarlo como una superficie esférica cuyo centro estaba en el punto de radiación, se deformará ahora por la desigualdad de los medios propagadores y el campo eléctrico cesará de ser vertical en las capas bajas del aire para inclinarse según indican los perfiles *A* (fig. 1), debido al retraso que su carrera experimenta en la tierra.

Además, en el aire, la velocidad de propagación tampoco es constante. Las capas bajas y medias de la atmósfera ionizadas decrecientemente de arriba a abajo durante el día, actúan aumentando la velocidad con su grado de ionización. En su consecuencia, los perfiles de los frentes de

onda toman formas curvas, cuya convexidad se vuelve hacia la tierra (fig. 2), y la dirección del rayo de propagación, normal en todo momento al frente de onda, cambia sucesivamente, resultando el rayo hertziano de forma análoga a la trayectoria de un proyectil en el aire. La radiación que alcanza a una estación receptora no es, pues, el rayo que partió horizontalmente; éste, inclinándose gradualmente, penetró pronto en tierra y se anuló por absorción. Sólo el rayo que parte con un cierto ángulo de elevación, variable con la distancia entre estaciones, la hora del día, la clase de terreno sobre que pasa y la longitud de onda empleada, será el que alcance el objetivo.

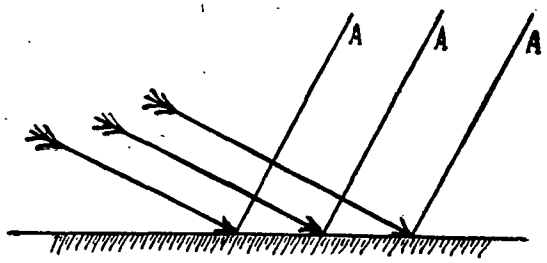


Fig. 1.

Durante la noche, por desaparecer la acción perturbadora de la luz solar, los frentes de onda se deformarán menos y la absorción que sufrían las ondas en general y sobre todo las de corta longitud, cederá en gran parte pudiendo obtenerse mayores alcances. Para explicar el mecanismo nocturno de la propagación podrá aceptarse como suficientemente aproximada la teoría primitiva, y la radiación recibida podrá considerarse así, como resultante de la interferencia de los rayos directos y los reflejados en tierra y en las capas elevadas del aire. Esta superposición de radiaciones se comprueba por la gran variabilidad que durante la noche se observa en la intensidad de recepción, llegando a veces a producirse *silencios* si las fases de las ondas que interfieren son opuestas. En este caso, para salvar la anormalidad, se recurre a variar la longitud de onda, y cambiando por este medio el *defasage* entre las ondas que se superponen, resultará seguramente reforzada la recepción.

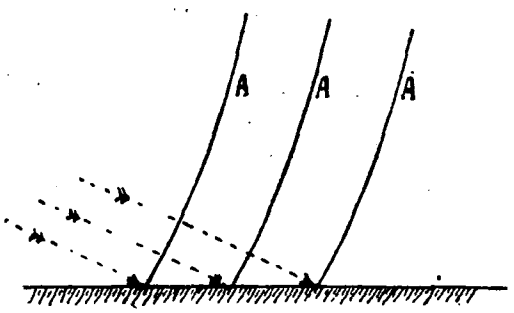


Fig. 2.

Para no hacer excesivamente amplia la exposición de estas teorías complementarias, vamos a puntualizar solamente las partes que se refieren a elección de longitud de onda, por ser la conclusión práctica más interesante del estudio de su propagación, y a la manera de actuar de los tipos

fundamentales de antenas por lo que respecta a la formación y recepción de las ondas.

Elección de longitud de onda.—Aunque la potencia capaz de ser radiada por una antena, crece al disminuir la longitud de onda, por variar inversamente el número de ondas emitidas por segundo, cada antena, según su altura, forma, etc., da un máximo de rendimiento con una onda determinada, cuyo empleo es preferible. Cierto es también, que puede hacerse variar la longitud de onda económicamente entre límites bastante extensos; pero, además del factor rendimiento, predeterminan la onda más adecuada en cada caso, la potencia limitada de la estación, en lo tocante a sus generadores, la distancia y demás circunstancias ya mencionadas. Así, sobre el continente, la gran absorción y escasa difracción que durante el día sufren las ondas cortas excluye su empleo a distancias grandes, debiendo emplearse durante tales horas la onda más larga que económicamente produzca la estación sin debilitar excesivamente su intensidad. Sobre el mar no son tan sensibles estas diferencias producidas por la luz solar, y siendo, en todo caso la absorción menor, se vencen alcances importantes con las antenas reducidas de los buques, que no producen sino ondas cortas, y se consigue la comunicación trasatlántica con potentes estaciones costeras, merced en ambos casos a las buenas condiciones de la superficie.

El problema se simplifica más durante la noche. Sea cualquiera la estación, el predominio de las ondas largas sobre las cortas desaparece casi en absoluto y debe atenerse cada estación al tipo de onda con que el rendimiento eléctrico de la transmisión sea máximo, si los *silencios* u otras perturbaciones no se lo impiden.

Tipos principales de antenas.—*Antena en* ⌐.—Por ser ésta la antena mixta más sencilla y a cuyo estudio queda reducido el de todas las demás, trataremos de desentrañar primeramente las causas de dirigibilidad de las antenas ⌐, o tipo Marconi.

Estudiando su forma (fig. 3) se ve inmediatamente que la rama vertical, por simetría, radiará por igual según todos los azimutes. En cuanto a la rama horizontal *B C* influye diferentemente según la clase de terreno sobre que se suponga situada la antena, aunque siempre produciendo un efecto de disimetría en el campo originado por la rama vertical.

Empecemos por considerar el caso en que la *tierra* sea decididamente *mala conductora.* Entonces no se formará imagen sensible de la antena, es decir, actuará como alejada de medios conductores y teniendo en cuenta que el máximo de la radiación de un hilo rectilíneo en estas circunstancias, se produce según el plano normal a su dirección, dedúcese

que el máximo de la radiación de una antena ⌐, por ser resultante de la combinación de la de ambas ramas, se verificará según un plano $X\ Y$ (fig. 4) inclinado un cierto ángulo variable con la relación de longitud

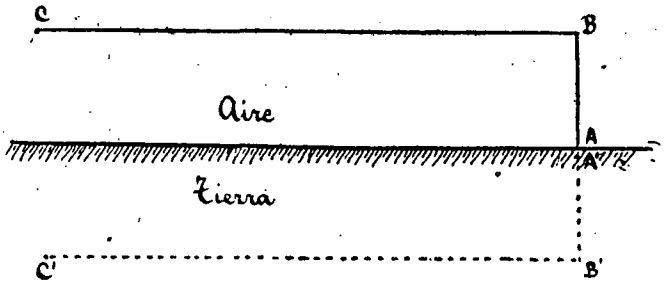


Fig. 3.

de aquéllas pero, comprendido dentro del $A\ B\ C$ (pues la perspectiva de la corriente, desde el punto X o Y que se considere, ha de ser del mismo sentido en ambas ramas, para que la radiación según $B\ X$ o $B\ Y$, pueda ser un máximo). En consecuencia, la dirección de mayor alcance en horizontal será la correspondiente al azimut del plano de la antena en sentido opuesto al extremo libre C, por ser $B\ Y$, de acuerdo con la teoría de Zenneck, sobre la trayectoria del rayo hertziano, el que con un máximo de intensidad tiene un mayor ángulo de elevación.

Pasemos ahora a ver la influencia de la tierra sobre la anterior disimetría, cuando su conductibilidad, siendo *mediana*, no pueda, sin embargo, despreciarse. Entonces (fig. 5) las corrientes I_1 e I_2 que en el terreno se originan, se harán sensibles y a pesar de que con las elevadas frecuencias propias de este género de oscilaciones, las corrientes que atraviesan

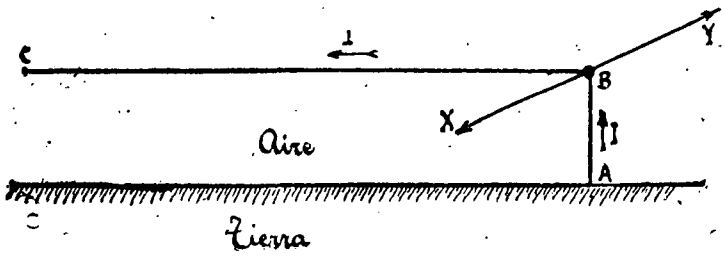


Fig. 4.

los cuerpos conductores se manifiestan casi exclusivamente en su superficie, la mediana conductibilidad del terreno hará que penetren sin embargo en gran parte en su interior buscando la capa de agua y originen

una intensa componente vertical, la cual, formando con la rama vertical de la antena un sistema o par, que como sabemos, dá máximos alcances en los dos sentidos horizontales de su plano, modifica ligeramente la primera característica de dirigibilidad de la antena.

Esta característica es también modificada por la componente hori-

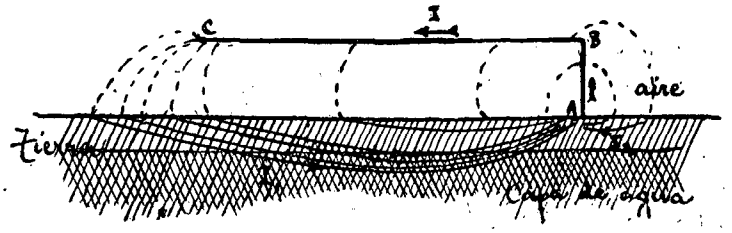


Fig. 5.

zontal de la corriente intensa I_1 que en sentido contrario al de la rama $B\ C$, se produce en tierra, a corta distancia bajo ella, atenuando sus efectos, y por la de la corriente I_2, del mismo sentido que los refuerza. Mas si completásemos la antena con una rama o red horizontal $A\ D$ (figura 6), tendida en tierra en sentido contrario al de la rama horizontal $B\ C$, se haría más intensa la corriente I_2 en menoscabo de la I_1 y desaparecería la atenuación de dirigibilidad que esta última producía.

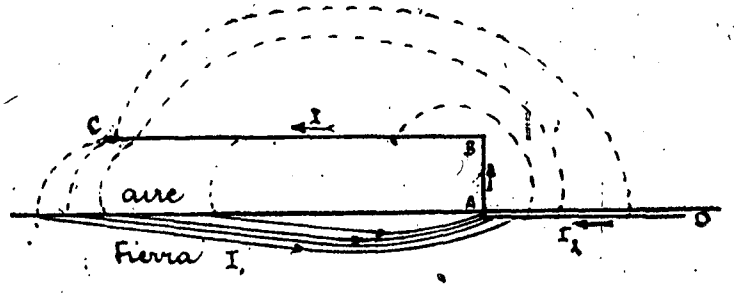


Fig. 6.

Finalmente si el terreno es *buen conductor*, el par que la rama $B\ C$ forma con su imagen $B'\ C'$, si bien, como en los casos anteriores, a la vez que refuerza, introduce una disimetría en el campo originado por la rama vertical, la experiencia ha probado que tal disimetría, se atenúa ahora con la distancia, haciéndose insensible cuando sea superior a diez veces la longitud de onda. Es decir, que si el terreno es buen conductor, por ejemplo en los buques, no podrá conseguirse la dirigibilidad en la radiación a las distancias usuales.

Para precisar algo más sobre la manera de influir de los distintos factores, a continuación presentamos una de las fórmulas que, con más aproximación, da el grado de dirigibilidad de una antena ⌐.

Dicha fórmula es

$$g = \frac{l_h}{l_v \sqrt{k + 2\,i\,c\,\lambda\,\sigma}}$$

en la que representan:

l_h y l_v las longitudes de las ramas horizontal y vertical de la antena.

k la constante dieléctrica del terreno.

c la velocidad de la luz.

i la intensidad de la corriente.

λ la longitud de onda, y

σ la conductibilidad del referido terreno, en unidades $C\,G\,S$ magnéticas.

Esta fórmula nos dice que *el efecto de dirigibilidad es tanto mayor*

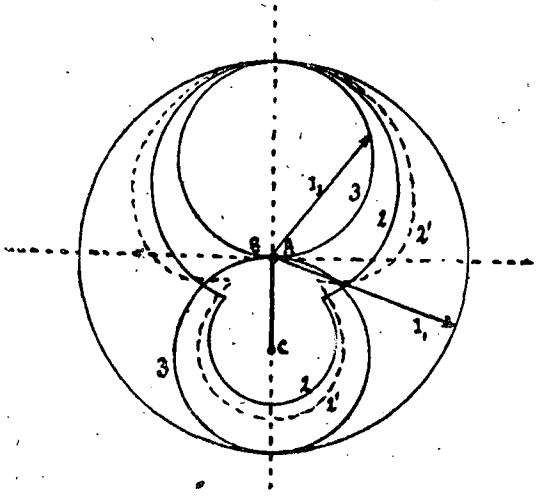


Fig. 7.

cuanto menor es la longitud de onda, la conductibilidad del terreno o la relación de las longitudes de las ramas vertical y horizontal.

A los valores límites de g, 0 e ∞, corresponden respectivamente las curvas 1 y 3 en la representación gráfica de las intensidades relativas de radiación, según los distintos azimutes (fig. 7). Las curvas 2 y 2′ son respectivamente las que da la teoría y la experiencia para la antena tipo Marconi en que $\frac{l_h}{l_v} = 5$. Su diferencia se explica en parte por la acción

de la longitud de la rama horizontal sobre la longitud de onda. Esta acción se manifiesta por un *defasage* en las ondas de ambas ramas que no se ha tenido en cuenta en los cálculos del gráfico.

No dejaremos esta cuestión sin señalar el nuevo punto de vista desde el que se examina hoy el fenómeno de la propagación de las ondas.

De la teoría de Zenneck y Sommerfeld sobre la conductibilidad finita de la tierra, dedúcese la existencia de dos tipos de onda en la propagación. Uno el constituído por la onda hasta ahora considerada que cruza el aire llamada *onda de espacio* y otro, el de la originada por la reacción de las componentes verticales de las corrientes que se producen en tierra, o sea por la situación próxima del transmisor a la superficie de separación de dos medios de distinta conductibilidad, aire y tierra, y que recibe el nombre de *onda de superficie*. Según cálculos, su amortiguamiento es proporcional a $\sqrt{d}$ siendo d la distancia al centro de radiación, mientras que el de la *onda de espacio* lo es aproximadamente a d^2. Así, de ser estos valores ciertos, la recepción a grandes distancias sería debida exclusivamente a la *onda de superficie*.

Esta última es la que principalmente determina la dirigibilidad de los distintos tipos de antena y al variar la conductibilidad del terreno varía su intensidad, anulándose al hacerse aquélla infinita.

Antenas en T *simple o múltiple.*—El efecto de una antena en forma de T simple es fácil de deducir del estudio anterior. Dicha antena equivale a dos en ⌈ unidas por su rama vertical, que tendrá así doble importancia respecto de las horizontales, y dispuestas estas últimas en sentido contrario. Dos diagramas Marconi, decalados 180° y superpuestos darán por su suma el gráfico aproximado de las intensidades de radiación correspondiente a una antena T. En él se observaría que los mínimos laterales desaparecen casi por completo.

A este tipo pertenecen hoy casi todas las antenas de campaña y las de los buques. Para su instalación precisan como mínimo dos postes portaantena.

Si en vez de una T simple consideramos dos con su rama vertical común, formando las horizontales aspa o cruz, la disimetría en la radiación puede considerarse desaparecida y fácil sería, por analogía, calcular su gráfico de radiación. Las nuevas antenas de estaciones permanentes son en su mayor parte de este tipo. Con él, la simetría de radiación es suficiente, a la vez que la instalación es mucho más sencilla y económica que la de los anteriores tipos de *antena paraguas*, que no son, en esencia, sino antenas en T múltiple. Claro es, que la capacidad de una antena en aspa es, a igualdad de altura, más reducida que la de una en paraguas y con ella la potencia útil de la estación; pero no se crea que aquélla crece

proporcionalmente al número de ramas, sino más lentamente. Así, por ejemplo, la longitud de onda propia de una antena en aspa es sólo $\sqrt{2}$ veces la de una en T simple y no el doble como a primera vista parece natural.

Antenas oblicuas.—La antena oblicua puede considerarse como el límite de una antena escalonada, cuando sin variar la relación de sus ramas verticales y horizontales crecen indefinidamente en número. La radiación de tal antena forzosamente ha de resultar orientada según el plano vertical de la misma, debido al desplazamiento lateral que respecto a la vertical o más claramente a la normal a la superficie de separación de aire y tierra, tienen sus ramas verticales escalonadas. La teoría de la radiación orientada, producida por un sistema de antenas verticales vibrando con ondas de *defasage* vario, habría de aplicarse también en este caso, si bien ahora la cuestión es aún más compleja.

Su empleo es poco usual y sólo como elemento de antena suele verse. Sin embargo, en terrenos malos conductores, podrá ser preferible a la vertical, alcanzando mayor rendimiento en la recepción.

Al crecer el ángulo que forma con la vertical, aumenta la disimetría de su radiación, si bien disminuye en general el alcance y cuando el ángulo sea de 90°, habremos llegado al tipo de antena horizontal baja.

Antena horizontal baja.—La teoría que en nuestro anterior artículo expusimos de estas antenas, simple e ingeniosa, es debida a Burstyn. Por ella se concibe fácilmente su papel como transmisora, y aunque tal teoría no es completa, permite formarse una rápida idea de la realidad.

Veamos ahora su manera de obrar en la recepción.

Al emplear la antena como receptora, no sólo acusará las ondas cuando su altura de situación sobre la capa conductora sea la conveniente para la transmisión, pues si está orientada en la dirección de la corresponsal que transmite, al hallarse sobre un terreno medianamente conductor, aunque su altura sobre la capa de agua no sea la suficiente, como los frentes de las ondas que llegan no son verticales como sabemos sino inclinados en el sentido de la propagación (fig. 8), estaremos en el mismo caso de una antena oblicua sobre terreno buen conductor. Cortando por tanto el campo eléctrico, vibrará, también por esta razón, con la onda que llega.

Así una buena recepción es fácil de conseguir aunque la altura de la antena sobre el suelo sea muy pequeña. Es más, la instalación puede ser completamente oculta; cabe colocar el hilo enterrado y aun bajo la superficie del agua dulce como tuvimos ocasión de citar. Por el contrario, el empleo de estas antenas para la transmisión, aconseja su instalación a

la mayor altura posible sobre el suelo para aminorar el coeficiente de absorción debido a la tierra.

Su inferioridad respecto a los tipos de mayor altura, excluye por hoy su empleo en las estaciones permanentes, pero su aplicación en estaciones militares de montaña creemos podría ser útil. Lo costoso y difícil de los transportes en las regiones montañosas o servidas por malos caminos tan frecuentes en España; la imposibilidad a veces de hallar en ellas zonas despejadas para la instalación de los postes portaantena; la inutilización frecuente de éstos en lugares donde se carece de medios para su reparación, etc., inducen a ensayar este modelo de antena, simple en grado sumo, aprovechando las pendientes del terreno orientadas hacia la esta-

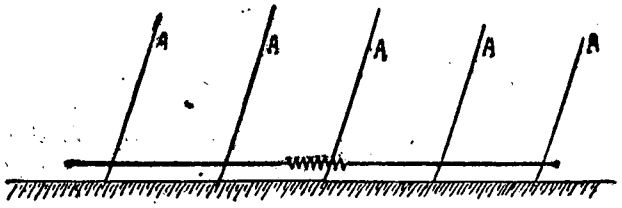


Fig. 8.

ción transmisora, para disminuir el ángulo de la antena con el perfil de la onda que llega, sujetando el hilo por intermedio de aisladores a los troncos de los árboles, si la región está cubierta de bosque o pasándolo de pico en pico si la región es rocosa, para ganar altura sobre el suelo, utilizando en toda ocasión despeñaderos y desmontes que conviertan por medios improvisados la antena, de horizontal en oblicua, regulando la longitud útil del hilo para obtener la onda de longitud más conveniente a la distancia de su corresponsal, etc.

Por estos medios creemos que podría tener aplicación preferente en tales terrenos y se aseguraría una buena recepción a todas distancias y probablemente se conseguiría transmitir con recepción clara a 50 ó 100 kilómetros, distancia ésta suficiente para el objetivo.

Por otro lado, disponiendo hoy nuestra Unidad radiotelegráfica de campaña, de material abundante y moderno, así como de excelente personal, competente y entrenado, fácil será realizar en una de sus escuelas prácticas experiencias concluyentes sobre la utilidad de estas antenas bajas, decidiendo hasta qué punto puede ser práctico su empleo.

P. MALUENDA.

Estudio comparativo entre los sistemas de pozos asépticos Mouras y los sépticos Bezault.

Al querer llevar a la práctica cuantas indicaciones de carácter técnico se contienen en la ley de 12 de junio de 1912 y en el reglamento para su aplicación con objeto de que las edificaciones calificadas de «Casas baratas» cumpliesen sus requisitos, un punto oscuro se presentaba a los técnicos y a las sociedades constructoras al estudiar el artículo 41 del capítulo II del ya mencionado reglamento.

Dice este artículo en la parte que analizamos: *Si no hubiese red de alcantarillado, no se adoptará nunca el pozo negro sino fosas sépticas Mouras o similares.* De aquí arranca el equívoco que ha llevado a la adopción del pozo o tanque aséptico cuando la unánime opinión de los higienistas proclama las ventajas de los sépticos y adopta esta solución en todos los casos en competencia con los asépticos Mouras, ya que éstos fueron sólo una solución transitoria para abandonar el pozo negro.

Bien claro aparece el espíritu de la ley respecto a la *septicidad* de los pozos-término de albañales y alcantarillas; pero el nombre de Mouras unido al de séptico no da idea exacta del procedimiento que es menester aceptar para que las edificaciones que al amparo de la ley se construyesen, pudieran ostentar el calificativo de «higiénicas».

Pretendemos, pues, dar una idea lo más exacta posible de las esenciales diferencias entre ambos procedimientos depurativos, y después de analizar las pretendidas ventajas del Mouras y las ciertamente obtenidas con los sépticos, solicitar sean éstos adoptados en todas aquellas edificaciones calificadas de «Casas baratas», donde no sea posible llegar al único procedimiento que satisface técnicamente, la red de alcantarillado.

Pozos sépticos e instalaciones bacterianas.

Adoptados en el año 1901 los procedimientos de depuración biológica de las excretas del hombre, no sólo como los más racionales de cuantos pretenden dicho objeto, sino como los más prácticos y relativamente económicos, ofreciendo al mismo tiempo las mayores garantías de su

funcionamiento, pasaremos a describir el proceso que se sigue desde la llegada de dichas excretas al pozo de decantación, paso por la cámara anaerobia, luego por la aerobia y finalmente su vertido a los campos de irrigación o de cultivo, libres ya las aguas de su poder nocivo.

Conseguida esta depuración por el concurso de los microorganismos, es menester facilitarles condiciones de vida apropiada para que puedan cumplir el fin para que fueron creados. Diremos ante todo, que aparte de las generales de calor, humedad, temperatura, etc., es necesario verificar su cultivo, precisamente en un medio orgánico, sea líquido o sólido.

Es menester, que cada una de las colonias de microorganismos pueda efectuar sus funciones con entera independencia y, siendo dos las principales colonias que existen, dos serán las fases de esta depuración; la primera o de los seres anaerobios, precisa para efectuar la disgregación y solubilización de la materia, la ausencia completa del aire; las segundas necesitan en cambio de este elemento.

Llegadas las aguas residuales con pequeña velocidad al pozo de decantación, abandonan las materias inertes como el hierro, las arenas, etcétera, que llevan en suspensión provinientes de las cubetas, pasan con poca velocidad a la cámara anaerobia por un tubo acodado, que penetra en la masa líquida en sentido horizontal para evitar remociones que serían perjudiciales.

Dichos seres durante las veinticuatro horas que se creen teóricamente necesarias (en los grandes depósitos sucede así), efectúan su acción transformadora, disolviendo las substancias insolubles; esta operación es considerada como preparatoria de la que luego han de realizar los aerobios en los lechos nitrificantes.

Lleno el depósito hasta el nivel correspondiente, se inicia la fermentación, fórmase una capa superficial de unos 10 centímetros y entre ésta y la que se forma en el fondo con las materias menos solubles, se establece una corriente de gases cuyas burbujas suben a la superficie; esta corriente aumentando de velocidad, da lugar a otra que libre de materias orgánicas en la proporción que luego indicaremos, pasa a la segunda fase, la de la nitrificación.

Todos los microorganismos que aquí intervienen neeesitan del oxígeno para su vitalidad y del modo empleado para su aprovisionamiento, arrancan las diferencias esenciales entre ellos: los anaerobios lo toman de los compuestos y al abrigo del aire, los aerobios lo extraen directamente de éste, produciendo oxidaciones completas, al paso que aquéllos las producen incompletas.

Estas oxidaciones producen en el pozo séptico una elevación de tem-

peratura que va disminuyendo cuanto más se profundiza en la masa; a medida que es también menor la eficiencia del aire, comienza la capa en la que es posible la vida a los anaerobios: es, pues, casi en el fondo donde tienen su campo de acción.

Como característica principal de las descomposiciones, tenemos grandes desprendimientos de gases tales como el ácido carbónico, metano, amoníaco, etc., etc.; por lo tanto, nos interesa ventilar la cámara superior del tanque, no sólo para evitar la fuerte compresión a que sometemos la bóveda sino por el efecto que esta acumulación de gases produciría sobre las colonias microbianas.

Pasadas las veinticuatro horas marcadas para el estacionamiento de las materias fecales, la experiencia indica que el exceso de las propias deyecciones de tan diminutos seres, más la presencia de los gases desprendidos, pondría en peligro su vida. Deben, pues, construirse los pozos con un volumen igual al de las aguas negras a depurar en el plazo marcado y le aumentaremos el volumen de la cámara de gases donde éstos se acumularán hasta que hagan funcionar la válvula de la chimenea ventiladora.

Ventilada la cámara superior, ningún objeto técnicamente va a satisfacer la cubierta abovedada; sin embargo, se construye, siquiera para que desde el punto de vista estético cubra dicho tanque. Además, las moscas y mosquitos posándose sobre la capa superficial podrían llevar en sus larvas las bacterias contagiosas que pretendemos destruir o al menos atenuar su virulencia.

Cuando transcurrido el lapso de tiempo marcado, el aportamiento de nuevas excretas y el movimiento de la masa líquida obliga a la evacuación de un cierto volumen, pasa según la opinión más extendida, con un 35 por 100 de materia orgánica transformada en materia nitrogenada, la mayor parte de la cual queda en disolución.

Pasemos a los lechos de aerobios y veamos las evoluciones que en ellos tienen lugar como complemento y fin de las antes realizadas. El conjunto de los fenómenos se reduce a la oxidación de las materias nitrogenadas convirtiendo su nitrógeno en nitratos.

Dos fases y dos formas presentan las evoluciones y los microbios que aquí intervienen; las primeras se escalonan en la transformación del NH_3 y sus sales en nitritos por la acción del fermento «nitroso» y luego el paso a nitratos por la función del «nítrico».

Las formas se refieren al fermento «nitroso» y son dependientes de la cantidad de amoníaco que existe en las aguas residuales incompletamente transformadas y en las que atacan a aquel que les sirve de alimento.

El fermento «nítrico» tiene forma única. Todos ellos son esencialmente aerobios.

Como base principal del trabajo de los lechos, se precisa una aireación perfecta del líquido que en él se encuentra; se compone en general, de capas de un metro de materiales filtrantes, tales como el *machefer*, arena, turba etc., que al paso del líquido retienen las materias orgánicas disueltas y comienzan entonces su labor las colonias llevando la materia al último punto de la depuración.

En consecuencia observamos que el líquido evacuado es sumamente rico en nitratos y esta cualidad le hace aprovechable cual ningún otro para el abono de tierras de cultivo sin peligro de contaminación, toda vez que los gérmenes patógenos han sido destruídos en el tanque y lechos nitrificadores y los restantes lo serán por la acción microbicida combinada del aire y del sol. Para esto hay que tener en cuenta que existiendo a pesar de todo en las aguas, como a éstas las hemos desprovisto de las materias orgánicas que contenían, los gérmenes se encuentran indefensos para resistir las mencionadas acciones, su vitalidad es precaria y consiguiendo esta a costa de su virulencia, acaban por desaparecer.

Foso séptico Bezault automático con filtro oxidante y nitrificante.

Su instalación comprende:

A) cámara de decantación. { *B)* Una cámara séptica o tanque anaerobio. *C)* Una cámara nitrificante o aerobia.

Examinaremos cada uno por separado. El pozo de decantación es un depósito de poco fondo donde llegan las excretas con la velocidad de caída y, perdiéndola, depositan las materias que llevan en suspensión.

Un tubo conduce estas aguas al tanque, siendo su acceso en sifón. La rama penetra unos 40 centímetros en la masa y la entrada de los filetes líquidos es horizontal para evitar, según antes indicamos, remociones en la masa. Por consiguiente, atraviesa la capa superficial o costra que se ha formado al poco tiempo de funcionar el pozo.

Este, de forma cilíndrica, tiene su cubierta abovedada y es todo de cemento, a no ser que la abundancia de ladrillo o piedra de mampostear y la escasez de arenas aceptables para hormigones haga resulte aquella obra cara y ésta económicamente aceptable.

El interior queda dividido por un tabique en dos partes desiguales, siendo mayor aquella donde desemboca el tubo de llegada, estando ambas en comunicación por un orificio circular central. En la bóveda

lleva dos orificios, uno grande para la limpieza y vigilancia y el otro para el arranque de la chimenea ventiladora: del segundo departamento arranca el sifón de evacuación que como el de entrada penetra en la masa; por él se conducen las residuales a la cámara nitrificante, en la siguiente forma.

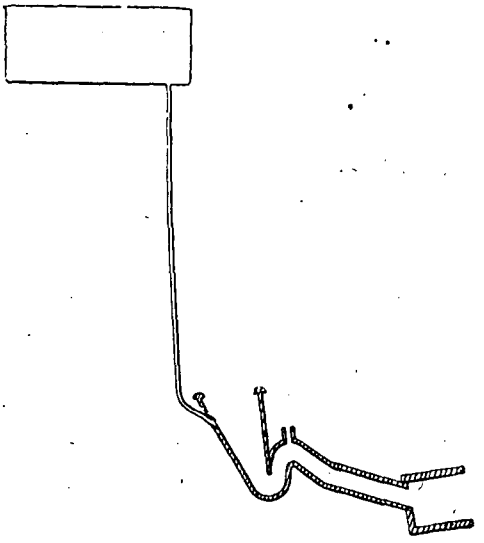


Fig. 1.

El tubo de salida está acodado y vierte encima de un platillo en forma de embudo con un orificio en su centro y lleno de turba y escorias: automáticamente y con intermitencias caen las aguas por un gran número de orificios para facilitar la aireación al platillo inferior que es más grande y contiene en la parte superior *machefer* y en la inferior gravilla: en el centro de este depósito se encuentra un tubo que recoge las aguas ya filtradas y *desodorizadas* y las lleva al último compartimento subdividido por un tabique vertical en

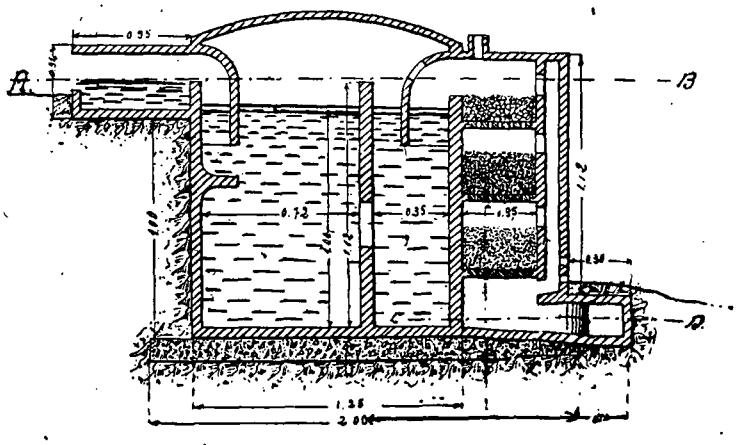


Fig. 2.

otros dos desiguales del menor de los cuales arranca el brazo del sifón que conduce el líquido ya depurado a la alcantarilla o a un cauce natural.

Vamos a presentar el cálculo y disposición especial de una instalación bacteriana simplificada que tenemos proyectada para un grupo de «Casas baratas».

El pozo de forma circular presenta la ventaja sobre los de plan-

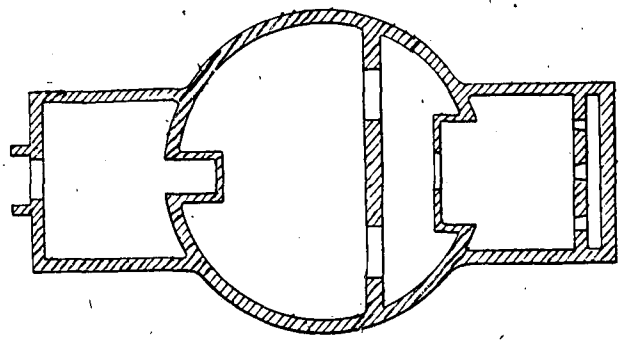


Fig. 3.—Sección por *A B* de la fig. 2.

ta rectangular, de repartir uniformemente las presiones sobre sus paredes, por lo tanto cada elemento de superficie está sometido a igual trabajo para igual altura del líquido. El fondo del pozo, por estar débilmente cargado, cuando la altura del líquido no pasa de la calculada, o sea de un par de metros, tiene suficiente cimentación si descansa sobre un zampeado de hormigón, pero en el caso de que haga que establecerse sobre un muro circular se organiza el fondo como una losa circular apoyada en su perímetro: en el primero, e insistimos por ser el caso más general, se puede reducir el espesor armándole con una hoja de metal desplegado, y dándole de 10 a 20 centímetros.

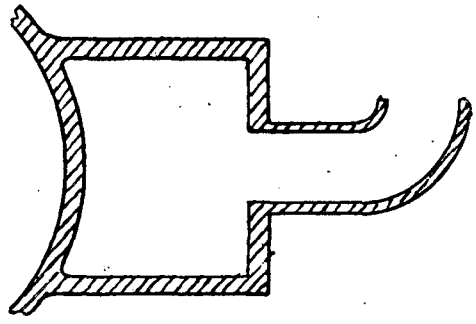


Fig. 4.—Sección por *C D* de la fig. 2.

Las paredes se constituyen con unos aros o directrices que se espacían a 0,30 o 0,50 metros arriostradas por medio de varillas o generatrices; de ordinario se separan éstas a razón de una por metro de círculo. A estas generatrices se ata el metal desplegado que constituye la armadura del forjado.

Emplearemos (según Gallego) la fórmula de Tedesco

$$p = s \frac{h\,d}{3}$$ en la que representan:

p el peso en kilos de las directrices por metro de desarrollo del círculo.
h la altura del líquido, en metros.
d el diámetro interior, en metros.
s la separación entre las directrices, en metros.

El forjado se calcula considerándolo como losa apoyada en dos directrices o semiempotrada, aplicando en consecuencia las fórmulas generales

$$e = \frac{p\,l^2}{40} \quad \text{y} \quad p' = 0{,}40\,e$$

en las que e representa el espesor en cm.; p la carga por metro; l la luz o separación entre directrices y p' el peso en kilos del m² metal desplegado.

El metal substituye a las generatrices, pero si se quiere colocar un sistema de éstas, la sección o peso de ellas se toma igual a la mitad del que corresponde a las directrices o cuando menos a los $^3/_4$.

Antes de pasar adelante haremos constar que si bien en las instalaciones de los grandes núcleos deben las excretas permanecer tan sólo veinticuatro horas, ya que la desintegración de la materia no es tan completa y se termina luego por la instalación nitrificadora, en las pequeñas instalaciones donde se busca una desintegración más completa y las heces llegan más frescas por su corto recorrido, es necesario, y así lo demuestra la práctica, la permanencia de dos a diez días en los pozos. Las putrefacciones dominan más y son más completas, la materia se descompone licuándose y haciéndose gaseiforme en gran parte y los líquidos contienen algunas, muy pocas, partículas en suspensión que exhalan ligero olor amoniacal, pero que lo pierden oxidándose simplemente al contacto con el aire. La conclusión que deducimos es que se simplifica la parte oxidante que no necesita como en las grandes instalaciones los períodos de reposo.

En consecuencia podemos calcular su cubo a razón de 200 litros por persona y día. Démosle la altura de 2 metros y resultará para una superficie de 1 metro cuadrado un pozo para las deyecciones de 10 personas, es decir, $s = 0{,}10$ metros cuadrados por N siendo N el número de personas y la planta será $S = 0{,}10 \times 35 = 3{,}50$ metros cuadrados. El volumen $S \times 2$ metros (altura constante) $= 3{,}50 \times 2 = 7$ metros cúbicos a razón por lo tanto de 200 litros por persona.

El radio deducido de la fórmula $S = r^2\,\pi = 3{,}50$ m² será

$$r^2 = \frac{3{,}50}{3{,}14} \qquad r = \sqrt{\frac{3{,}50}{3{,}14}} = 1{,}15 \text{ por exceso,}$$

y el diámetro $d = 2 \,.\, r = 2{,}30$ metros. Respecto a la altura ya hemos indicado es de 2 metros hasta el nivel del líquido o sea del codo de los sifones de introducción y evacuación.

La carga sobre el terreno será de 2 . 1000 kilos (peso del metro cúbico de agua) = 2000 kilos e incluyendo el peso de cubierta, zampeado y carga de tierra podemos tomar 2.500 kilos, resultando por centímetro cuadrado una carga de 0,25 kilos que es según sabemos muy inferior a la admitida en terrenos de escasa consistencia que es de 1 kilogramo. Para el zampeado será suficiente un espesor de 10 centímetros.

Hemos indicado que el pozo debe ser de cemento armado y en esta hipótesis el zampeado formará un todo solidario con las paredes y bóvedas; la hoja de metal desplegado se prolongará por el fondo.

Sigamos calculando los elementos que integran el sistema.

Si colocamos tres generatrices por metro, distarán entre si 0,33 metros y el peso de cada una de ellas será

$$P = s \,.\, \frac{h\ d}{3} = 0{,}33 \times \frac{2{,}00 \,.\, 2{,}50}{3} = 0{,}51 \text{ kilos;}$$

busquemos en el catálogo de una casa de siderurgía y tendremos para este peso el número 10 de Altos Hornos.

El espesor del forjado se calcula por la fórmula

$$e = \frac{P\ l^2}{40} \times 6 = \frac{2500 \times 0{,}33^2}{40} = 2{,}42 \text{ centímetros,}$$

espesor para la carga de 2500 kilogramos por metro cuadrado, pero como es casi imposible de obtener, en la práctica lo aumentaremos a 5 centímetros.

El metal desplegado con que debe armarse dicho sistema de forjado tendrá por metro cuadrado un peso deducido de

$$p' = 0{,}40 \text{ kilogramos} \times e = 0{,}40 \times 2{,}42 = 0{,}968 \text{ kilogramos,}$$

y eligiendo entre los del catálogo de la de la casa Rivière donde tenemos el más aproximado de 1 kilogramo, tomaremos ese peso y el de mallas más estrechas o sea el número 6.

Las proporciones que en paredes y forjados en general suelen tomarse

de los componentes del hormigón son: 300 kilogramos de cemento de fraguado lento; 0,400 de gravilla (en metro cúbico) y 0,800 metros cúbicos de gravilla. Para buscar la impermeabilidad se puede forzar la dosis de portland hasta 400 o 500 kilos, aunque lo corriente es emplear la dosis ya indicada para las cargas dichas y enlucir después las superficies exteriores con mortero a partes iguales de buen cemento y arena.

Según podemos apreciar en el dibujo que del pozo insertamos las generatrices se doblan al llegar al fondo para hacer de cada dos de ellas una cabilla; el metal desplegado se ata a éstas y a las directrices con alambre de 1 a 2 milímetros.

El metal debe ceñirse a las directrices para que las paredes adopten la forma deseada. Hemos indicado que el cierre es con bovedilla del mismo material pero, según las circunstancias, se puede cerrar la bovedilla con rasillas o con una losa independiente del resto del depósito.

El tabique interior se construye con una hoja de metal desplegado y forjado de pequeño espesor ya que estando bañadas ambas caras las presiones son iguales. En resumen se organiza este pequeño tabique como el resto del depósito.

Calculado el pozo séptico propiamente dicho, el resto de la instalación carece de importancia. El terreno del emplazamiento es a media ladera lo cual favorecerá la evolución de las aguas y la ventilación de los lechos aerobios.

Se compone esta instalación bacteriana del pozo de decantación que da acceso a la cámara séptica por un sifón, pasan las aguas de la cámara al lecho aerobio compuesto de una capa de *machefer* y turba, cae luego sobre el segundo de gravilla y escorias, atravesando finalmente un tercero de arena gruesa para hallar salida por el albañal colector.

Estas cámaras son visitables permitiendo en las dos primeras la extracción de objetos y en la tercera la renovación de los lechos.

Pozos asépticos Mouras.

Examinemos ahora las condiciones en que trabajan en teoría esta clase de pozos y las consecuencias que de ella se esperaban en el año 1881 al aceptar las ideas de Luis Mouras relativas a la depuración de las excretas del hombre en un pozo o tanque aséptico.

Tomemos la descripción del pozo, de la obra de Avilés titulada «Ingeniería sanitaria».

El pozo inodoro sistema Mouras, de limpieza automática, se reduce a un depósito o cámara impermeable y completamente cerrada, lleno de agua hasta cierta altura, en la que se sumerge algunos centímetros el

tubo de caída; el de salida se encorva para desaguar en la cañería que termina en la alcantarilla o en un depósito donde se conservan los líquidos para el riego de los campos.

Lo esencial y característico de este sistema es que el contenido del depósito se halla completamente al abrigo de la atmósfera mediante la oclusión hidráulica obtenida en el tubo de salida y en el de entrada. La introducción de un volumen de materias sólidas o líquidas determinan la evacuación de un volumen igual de líquido del depósito, conservándose el mismo el nivel interior.

Los pozos Mouras, decía su autor, mediante la oclusión hidráulica suprimen los malos olores, evitan los ventiladores y las molestias de las

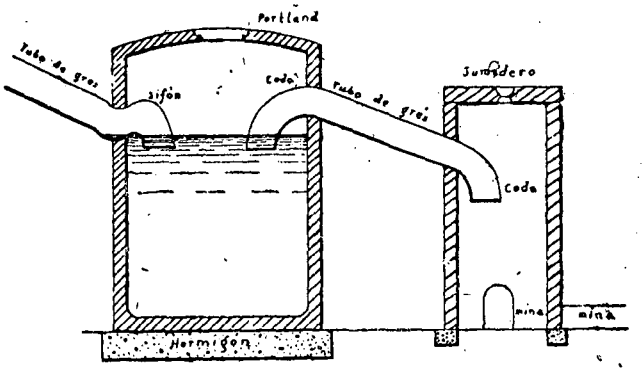


Fig. 5.—Pozo aséptico Mouras con pozo absorbente.

limpiezas periódicas de los pozos negros y son aplicables a una red de alcantarillado en la que no se permita la salida de materias sólidas. El líquido sale homogéneo, ligeramente turbio, casi inodoro y arrastra en forma de filamentos o granos casi invisibles las substancias que ha disuelto. Veamos ahora las condiciones prácticas y los resultados que hemos observado.

Es cierto que en estas cámaras se verifica la descomposición de las materias licuándose en gran parte, es decir que se obtiene en cuanto el trabajo de los microbios un resultado parecido al de los pozos sépticos; sin embargo, la gran cantidad de gases desprendidos, combustibles la mayor parte de ellas, dan lugar desde el punto de vista técnico-biológico a que reconcentrándose estos gases tóxicos en la cámara superior, la constante producción de ellos, aun teniendo en cuenta la cantidad que en los líquidos se disuelven, llega a impedir el desarrollo de las colonias microbianas y acaba por causar su muerte.

Desde el punto de vista mecánico esa masa gaseosa comprimida determina la evacuación de un cierto cubo de materias fecales con grave peligro para la salud pública.

Finalmente no es menos interesante la consideración de que verificándose sobre las paredes del recipiente una fuerte compresión puede dar lugar, como ha sucedido en varios cuarteles, a la rotura de sus bóvedas. Los malos olores no se han suprimido en la práctica y si bien pueden provenir de los tubos de caída no es menos cierto que los gases

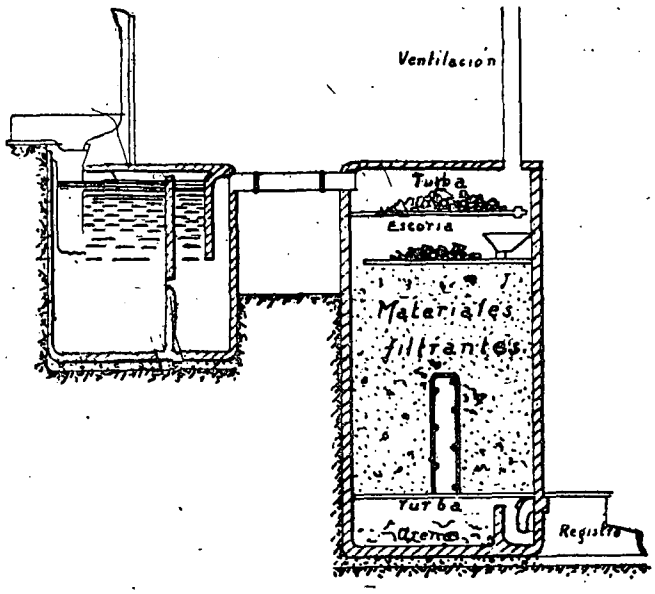


Fig. 6.

han de buscar salida entre los insterticios de las bocas de limpia en la imposibilidad de conseguir un cierre hermético en éstas.

El líquido evacuado es homogéneo, de color negro y arrastra en filamentos y granos la materia orgánica, desprende fuerte olor nauseabundo conteniendo además cinco o seis veces más ázoe orgánico que las aguas normales de alcantarilla; si al principio funciona bien, al cabo de un cierto tiempo aun con toda la cantidad de aguas necesarias, adquiere el aspecto últimamente descrito y aumentando las materias en suspensión y la cantidad de ácido sulfhídrico las hace extremadamente peligrosas para la salud.

JAIME ZARDOYA

REVISTA MILITAR

Producción de artillería en Inglaterra.

La producción de piezas de artillería en Inglaterra ha crecido en los términos que puede verse a continuación.

Producción en el primer año de guerra:
Cañones de campaña, 100.
Idem de 10,5 centímetros, 100.
Obuses de 15 ídem, 100.
Cañones de gran calibre, 100.
Producción en el segundo año de guerra:
Cañones de campaña, 240.
Idem de 10,5 centímetros, 654.
Obuses de 15 ídem, 1848.
Cañones de gran calibre, 623.
Producción desde 1.° de agosto de 1916 a 23 de noviembre del mismo año:
Cañones de campaña, 45.
Idem de 10,5 centímetros, 104.
Obuses de 15 ídem, 1.200.
Cañones de gran calibre, 363.

La producción de ametralladoras ha tenido igual aumento: en el segundo año de guerra fué 12,5 veces mayor que en el primero y en los cuatro primeros meses del tercer año, 420 veces más.

Más rápido aún ha sido el aumento fabril de los explosivos, que alcanza 350 veces más en el primer año (1914-15) y 11.000 en el segundo.

El aluminio en Inglaterra.

El aluminio, metal que hace medio siglo, apenas era empleado para usos industriales, adquiere de día en día mayor importancia, principalmente en la construcción de material de guerra. Este metal, debe escasear en Inglaterra, como lo prueba el hecho de que el Ministerio de Municiones acaba de disponer que toda persona que por cualquier circunstancia posea más de 25 kilogramos de dicho metal, sea en barras, sea en planchas, hilos, etc., está obligada a enviar en los primeros siete días de cada mes, al Director de materiales, todo cuanto exceda del peso consignado.

El servicio Aeronáutico sobre todo, consume una cantidad considerable de aluminio y debido a esto en primer término, se han reemplazado, desde hace dos años, hasta los cables de aluminio por alambres de cobre.

Producción del salitre en Chile.

El salitre que era para Chile una fuente segura de riqueza, sufrió al principio de comenzar la guerra europea una crisis de consideración. Su principal empleo era como fertilizante agrícola y en tal concepto se exportaron en 1913 cerca de tres millares de toneladas de nitrato sódico, constituyendo tal cifra el 58 por 100 del consumo mundial de materias nitrogenadas minerales, equivalente a 420.000 toneladas de nitrógeno. Al comenzar la guerra, y con la paralización consiguiente de la

agricultura, se creyó que a la paralización momentánea que se indicó, iba a seguir otra más duradera llevando esto consigo la ruina de industria tan floreciente.

No fué así, y de 26 establecimientos exportadores que había en Chile al empezar el año 1915, se elevaron al terminar dicho año a 112, debido a que el ácido nítrico entra como es sabido en la composición de los explosivos, y el mercado europeo pidió insistentemente grandes cantidades de salitre. Inglaterra, principalmente, que importaba solamente 130.000 toneladas al año, consume actualmente 400.000.

No han contribuído al consumo, como es natural, los imperios centrales, que incomunicados con la América del Sur, han resuelto el conflicto en su propia casa, con la producción del sulfato amónico y la extracción del nitrógeno atmosférico que les permite la obtención del ácido nítrico.

Los Estados Unidos que, como se sabe, han provisto abundantemente de material de guerra a los aliados, consume bastante mayor cantidad de nitrato que antes de comenzar la guerra.

No es por consiguiente de temer que pierda la república sud-americana tan importante fuente de riqueza, pues al terminar la campaña, volverá sin duda a consumirse el salitre, para su antigua aplicacion, más bienhechora, ciertamente, que la que actualmente tiene. ÷÷

El petróleo en Méjico.

La producción del petróleo en México, se ha duplicado desde 1912 a 1915. He aquí el número de barriles obtenidos en dichos años:

1912.....	16.558.215 barriles.
1913.....	25.696.291 »
1914.....	26.235.403 »
1915.....	33.927.950 »

La guerra europea, ha traído consigo el aumento enorme de consumo de tal combustible y es probable que alcance aún mayores proporciones. ÷÷

Zona petrolífera en Andalucía.

Notable es el trabajo publicado por el Sr. Gavalas y Laborde acerca de las regiones petrolíferas de Andalucía, y asunto digno de atención ya que el petróleo figura como uno de los materiales de guerra de mayor consumo, y somos tributarios del extranjero en esa materia.

Se notó por primera vez la presencia del petróleo en 1894 en Conil (provincia de Cádiz): un año después en el Balneario de San Telmo, cerca de Jerez de la Frontera, se encontró al perforar un pozo de donde se extrae agua sulfurosa medicinal. En 1904, la compañía explotadora de los azufrales de Arcos, ejecutó sondeos que pusieron de manifiesto la existencia de calizas impregnadas de petróleo. En 1906, se encontró petróleo y ozoquerita en Villamartín y dos años después en las *salinillas* del cortijo de Santo Domingo. Por último, tres años después, cerca de Lebrija en las marismas del Guadalquivir se comprobaron desprendimientos de hidrocarburo, solicitándose la concesión de una extensa superficie como terreno petrolífero.

Además de los puntos citados, donde es indiscutible la existencia del petróleo, puede comprobarse en otros muchos la presencia de calizas impregnadas de hidrocarburos, la de volcanes de lodo y de fuentes saladas que desprenden gases combustibles. Esto prueba la existencia de una causa general de la que dependen esas manifestaciones que no pueden considerarse como fenómenos puramente locales.

Se extiende el autor en consideraciones muy notables acerca de la conveniencia

de fijar por medio de una detenida investigación geológica, la edad de las capas productoras de petróleo y los puntos más a propósito para que éste se haya podido acumular, así como el régimen y espesor de las capas, sondeos que deben practicarse, etc.

Termina consignando su opinión de que en la zona comprendida entre Esepra, Arcos, Bornos y Villamartín, es donde cabe en lo posible que se haya formado algún depósito de relativa importancia, pues por lo demás desconfía de que haya yacimientos de positivo valor industrial. ÷÷

Dirección de torpedos desde aeroplanos.

Según dice una revista técnica italiana se están haciendo experiencias para lograr por las ondas hertzianas, la dirección de un torpedo automóvil, desde un aeroplano que vuele a gran altura. El inventor es Mr. Hammond y el aeroplano es del tipo Burgess, susceptible de llevar una carga de 500 kilogramos ÷÷

CRONICA CIENTIFICA

La válvula de Fleming en la radiotelegrafía.

Según *The Wireless World*, muchos de los progresos realizados recientemente en la telegrafía sin conductores son debidos al empleo de la muy conocida válvula Fleming, modificada. El tipo de válvula de tres electrodos se ha visto que es el más sensible de todos los receptores; por disposiciones especiales de los circuitos se puede utilizarla de tal manera que produzca oscilaciones continuas para telegrafía o para transmisión telefónica. Como amplificadora tiene también gran valor y se puede afirmar que su aplicación es utilísima para la radiotelegrafía a grandes distancias. Además, utilizando a la vez sus propiedades como detector y como generador, es posible emplearla como receptor para ondas continuas, disponiendo los circuitos en tal forma que se obtenga una nota musical de timbre puro.

Durante algunos años los ingenieros de la compañía Marconi han estado perfeccionando la válvula Fleming en sus distintas formas, particularmente como amplificador y como generador de oscilaciones. En la última disposición permitió a Marconi, a principios de 1914, efectuar algunos de sus felices ensayos de comunicación telefónica entre diferentes barcos de la marina de guerra italiana. △

El engranaje helicoidal en los automóviles.

En uno de sus últimos números dice *The Automobile Engineer* que si se da crédito a informes y estadísticas, la transmisión de fuerza en los autos futuros se efectuará casi exclusivamente, por medio de engranajes helicoidales. Esta clase de transmisión se ha generalizado tanto en los Estados Unidos durante el año 1916 que su adopción es ya casi universal y, según las noticias recibidas, su buen éxito está plenamente justificado. Resulta de esas noticias que tales transmisiones son casi en absoluto silenciosas, incluso cuando buena parte del engranaje está fuera de contacto. Se dice también de ellas que, aun cuando durante el proceso del temple resulten los dientes más o menos alabeados, esas deformaciones no afectan a la eficiencia del engranaje ni originan ruido en el funcionamiento; los propagandistas del sistema afirman además que un ajuste muy preciso de las piezas es innecesario, y que con ello el coste de la mano de obra se reduce considerablemente. Parece ser, en vista

de lo dicho, que si el procedimiento no se ha extendido en Europa se debe sobre todo a la carencia de las máquinas especiales necesarias para la obtención de semejantes transmisiones.

Como se ve, las noticias de la citada revista son puramente de referencia y al transcribirlas se expresa con una cautela que no garantiza una gran confianza propia. Por lo que se observa en los motores de gas dotados de engranajes en hélice, una mayor fe en la bondad del sistema parecería perfectamente justificada, pues cualquier técnico familiarizado con el manejo de dichos motores ha podido observar que, en efecto, poseen las ventajas que les atribuye la revista americana, a excepción, sin embargo, de una muy importante: la relativa al ajuste.

En nuestra humilde opinión la tolerancia en el ajuste de las piezas no podrá ser grande, so pena de aumentar el ruido y las resistencias interiores. Los automovilistas experimentados dirán la última palabra acerca del asunto. △

BIBLIOGRAFÍA

Societat d'Estudis Economics. AURELIO RAS.—*«La Orientación de España». Discurso de Apertura del curso de 1916-1917, leído en el «Fomento del trabajo nacional» el día 26 de septiembre de 1916. Barcelona. 1916.*

El Sr. Ras, presidente desde hace años de la «Societat d'Estudis Economics» expone en su discurso puntos de vista que han de merecer la aprobación incondicional de todo español amante de su Patria.

Reprocha a los elementos directores de Cataluña su desvío por las funciones públicas, acreditado por el hecho de que, a partir de la dimisión de Durán y Bas, «ningún catalán ha vuelto a desempeñar ningún ministerio».

Combate enérgicamente a los pacifistas presentándoles el ejemplo de China, la nación pacifista por excelencia, víctima de los manejos del Japón, como antes lo fué de otras naciones. Sostiene la necesidad de fomentar la creación de un poderoso ejército «instrumento el más adecuado para la formación de un Estado democrático» y, en suma, presenta a sus conciudadanos el ejemplo de las naciones fuertes y orientadas según los novísimos rumbos que trazan los acontecimientos mundiales a que asistimos, suspendidos de terror, a la vez que henchidos de esperanza en renovaciones saludables. △

***

Publicaciones de la «Revista de Caballería».—*Inauguración del curso complementario para segundos tenientes de la escala activa del Arma en la Escuela de tiro de caballería. Año 1916.*

El acto inaugural reseñado en el folleto que motiva esta noticia bibliográfica dió comienzo con unas breves y oportunas palabras del capitán general marqués de Tenerife, presidente del acto, a las que siguieron otras, no menos pertinentes, del general Aranaz, jefe de la Escuela de Tiro. Finalmente, el comandante jefe del curso, D. Angel Dolla, pronunció una conferencia muy elocuente, en la que reivindicó para el arma de Caballería la misión importantísima que siempre desempeñó, probando, con hechos deducidos de la guerra actual, que no están en terreno firme los que estiman en poco los servicios que podrá desempeñar el Arma en las campañas futuras. Cierto que en la guerra de trincheras, tal como existe en el frente francés, la

intervención del jinete se ha hecho casi imposible; pero tal género de guerra sólo puede ser transitorio, circunstancial.

Los hechos ocurridos desde que el comandante Dolla pronunció su brillante conferencia hasta hoy, y especialmente los desarrollados en Rumania y Mesopotamia, confirman los principios por él sentados, pues en unos y otros la acción de la caballería ha revestido importancia primordial. △

***

Biblioteca de los «Estudios Militares».—Derecho Internacional.—*Conferencias explicadas en la Escuela Superior de Guerra, por* D. CASTO BARBASÁN LAGUERUELA, *teniente coronel de Infantería, Profesor de la Escuela Superior de Guerra.*

El teniente coronel Barbasán, fallecido hace años, fué, además de un docto profesional, un escritor de fecundidad inagotable. Buena prueba de ello forma la serie de sus obras póstumas, entre las que ocupa un lugar distinguido ésta que reseñamos, además de las publicadas durante su no larga vida.

Este tema del Derecho Internacional, siempre interesante, adquiere en estos momentos relieve excepcional por la existencia de la Gran Guerra.

No queremos significar con esto que otorguemos una desmedida fe a la eficacia de sus actuaciones; muy al contrario, el desarrollo de los hechos, las interpretaciones variadísimas que a tal Derecho se ha dado, los diversos modos de entenderlo, a propósito de cuestiones tan importantes como la de la neutralidad y sobre todo, la pugna evidente en que se encuentran sus reglas en muchos casos, con los de la Etica más elemental, nos inducen a pensar que su aparatoso edificio no es sino fantástico castillo de naipes, derribado al primer soplo de la realidad. El Derecho Internacional, tal como hasta 1914 existió, era en parte obra de ilusos, falta de toda sanción y en otra parte no menor obra del espíritu de iniquidad. No pueden merecer juicio más favorable principios como los del llamado Derecho Marítimo, que no era sino la consagración del despotismo más desenfrenado del fuerte contra el débil. Confiemos en que, al final de la tremenda prueba actual, prevalecerá, si no la justicia absoluta, una mayor ponderación de ella.

Los lectores deseosos de documentarse en el conocimiento de las múltiples convenciones que constituyen esta rama, para muchos espúrea, del Derecho, pueden consultar útilmente la interesante obra del estudioso y malogrado escritor. △

***

Colección de obras del General de División D. Modesto Navarro García.—Dirección y empleo de los fuegos y conducción de las tropas bajo el fuego.—*Madrid. Imprenta del Patronato de Huérfanos de Intendencia e Intervención Militares. Un tomo de 325 páginas, con dos láminas.*

El autor, en el capítulo preliminar, examina prolija y concienzudamente la importancia de la cuestión a que su obra se dedica, expone sus ideas acerca de ella y las contrasta con las de Volozkoi, Dégat, Tellembach, Massa, Mogg, Hartschmidt y otros tratadistas militares.

El capítulo I del libro del general Navarro estudia la apertura y prosecución del fuego y en él se da toda la importancia que merece a la vulnerabilidad de los objetivos del tiro.

En el capítulo II estudia el autor el número de fusiles que conviene poner en fuego para conseguir un efecto dado contra determinado objetivo, el tiempo que para ello es necesario y el gasto de cartuchos que habrá de hacerse.

Las importantísimas cuestiones que a la especie y rapidez del tiro se refieren ocupan todo el capítulo III y al examen tanto del alza o de las alzas que han de usarse para batir eficazmente el objetivo del fuego, como de la corrección del tiro y de la puntería está consagrado el capítulo IV de la obra del general Navarro.

El objeto del capítulo V el mismo autor lo sintetiza en los siguientes términos: «determinar la forma y disposición que debe adoptar la tropa propia para favorecer la eficacia de su fuego y disminuir la del enemigo, así como para avanzar bajo el fuego de éste con el menor daño y sin perjuicio de su misión táctica.»

Termina la obra con un extenso estudio de la utilización del terreno, hecho en su capítulo VI, al que sigue un apéndice, en que se trata del avance de las tropas de infantería bajo el fuego de la artillería.

Por el resumen que antecede, fácil es juzgar la importancia y utilidad que tiene la obra examinada; pero, para formar juicio acerca del elevado concepto que merece menester es leerla.

¡Lástima grande es que persona tan inteligente y laboriosa se haya malogrado, arrebatado por la implacable muerte, cuando en nuestro país, tan propenso a la holganza, hacen tantísima falta hombres de conciencia y tesón, que a su servicio pongan, sin regateo alguno, cuantas facultades Dios les concedió! <>

***

Unión Eléctrica Española.—La hulla blanca en España en 1917.—EDUARDO GALLEGO RAMOS, *Ingeniero, secretario general de dicha Asociación.—Madrid. Establecimiento tipográfico de Antonio Marzo, San Hermegildo, 32 duplicado.—1917.*

La lectura de este interesante folleto inspira un sano y bien fundamentado optimismo, pues se apoya en cifras y datos casi siempre irrebatibles.

Comienza la obrita con algunas consideraciones respecto a la importancia que para la vida del estado español tiene el aprovechamiento de la hulla blanca, no sólo para suplir las existencias insuficientes de la negra sino atendiendo también a la seguridad de la nación que, al utilizar esas energías disponibles, se bastaría a sí misma para la producción de su material de guerra y para las necesidades de su industria civil.

Contiene después datos muy interesantes acerca de las grandes, medianas y pequeñas instalaciones hidroeléctricas existentes en España, y de ellos resulta que el número de HP en explotación es actualmente de cuatrocientos mil y los disponibles concedidos a esas empresas se elevan a novecientos mil.

Además de esa energía utilizada por la industria eléctrica es sabido que existe la que se aprovecha directamente, por turbinas u otros motores hidráulicos, que representan una cifra aproximada a la anterior. Según ésto, puede afirmarse que «la fuerza procedente de los saltos de agua que en nuestra nación se aprovecha directamente pasa de 100.000 H P y que la transformada por la electricidad excede de 400.000 H P.» Esa potencia viene a ser un décimo del total explotable en España, según cómputos que no pecan de exagerados.

En la reciente memoria del general Marvá, publicada por esta revista, en la que bosqueja las industrias de España en su relación con las industrias militares, se estima en 5.160.000 dicha energía disponible.

El autor del folleto que reseñamos prevé un enorme desarrollo de las industrias que utilizan la hulla blanca y nosotros no discrepamos de su opinión. △

Madrid.—Imprenta del Memorial de Ingenieros del Ejército. MCMXVII