

# Radiofaros del primer tipo <sup>(1)</sup>

## I. Generalidades

Ya expuse en la clasificación general que en el primer sistema de orientación por señales radioeléctricas el barco recibe, mediante un organismo apropiado, las señales que envía una estación costera especialmente equipada para el asunto de que se trata.

Debemos, pues, estudiar en primer término la organización de la *estación emisora* o *radiofaro* propiamente dicho, y a continuación las *instalaciones radiogoniométricas de a bordo*.

La especialidad del radiofaro respecto de las otras estaciones de radiocomunicación reside en la necesidad de sincronizar las emisiones, delatando en todo momento su situación, y así éstas se suceden a intervalos determinados, compuestos de una serie de trazos largos que permiten al barco orientar su receptor, alternando con las letras que lo definen en la lista internacional.

Tratándose de un centro emisor estudiaremos sucesivamente los organismos que realizan las tres fases enunciadas al ocuparme de la emisión que, como recordaremos, eran:

- 1.º Producción de la energía eléctrica.
- 2.º Transformación en oscilatoria A. F.
- 3.º Radiación.

## II. Producción de la energía eléctrica

La naturaleza de la emisión, signos de articulación elemental y el alcance relativamente pequeño de los radiofaros actuales permiten un reducido valor de la potencia que, desarrollada en intervalos cortos, unos minutos cada hora, totaliza una energía de escasa importancia. La irregularidad de consumo de ésta ya nos indica la conveniencia de su mediatización a través de una batería de acumuladores, de modo que partiendo de una fuente constante que trabaje un período determinado, aplicarla a un consumo discontinuo a lo largo de todo el día.

Los radiofaros se instalan generalmente donde existen faros luminosos; por tanto, se dispone de la fuente de energía en éstos implantada; y para alimentar aquéllos pueden seguirse dos criterios: aprovechar la existente o añadir una especial.

En el primer caso el motor que mueve la transmisión del faro carga durante la noche, mediante una dinamo intermedia, la batería de acumuladores.

En el segundo caso se instala un grupo electrógeno de poca importancia (con motor de gasolina generalmente) que efectúa la carga a las horas más convenientes.

Del lado de allá de la batería, la energía eléctrica que de ella fluye ha de llegar a los organismos encargados de su transformación en oscilatoria de elevada frecuencia (proceso especial de la Radiotecnica) en forma que depende del dispositivo adoptado para realizar dicha transformación. Así, en el caso de emplear lámparas de tres electrodos, ha de ser continua y

descomponerse en dos partes, una a baja tensión para el encendido de los filamentos, y otra a tensión relativamente elevada, para la alimentación de placa.

## III. Transformación de la energía eléctrica en oscilatoria de elevada frecuencia

De los dispositivos para realización de oscilaciones electromagnéticas, expuestos al ocuparme de la emisión, hay que descartar el alternador de alta frecuencia y el arco, que sólo encuentran aplicación en estaciones de gran potencia, restándonos, por consiguiente, la producción de oscilaciones por descarga del condensador, que serán amortiguadas si no realizamos la compensación de pérdidas mediante la lámpara de tres electrodos. Por consiguiente, podemos realizar la emisión en *onda amortiguada* o en *onda continua*.

Cada uno de estos sistemas de emisión tiene sus ventajas y sus inconvenientes, aunque en el balance verificado por la experiencia resulta favorecida la

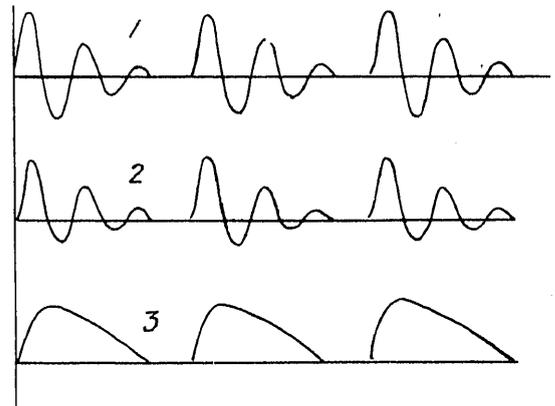


Fig. 1.ª Detección en ondas amortiguadas. 1, onda captada; 2, onda detectada; 3, efecto en el teléfono

onda continua y ya no se realizan instalaciones nuevas en onda amortiguada.

Efectivamente, la compensación de pérdidas supone un perfeccionamiento sobre la emisión amortiguada, lo que implica mejora del rendimiento; además, la seguridad de funcionamiento y la ausencia de órganos dinámicos permiten encomendar el manejo de las pequeñas estaciones de lámparas a personas poco especializadas.

Los emisores de chispa tienen su punto débil en el explosor, cuya regulación es delicada y muy influyente en el rendimiento.

En cuanto a la recepción, las ondas continuas, gracias a la fijeza de su longitud, permiten llegar a una sintonía más aguda, lo que equivale a un aumento del radio de acción, y además eliminan las interferencias con ondas próximas, con lo cual se logra una mejor utilización del intervalo de frecuencias asignado a este servicio.

En cuanto a la detección (tercera de las fases que hay que considerar en la recepción), las cosas cambian, pues se realiza de manera más sencilla en onda amortiguada que en continua. En aquéllas basta un detector rectificador (generalmente dispo-

(1) Véase REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, 15 de agosto de 1927, página 316.

sitivo de contacto de cristales) para conseguir, como se indica en la figura 1.<sup>a</sup>, una serie de impulsiones eléctricas que, traducidas mecánicamente por el teléfono, hacen vibrar la membrana de éste con una

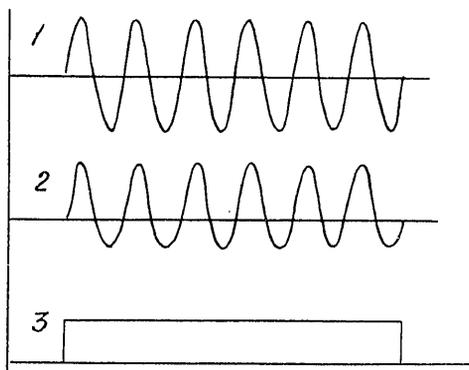


Fig. 2.ª Detección en onda continua: 1, onda captada; 2, onda detectada; 3, efecto en el teléfono

pulsación igual al número de chispas que produce, por segundo, el explosor de la estación emisora (de aquí que éstas se clasifiquen en de *chispa rara* y de *chispa musical*, según que dicha pulsación corresponda a un ruido o a un sonido).

En el caso de oscilaciones continuas (fig. 2.<sup>a</sup>), el rectificador, al favorecer las semiondas de un sentido, produce un efecto global en el teléfono,

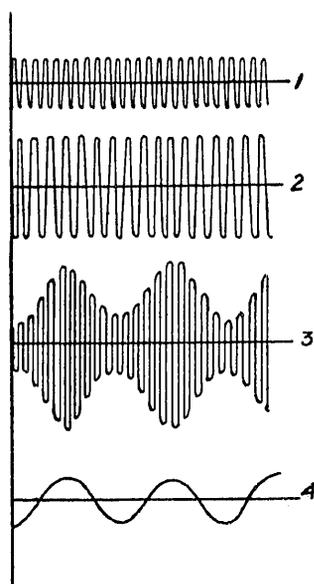


Fig. 3.ª Detección de onda continua con heterodina: 1, onda detectada; 2, onda local; 3, superposición de ambas; 4, efecto en el teléfono

consistente en la atracción de la membrana al comenzar la onda, que seguirá en esta posición, a consecuencia de su inercia, hasta el final de la misma, oyéndose únicamente un *tic* al principio y otro al final.

Tenemos que recurrir en este caso a la *detección por superposición*, es decir, al empleo de la *heterodina*, emisor local en onda muy próxima a la de recepción.

El resultado de esta superposición, que vemos gráficamente en la figura 3.<sup>a</sup>, se puede obtener analíticamente de un modo muy sencillo. Partiendo del momento

de coincidencia de fases puede representarse la onda captada por

$$A \text{ sen } \omega t$$

y la onda añadida

$$B \text{ sen } \omega' t$$

siendo  $\omega = \omega' + \omega''$  y  $\omega''$  un término relativamente pequeño.

La suma de ambas ondas da, aproximadamente,

$$(A + B \cos \omega'' t) \text{ sen } \omega t.$$

Es decir, que la amplitud de la onda consta de un término fijo *A* y un término variando sinusoidalmente que la modula a baja frecuencia.

Esta modulación sinusoidal de la amplitud puede imprimirse a las ondas en la emisión, y de este modo la detección puede realizarse directamente, igual que en el caso de oscilaciones amortiguadas. Esta ventaja de no usar heterodina en la recepción se logra a costa de un aumento de complicación en la instalación emisora (alternador de frecuencia musical situado en la rejilla de las emisoras para modular la amplitud).

#### IV. Radiación

Dos cuestiones principales influyen en la eficacia de esta tercera fase: la *onda de emisión* y la *antena utilizada*.

En cuanto a la primera, acabamos de ver puede pertenecer a una de las tres clases:

Onda amortiguada.

Onda continua.

Onda continua-modulada.

Descartada la primera por las razones apuntadas, quedan en competencia las otras dos. El *Comité*

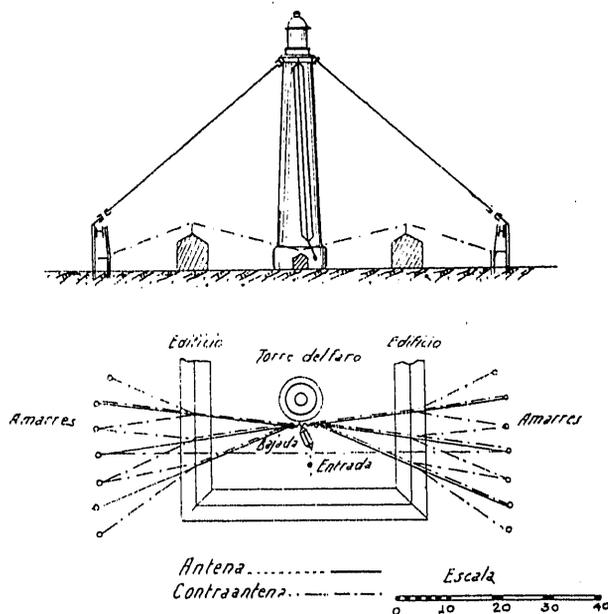


Fig. 4.ª Radiofaro de Créach d'Quessant

*technique pour le balisage et éclairage des côtes* (sección del Comité permanente de Navegación y Puertos de la Sociedad de Naciones) preconiza el empleo de la onda continua modulada; sin embargo, el *Service Central de Phares et Balises* francés ha adoptado la onda continua en los radiofaros de gran alcance recientemente instalados. Realmente, el inconveniente de complicar la sencillez de la estación emisora no está compensado por la ventaja de prescindir de heterodina en la recepción, ya que este sistema de detección posee cualidades que lo hacen ventajosísimo.

La longitud de onda ha sido fijada en convenios internacionales, habiendo oscilado entre 800 y 1 200 metros, para estabilizarse en 1 000 m (*Unión Radiotelegráfica Internacional*. Washington. Diciembre de 1920), habiéndose acordado una tolerancia de 50 m en ambos sentidos por el referido *Comité technique pour le balisage et éclairage des côtes* (agosto de 1926).

*Antenas*.—Tratándose de una longitud de onda relativamente corta, la *capacidad estática* necesaria

no es muy grande; en cambio nos conviene que la altura efectiva sea lo más elevada posible. Esto en cuanto a las condiciones eléctricas; en cuanto a las

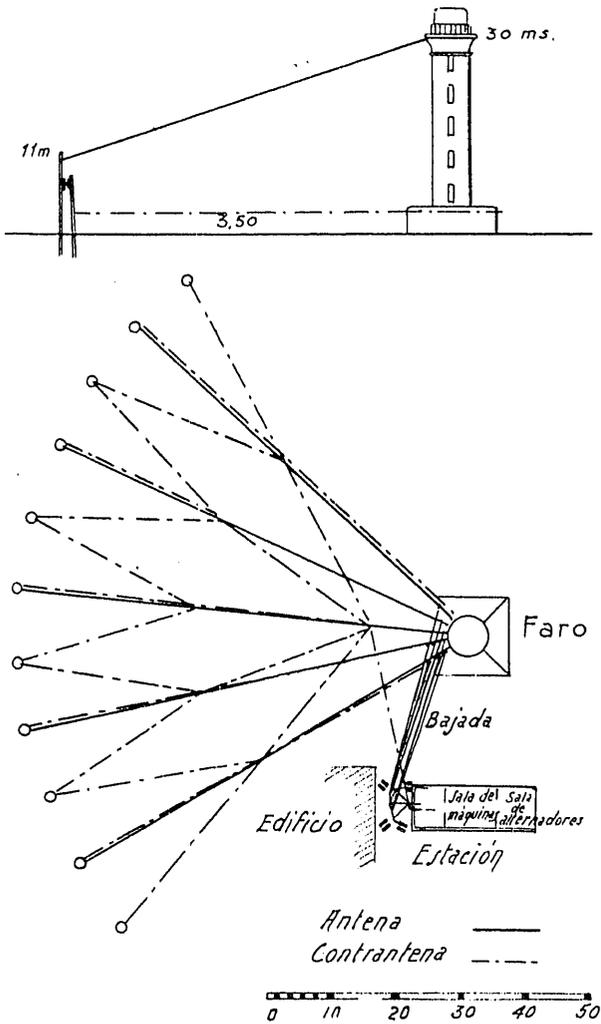


Fig. 5.ª - Radiofaro de l'Île D'Yeu

condiciones mecánicas ha de ser rígida e indeformable, pues estando situada en lugares expuestos a vientos intensos, al deformarse varía su capacidad

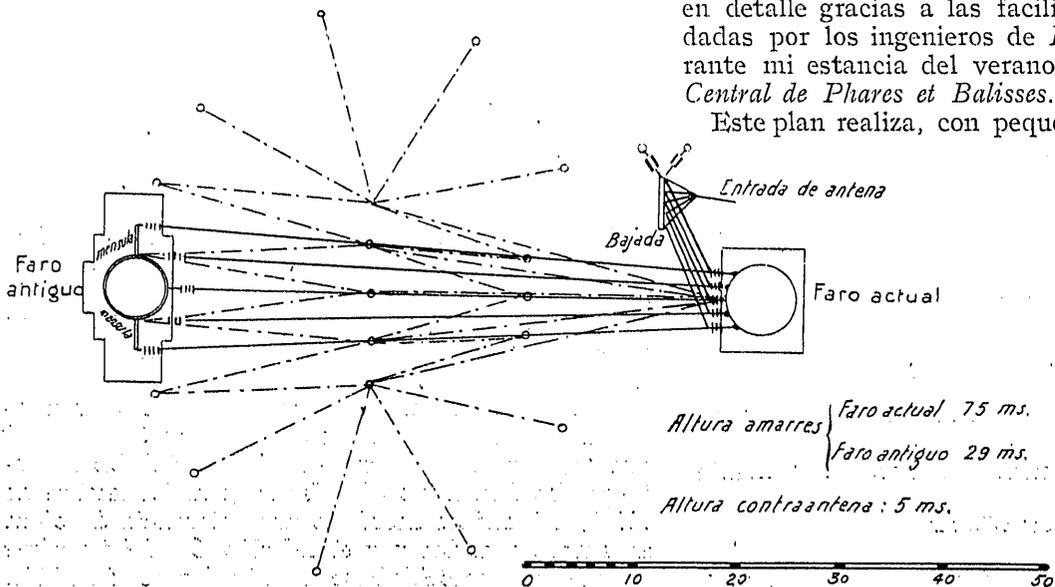


Fig. 7.ª - Radiofaro de Barfleur-Gateville.—Antena: 675 m de cable; 5 aisladores Vedovelli de nueve eslabones; 10 ídem íd. de cinco; 1 ídem íd. de entrada, de 15.000 v.—Contraantena: 670 m de cable; 18 aisladores Vedovelli de tres eslabones; 6 ídem de 5.000 v.; 8 postes de 5,50 m; 5 ídem de 8 m

e inducción y, por consiguiente, la longitud de onda emitida y la potencia de radiación.

Puesto que generalmente disponemos de la torre del faro, se utiliza su altura para elevar los hilos, que parten radialmente para amarrarse en soportes de unos 10 m de altura, constituidos generalmente por postes de madera apareados y reforzados (figuras 4.ª, 5.ª, 6.ª, 7.ª y 9.ª). La bajada se realiza desde el punto más alto, bien mediante prisma o mediante hilo único.

Casi nunca se dispone toma de tierra, que sería muy costosa e ineficaz dada la naturaleza del terreno. Así es que se recurre a la *contraantena*, formada por una serie de hilos dispuestos en planta, de modo que ocupen toda la proyección de la antena, y en un plano horizontal a una altura sobre el suelo tal que, sin estorbar la circulación, reduzca en un mínimo la altura eficaz. Se dispone sobre postes de madera como una línea telegráfica ordinaria (figuras 4.ª, 5.ª, 6.ª, 7.ª y 8.ª); la altura varía entre 3,50 y 5 metros.

Para la antena y contraantena se utiliza cable de hilo dividido, generalmente de bronce fosforoso.

Los aisladores que realizan el aislamiento de la antena con objeto de satisfacer a las condiciones características de funcionamiento y a la seguridad personal contra las sobretensiones están constituidos por rosarios de *rótulas* o *Vedovelli* en los amarres de la antena, y uno de tipo especial para gran tensión en la entrada de la estación.

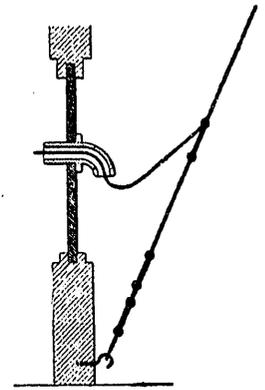


Fig. 6.ª - Entrada de antena. Tipo ordinario

### V. Organización de los radiofaros franceses

Para completar el estudio de este primer tipo de radiofaros voy a describir el plan que se está llevando a cabo en Francia, consecuencia de un estudio bastante profundo de la cuestión, y que he conocido en detalle gracias a las facilidades que me fueron dadas por los ingenieros de *Ponts et Chaussées* durante mi estancia del verano pasado en el *Service Central de Phares et Balises*.

Este plan realiza, con pequeñas variantes, el programa adoptado, después de largas discusiones, por la Comisión de Faros, presidida por M. Daniélov, en 15 de junio de 1925. Se excluyen los radiofaros del segundo tipo (estaciones radiogoniométricas); se consideran en período de ensayos los del tercer tipo (radiofaros de emisiones dirigidas) y para los del primer

tipo se adoptan las tres categorías siguientes:  
 Radiofaros de gran alcance, 200 millas (370 km).  
 Radiofaros de niebla, 50 millas (92 km).  
 Radiofaros de entrada de puerto, 15-20 millas (28 a 37 km).

Su distribución se indica en el mapa y en el adjunto cuadro, en el que además están clasificados en orden de urgencia, unos para realizar inmediatamente y otros para relleno del plan en momento oportuno; se subrayan los ya instalados.

|                         | RADIOFAROS PRIMERA CATEGORÍA  | RADIOFAROS SEGUNDA CATEGORÍA   |  | RADIOFAROS TERCERA CATEGORÍA  |   |
|-------------------------|---|--|--|---|---|
|                         |   | PRIMERA URGENCIA   | SEGUNDA URGENCIA   | PRIMERA URGENCIA  | SEGUNDA URGENCIA                                  |
| Mar del Norte.....      |   | Bateau-feu de Sandettié.<br>Cap Gris-Nez.....<br>Boulogne.....                             | Dieppe.....<br>Point de Ver.....   | Bateau-feu de Ruytingen<br>Bateau-feu de Havre.....<br>Cherbourg..... | Bateau-feu de Dunkerque                           |
| Canal de la Mancha..... |   | Barfleur-Gateville.....<br>Cap de la Hague.....  | Iles de Brehat.....  |   |   |
| Océano Atlántico.....   | Creach d'Ouessant.....<br>Belle-Isle.....<br>Pointe de la Coubre..... | Ile de Sein.....<br>Ile d'Yeu.....<br>Ile de Ré.....<br>Les Baleines.....<br>Arcachon..... | Penmarch-Eckmuth.....  |   | Ile de Groix.<br>Ile de Banche.<br>Ile de Pilier. |
| Mar Mediterráneo.....   |   | Cap Béar.....<br>Planier.....<br>Iles d'Hyères.....<br>Antibes.....                        |  |   | Cette.  |
| Córcega.....            |   |  | Calvi.....<br>Cap Corse.....<br>Porto-Vecchio.....<br>Iles Sanguinaires..... |   |   |

Los de la primera categoría y casi todos los de la segunda duplicarán en ondas electromagnéticas el

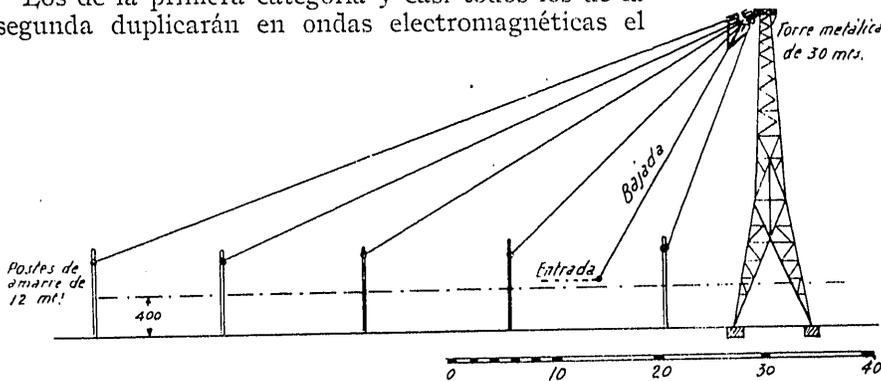


Fig. 8.ª Radiofaro de la Hague.—Antena: 410 m de cable (7 hilos de 10/10 de bronce siciliano); 5 postes de 12 m.—Contraantena: 1 025 m de cable como el de la antena; 17 aisladores Vedovelli de cadena de tres eslabones; 11 aisladores 5.000 v. sobre ménsulas; 25 postes de 4 metros

cepción en los barcos de travesía, en la estación receptora de Saint Inglebert, de la Aeronáutica Militar, y en la de Castelnaud, de la Marina de Guerra; ensayando diversas longitudes de onda. En septiembre de 1923 se desechó definitivamente la onda amortiguada y se prosiguieron las experiencias con onda continua modulada (por alimentación directa de las placas con alternador de  $f = 1\ 014$ ), llegando, por modificaciones sucesivas en los circuitos, al tipo actual.

Sin embargo, existe un radiofaro de onda amortiguada en Ile de Sein, donde se llevó la instalación que había servido para realizar los ensayos

faro luminoso actual, que es terrestre o flotante (bateau-feu). Los de la tercera categoría se sitúan en el punto más conveniente del puerto.

La instalación de un radiofaro de la primera categoría incluye uno de la segunda, pues por una sencilla maniobra se pasa del régimen de emisión de unos al de otros. La emisión consta de una sucesión de señales, repitiendo el indicativo del faro y trazos largos durante cinco minutos, que se repiten todas las horas en los primeros y todos los cuartos de hora en los segundos.

En el primer caso, como la energía total requerida no es muy grande, el motor de la transmisión del faro luminoso abastece al radiofaro. En el segundo se precisa un generador especial, motor de gasolina monocilíndrico 9 CV.

El sistema emisor es por lámparas de tres electrodos, obteniéndose la tensión filamento por dínamo y batería de acumuladores, la tensión placa por dínamo 1 500 v, el acoplamiento rejilla placa por inductancia y capacidad comunes, y el de antena por Tesla.

Las primeras experiencias se realizaron con onda amortiguada en Gris Nez (septiembre de 1922), que emitía onda de chispa musical, verificándose la re-

lación que había servido para realizar los ensayos de Gris Nez.

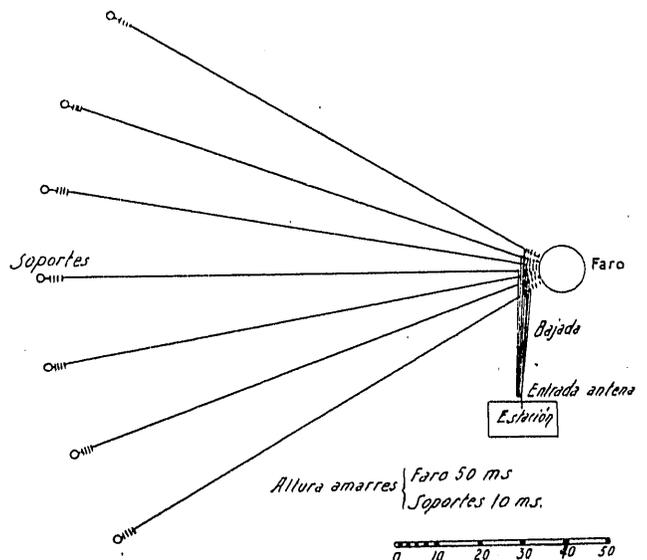


Fig. 9.ª Radiofaro de la Coubre.—1 060 m de cable (7 hilos 10/10, de bronce siciliano); 7 aisladores Vedovelli de cadena de nueve eslabones; 14 idem id. de cinco; un aislador de entrada de antena de 15.000 v (sobre vidrio de 10 mm); 7 soportes constituidos por postes gemelos de 12 m

Las antenas responden lógicamente al tipo radial, como antes indiqué (figuras 4.<sup>a</sup>, 5.<sup>a</sup> y 9.<sup>a</sup>). En el radiofaro de *Barfleur-Gateville* (fig. 7.<sup>a</sup>) se utilizaron para soportar los hilos de antena dos torres, una del faro actual y otra del antiguo, a la que se le adicionaron dos ménsulas metálicas que aumentan el ancho y abren el haz.

En el de *La Hagne* (fig. 8.<sup>a</sup>) no se pudo aprovechar la torre del faro y se construyó una metálica de 30 m de altura.

El de *Gris Nez* (no representado) está formado por un haz, constituido por cinco cables radiales de 60 m de longitud, separados 10 m en los extremos.

En las figuras se detalla la constitución de cada una de las antenas.

En los faros flotantes se han proyectado dos tipos: o un haz de tres hilos tendidos entre los dos palos, o prismas de cinco hilos muy rígidos y cortos con bajada central en la linterna del barco. A este último pertenece la del *bateau-feu de Havre*, que tiene una capacidad de 0,5 m  $\mu$ . *F* y resiste indeformable a los vientos y marejadas.

En el próximo artículo describiré con todo detalle el radiofaro de *Creach d'Ouessant*, uno de los instalados perteneciente a la primera categoría.

Carlos FERNÁNDEZ CASADO

Ingeniero de Caminos, de Telecomunicación y de Radio E. S. E., de París

## XIV Congreso de Navegación <sup>(1)</sup>

### Muro de muelle para atraque de buques de gran calado

Según se indicó en anteriores artículos, la primera cuestión que fué sometida a estudio y deliberación en el último Congreso de Navegación celebrado en El Cairo constaba de dos partes, y de éstas, la primera se refería al estudio de los *muelles para grandes profundidades*. No es preciso insistir en la gran importancia de este estudio para los ingenieros de puertos; basta considerar que ha sido tratado en dos Congresos sucesivos: en el de Londres, el año 1923, refiriéndose a muelles en los puertos de marea, y en el reciente ya citado, a los puertos sin marea.

Son los muelles obras que existen en grandes longitudes en todo puerto, y el estudio y acierto en la elección de la sección transversal más apropiada son capitalísimos, precisamente por esas grandes longitudes, en las cuales se conserva la misma sección; así que consideramos sea interesante exponer esta cuestión, dando la preferencia a las Memorias y a lo tratado en el Congreso de El Cairo, y diciendo algo de lo expuesto en el anterior Congreso, adicionado con algunas ideas relacionadas con esta importante materia.

Todos saben lo variadísimas que son las disposiciones de las secciones de la infraestructura de los muros de muelle, y a medida que las profundidades impuestas por el creciente calado de los buques han sido mayores, mayor también ha sido el ingenio puesto a productiva prueba, para proyectar esas infraestructuras, en las cuales se satisfaga la economía, reduciendo la masa que pueden imponer la altura y la gran sobrecarga, en forma que aquella masa se distribuya del modo más adecuado a la dirección y disposición de cargas y empujes y procurando disminuir la fatiga en los puntos en los cuales hubiera de tener su valor máximo.

Es evidente que la sección más apropiada o la mejor para cada caso ha de ser la resultante de la apreciación exacta y acertada de las varias condiciones y circunstancias especiales para ese caso, y de las cuales es función esa óptima solución, entre las varias que puedan proponerse.

Esas circunstancias o datos a tener en cuenta para la acertada solución, son:

a) Las condiciones y características del terreno de fundación, dato generalmente de apreciación difícil y

para la obtención exacta del cual deben extremarse todas las investigaciones.

b) La posibilidad de hacer en seco la fundación, también difícil de determinar, pero a lo cual debe siempre tenderse.

c) Facilidad mayor o menor para propagarse la onda de resaca en los sitios donde los muelles se establezcan.

d) Medios auxiliares, talleres, etc., y materiales de que se disponga para la construcción.

e) Longitud de la línea de muelles a construir.

f) Tráfico o servicios a que se destine el muelle y equipos o útiles de carga o descarga que se hayan de establecer.

g) Plazo para la construcción del muelle y duración probable de la explotación a que se dedique.

Puede influir también, aunque en menor escala, el coeficiente personal del autor del proyecto, con sus preferencias y su experiencia, costumbres, influencias locales, especialización del personal director y obrero, etc., etc.

Se puede efectivamente justificar, ya que a tantas condiciones diferentes se ha de atender, la razón de la gran variedad en los tipos de muelles.

No se han de exponer en estos artículos los tipos más conocidos ni más corrientemente empleados, y al no exponerlos, no ha de suponerse su proscripción, antes al contrario, en la generalidad de los casos podrán ser los más apropiados, precisamente por el resultado favorable de su experiencia, unido a su sencillez; pero sería inocente y hasta ofensivo exponer esos conocidísimos tipos; así que solamente se indicarán, entre las múltiples secciones propuestas en las Memorias de los Congresos citados, los más extraños, los más geniales, los más modernos, dentro de cada sistema constructivo, sin entender por ello que sean o no los más convenientes, sobre todo fuera del caso concreto en el cual se han empleado o se proyecta emplearlos.

Pasando revista a las interesantes Memorias presentadas (2), se encuentra que aun cuando todas tiendan al fin indicado de la reducción posible de la sección, llegan a la proposición de tipos bien diferentes, desde los

(2) Memorias presentadas sobre este asunto: *Bélgica*, Bonnet y Braeckman; *Dinamarca*, Kierulf y Saxil; *España*, R. Hernández Mateos; *Francia*, Benezit y Hersent; *Italia*, Albertazzi y Coen Cagli; *Japón*, Sakamoto y Takamishi; *Holanda*, Köhler; *Rusia*, Ghercevanof, Kandiba y Toukholka; *Suecia*, Petterson, Eckwall y Edlund.

(1) Véase REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, 15 febrero 1927, página 66.