

MADRID, 15 DE SETIEMBRE DE 1882.

TOMO XXX.

NÚM. 17.

SUMARIO

Sobre algunas objeciones relativas al empleo de la luz eléctrica en los faros, por M. E. Allard.—Memoria sobre el estado y progreso de las obras de mejora de la ría de Bilbao.—Parte oficial.—Subastas.—Noticias varias.—Personal.

SOBRE ALGUNAS OBJECIONES

RELATIVAS AL EMPLEO

DE LA

LUZ ELÉCTRICA EN LOS FAROS,

POR M. E. ALLARD,

INSPECTOR GENERAL DE PUENTES Y CALZADAS.

La aplicación de la electricidad al alumbrado de los faros, tomará pronto gran desarrollo. Hace próximamente veinte años, que se hicieron los primeros ensayos en *Dungeness* y en la *Héve*. Hasta la fecha sólo existen en Francia cinco faros alumbrados por medio de la electricidad; pero un proyecto que pronto será aprobado por las Cámaras, autorizará un gasto de 8 millones de francos para construir en el litoral de Francia 46 faros eléctricos. También Inglaterra sigue el mismo camino; Rusia, que hace tiempo posee un faro de luz eléctrica en Odessa, trata de seguir este ejemplo. En España, el Gobierno nombró una Comisión de Ingenieros, presidida por un Inspector general, para que pasase á Francia é Inglaterra con el objeto de estudiar la cuestión de los faros eléctricos. El Director de Telégrafos y faros de Portugal ha pedido noticias á París sobre el mismo asunto, y Bélgica, por su parte, tiene la cuestión en estudio.

A pesar de todo, de cuando en cuando se presenta alguna crítica á este nuevo sistema de alumbrado. Se sorprenden algunos de que esta luz tan poderosa no dé mejores resultados en tiempo de niebla, y no pueda atravesarlas. Se atribuye esto á la naturaleza misma de la luz, producida por el arco voltaico.

Será, por lo tanto, útil precisar esta cuestión indicando lo que motiva estas críticas, y lo que

puede haber en ellas de verdadero y de exagerado. Este estudio es tanto más oportuno, cuanto que las objeciones de que trataremos encontraron eco en la *Crónica des Annales des Ponts et Chaussées* del último mes de Noviembre.

Recordaremos, en primer lugar, la fórmula que sirve para calcular el alcance de una luz.

Representando por a la transparencia de la atmósfera, es decir, la proporción de rayos luminosos que deja pasar un espesor de 1 kilómetro, y teniendo presente la ley del cuadrado de las distancias, una luz cuya intensidad es L á la unidad de distancia, tendrá á la distancia x una intensidad igual á

$$\frac{La^x}{x^2}$$

Esta intensidad decrece indefinidamente, sin ser nunca teóricamente nula; pero existe un cierto límite λ , desde el cual el órgano de la vision no experimenta ya impresion capaz de ser apercibida; y cuando la intensidad decreciente de la luz llega á este límite, la distancia x correspondiente representa el alcance de la luz L . Por lo tanto, resolviendo la ecuacion

$$\frac{La^x}{x^2} = \lambda$$

se podrá determinar el alcance x de una luz de intensidad L , en una atmósfera cuyo coeficiente de transparencia es a , y para un observador, cuyo coeficiente visual es λ . La experiencia demuestra que el coeficiente λ , puede fijarse en 0,01 como término medio para los marinos, que en general tienen buena vista. El coeficiente a varía de 0 á 1; es sumamente pequeño en tiempos de nieblas y se aproxima mucho á 1 en tiempos claros; pero no será igual á 1 más que en el vacío.

Es fácil determinar, por medio de esta fórmula, la influencia que la intensidad luminosa de un faro ejerce sobre el alcance, segun el estado de la atmósfera.

Supongamos un faro de primer orden, cuya luz se alimenta con aceite mineral, y cuyo destello dé, como el faro de *Dunkerque*, 6.250 mechas Cárcel, y consideremos al mismo tiempo

una intensidad veinte veces mayor, es decir, 125.000 mechas Cárcel, como la de los faros eléctricos proyectados para Francia. En el estado medio de transparencia de la atmósfera, que, para el Canal de la Mancha, está representado por el coeficiente $a = 0,903$, los alcances correspondientes á estas dos intensidades luminosas, son 53^{km} y 75,4^{km}; puesto que se tendría:

$$\frac{6.250 \cdot 0,903^{53}}{53^2} = \frac{125.000 \cdot 0,903^{75,4}}{75,4^2} = 0,01$$

Por lo tanto, se ganan 22 kilómetros sobre el alcance, ó 42 por 100; ó de otro modo, este alcance aumentó en la relacion de 1 á 1,42, cuando el aumento de intensidad se realizó en la relacion de 1 á 20. Consideremos ahora un estado de transparencia media de la atmósfera, y hagamos $a = 0,747$, que representa una transparencia para $\frac{1}{12}$ del tiempo en el Canal de la

Mancha. Los alcances son entónces 24^{km} y 32,2^{km}; no se gana más que 8 kilómetros próximamente, ó sea 34 por 100. Supongamos, por último, la niebla ordinaria, representada, por ejemplo, por $a = 0,055$, que reina durante diez noches, próximamente, cada año; los alcances son 3,7^{km} y 4,6^{km}; se gana apenas un kilómetro, 24 por 100 próximamente. Ciertas nieblas muy densas, que rara vez se presentan, y que están definidas por la circunstancia de que una mecha Cárcel es invisible á 25 metros, no dejaría ver las dos luces que consideramos más que á 182 y 211 metros. Es una niebla verdaderamente impenetrable, y se ve que haciendo 20 veces mayor la luz de un faro, no se aumenta en el alcance más que una cantidad insignificante, 29 metros, ó sea 16 por 100.

Por lo tanto, aumentando la intensidad luminosa de un faro, el alcance aumenta en proporcion mucho menor, y la proporcion de este aumento en el alcance es cada vez menor á medida que la atmósfera es ménos trasparente.

Estos resultados, consecuencia de una ley física, pueden en ciertos casos defraudar las esperanzas que se tienen del empleo de luces muy vivas; y como las luces de gran intensidad se obtienen generalmente por medio de la electricidad, se atribuye á la naturaleza de la luz eléctrica estos malos resultados; se supone ménos propósito para atravesar una niebla

que una llama de aceite. Hé aquí la explicacion de esta inferioridad relativa de la luz eléctrica.

La luz de arco voltaico se produce á una temperatura mucho más elevada que la del aceite ó gas; contiene, por lo tanto, mayor proporcion de rayos luminosos más refrangibles, es decir, azul y violeta. Su color se acerca al azulado, mientras que el de la llama de aceite se acerca más al amarillo.

Además, es probable que una atmósfera, con algo de niebla presente una transparencia mayor á los rayos ménos refrangibles, que á los que lo sean más. Esto explica el color rojizo que presentan las llamas de aceite ó gas cuando se miran á cierta distancia á través de la niebla.

De esto se deduce que la atmósfera debe ser ménos trasparente para la luz eléctrica que para las luces de temperatura ménos elevada, ó de otro modo, que la luz eléctrica tiene un poder de penetracion algo menor que las luces de aceite y gas.

Veamos cuál es el valor numérico de esta diferencia de penetracion. Examinando la curva que representa las intensidades luminosas de las diferentes partes del espectro solar, tal como la explica *M. Becquerel* en su obra sobre la luz, se reconoce que los rayos rojos contribuyen en una pequeña proporcion en la intensidad luminosa total de un rayo blanco. Si se considera, por una parte, que la variacion que esta cantidad de rojo puede presentar al pasar de una luz á otra, debe ser muy pequeña, puesto que en definitiva, el color de las diferentes luces de las que nos ocupamos, se separa poco del blanco, y por otra parte, que la diferencia entre la transparencia de la atmósfera para el rojo y para los otros colores debe ser muy pequeña, puesto que el tinte rojizo que la niebla da á las luces es pequeño, se reconoce fácilmente que los alcances de una luz de aceite ó eléctrica, de la misma intensidad, sólo presentan diferencias muy pequeñas.

Faltan datos para hacer un cálculo exacto. Pero se puede, por medio de hipótesis, evidentemente desfavorables á la luz eléctrica, determinar un límite superior de la diferencia de alcances, debido á las causas que hemos indicado.

La curva de las intensidades luminosas del espectro solar, aunque no se conozca con pre-

cision, permite reconocer que los dos colores centrales, el amarillo y el verde, representan próximamente los tres cuartos de la intensidad luminosa total; que los rayos más refrangibles, desde el azul al violeta, representan los $\frac{14}{100}$

y que los dos colores menos refrangibles, el rojo y el anaranjado, hacen próximamente los $\frac{11}{100}$ de los que dos solamente son para el rojo.

Consideremos el conjunto de los dos colores menos refrangibles, que ambos pueden contribuir á la produccion del fenómeno que consideramos.

Supongamos que los dos colores componen las $\frac{13}{100}$ de la intensidad total en las luces de aceite ó gas, y $\frac{9}{100}$ solamente en las de arco voltaico; es decir, que las luces de aceite contienen, próximamente, un quinto más que la luz solar y las de arco voltaico un quinto menos, ó que las luces de aceite tienen la mitad más que la eléctrica.

Admitamos además que, con una neblina ligera, las luces de aceite ó gas aparezcan algo rojizas á la distancia de 1 kilómetro, y que esta coloracion debe atribuirse á que la proporcion del rojo y del anaranjado, al atravesar este kilómetro de aire, se haya hecho igual á $\frac{18}{100}$ en lugar de 13. Llamando a' el coeficiente medio de transparencia del aire para los rayos rojo y anaranjado y a'' el término medio de los coeficientes relativos á los otros rayos, se tendrá:

$$0,13 a' = \frac{0,18}{0,82} \cdot 0,87 a'', \quad \text{ó} \quad a' = 1,468 a''$$

y haciendo $a'' = 0,055$
tendremos $a' = 0,081$.

Calculemos con estos datos hipotéticos los alcances de las dos luces que hemos considerado; una de aceite de 6.250. Cárcel, la otra de arco voltaico de 125.000 Cárcel.

Para la luz de aceite, la ecuacion será:
 $6.250 [0,13 (0,081)^x + 0,87 (0,055)^x] = 0,01 x^2$
de donde $x = 3, \text{km } 805$.

Para la luz eléctrica, suponiéndole la misma composicion que la de aceite, es decir, 13 por 100 de rayos rojos y anaranjados, la ecuacion será:
 $125.000 [0,13 (0,081)^x + 0,87 (0,055)^x] = 0,01 x^2$
de donde $x = 4, \text{km } 740$.

Por último, para la luz eléctrica, suponiéndole 9 por 100 de rojo y anaranjado en lugar de 13 por 100, se tendrá la ecuacion:

$$125.000 [0,09 (0,081)^x + 0,91 (0,055)^x] = 0,01 x^2$$

de donde $x = 4, \text{km } 699$.

Por lo tanto, cuando el estado de la atmósfera es tal que una luz de aceite de 6.250 Cárcel, es sólo visible á 3,km 805, una eléctrica de 125.000 Cárcel se verá á 4,km 740, suponiéndole la misma composicion que la luz de aceite, y á 4,km 699 admitiendo que la proporcion del rojo y anaranjado no es más que de 9 por 100 en lugar de 13 por 100. La pérdida en el alcance de la luz eléctrica, que resulta de las hipótesis hechas, no es más que de 41 metros, ó sea menos de 1 por 100, y la pérdida real debe ser más pequeña aún, porque estas hipótesis han exagerado, evidentemente, las diferencias que pueden presentar, bien la transparencia de la atmósfera, bien las proporciones de rayos rojos y anaranjados de las dos luces.

Por lo demás, la práctica confirma esta consecuencia. Los faros eléctricos de la *Héve* están sometidos, como todos los demás de Francia, á las observaciones de los torreros de los faros que se hallan á la vista, que anotan, tres veces en la noche, las apariencias de los faros próximos. Estas observaciones permiten construir, para cada parte del litoral, una curva que representa las variaciones de la transparencia de la atmósfera, y por consiguiente, la visibilidad de las luces durante el año, tal como lo he explicado en una *Memoria sobre la Intensidad y alcance de los faros*. Ahora bien; la visibilidad de los faros eléctricos de la *Héve* conviene perfectamente con esta curva, que se ha deducido de las observaciones relativas á todas las luces de aceite de la misma region. La influencia que la composicion de luz pudiese ejercer sobre el alcance, está comprendida entre los mismos límites que los errores de observacion, y debe ser, por lo tanto, muy débil, como se ha deducido de las consideraciones teóricas que preceden.

Otra objecion, fundada sobre sus dimensiones, se hace á la luz eléctrica, diciendo que una luz para ser visible á grandes distancias, debe ser, no solamente intensa, sino que tambien debe ser extensa. Esta cuestion puede reducirse á la del menor ángulo visual con que se puede ver un objeto, y es importante examinar si convendría, bajo este punto de vista, aumentar las

dimensiones de los aparatos ópticos que concentran la luz eléctrica en los faros.

Mueller, en su manual de Fisiología, dice que el ángulo más pequeño, bajo el cual se pueden distinguir dos puntos, es de 40 segundos. Cita otros que descienden hasta 30 segundos y aún menos. M. Helmholtz, en su *Optica fisiológica*, dice que segun Weber, la mejor vista puede distinguir trazos blancos sobre fondo negro á 73 segundos unos de otros, y con una luz intensa, á 64 segundos. Añade que haciendo la experiencia con hilos metálicos, se llega á 50 segundos.

Pero con luces muy intensas, situadas á gran distancia, puede verse bajo ángulos más pequeños. Puedo citar el faro del cabo Béarn, que cuando las circunstancias atmosféricas son favorables, puede verse desde el monte Agde á simple vista. Este faro, de luz fija, aparece al observador bajo la forma de una banda luminosa de 2,^m70 de altura y 0,^m11 de ancho, próximamente. Produce una intensidad luminosa de 576 mechas Cárcel y es visible desde el monte Agde, distante 92.600 metros, cuando el coeficiente de transparencia de la atmósfera es igual ó superior á 0,98. El ángulo visual bajo el cual se ve á esta distancia es de 6 segundos en el sentido vertical y de 0,"24 en el horizontal. Es probable se le podría ver desde más léjos, es decir, bajo un ángulo más pequeño. Las lentes que producen los destellos de los faros eléctricos, proyectados para la costa de Francia, tienen 1,^m10 de altura y 0,^m06 por lo ménos de anchas; serán perceptibles á 37,^{km}8 bajo un ángulo de 6" y á 51,^{km}6 bajo un ángulo horizontal de 0,"24, lo que es suficiente. No hay, por lo tanto, motivo para preocuparse de esto.

Por otra parte, las estrellas no nos demuestran que cuando la intensidad es suficiente, un cuerpo luminoso puede ser visto bajo un ángulo tan pequeño como podamos imaginar?

Objeciones parecidas á las que hemos examinado, han sido presentadas contra la luz eléctrica en la Sociedad de Ingenieros civiles de Lóndres, en su sesion de 25 de Marzo de 1879. M. Douglass, Ingeniero Jefe de la Corporacion de *Trinity House*, leyó un trabajo sobre la aplicacion de la luz eléctrica á la iluminacion de los faros de Inglaterra, y terminaba su lectura haciendo presente que en una atmósfera poco trasparente para que un faro, alumbrado

con un mechero de aceite de 722 bujías, no fuese visible más que á 2 millas marinas, el faro de cabo *Lizard*, alumbrado por medio de la electricidad, con su máximo de intensidad, que es de 16.500 bujías, sería visible á 4 millas. En la discusion que siguió á esta lectura, M. Wigham, constructor de aparatos de gas en Dublin, ha presentado, en competencia con los faros eléctricos, faros de gas, que ha hecho adopte la comision de faros de Irlanda, y á los que dá el nombre de faros cuadriformes. Hé aquí en qué consisten: un mechero de gas, que contiene 108 agujeros, producen una llama de 0,^m27 de diámetro, está colocado en el centro de un tambor de luz fija; los anillos catadióptricos que forman la cúpula y parte inferior de los aparatos ordinarios están suprimidos, de suerte que los rayos emitidos por el mechero no se recogen más que en un ángulo próximamente de 28 grados por encima ó debajo del horizonte. Otros tres mecheros y otros tres tambores están superpuestos encima del primer sistema. La intensidad de los cuatro mecheros está evaluada en 5.000 bujías; pero se puede, por medio de un sistema de cierre de mercurio, reducir el consumo de gas y disminuir la intensidad cuando la transparencia de la atmósfera aumenta. Estos son los aparatos cuadriformes, presentados por M. Wigham como superiores á los faros eléctricos, primero porque la luz del gas contiene mayor proporcion de rojo que la luz de arco voltaico, y en segundo lugar, porque la superficie luminosa de sus aparatos es mayor. Apoyado en la opinion de M. Douglass, de que dos faros alumbrados, el uno por medio de una lámpara de aceite de 722 bujías, y el otro por una luz eléctrica de 16.500 bujías, tendrían, en la misma atmósfera, alcances de 2 y 4 millas respectivamente, deduce que la relacion de intensidades siendo 23, y la de los alcances 2 solamente, la luz eléctrica debe haber sufrido una absorcion por la atmósfera incomparablemente mayor que la de la luz de aceite, y afirma que su faro cuadriforme, alumbrado con mecheros, cuya intensidad total es de 5.000 bujías, tendrá un alcance mayor que los faros eléctricos.

Anteriormente indiqué, que en casos análogos á los citados por M. Douglass, la relacion de alcances es, en efecto, muy inferior á la de las intensidades; y aplicando el cálculo á las intensidades indicadas por M. Douglass, se verá

que los alcances citados por él deben diferir aún ménos uno de otro. Pero esta consecuencia no es debida á la diferente naturaleza de las luces; es resultado de la ley física, que representa la absorción por la atmósfera de una luz cualquiera, y se podría aplicar del mismo modo á dos luces de la misma naturaleza, cuyas intensidades estuviesen en la relacion indicada. En lo relativo á la superioridad de los faros cuadriformes de *M. Wigham* sobre los eléctricos, á pesar de la gran diferencia de intensidad, sólo se podría justificar teóricamente suponiendo hipótesis inadmisibles para cada una sobre la composicion de las dos luces y sobre las propiedades absorbentes de la atmósfera. Por lo demás, varios miembros presentes en la sesion indicada contestaron á *M. Wigham*, entre otros el profesor *Tyndall*, que restableció los verdaderos principios.

«La opinion emitida, dijo *M. Tyndall*, sobre »la riqueza relativa de la luz eléctrica y la de »aceite en rayos penetrantes, admite discusion. »Cuando una corriente eléctrica calienta cada »vez más un cuerpo, se producen en primer »término radiaciones invisibles y despues rayos »visibles, que se superponen. El doctor *Draper* »demostró, que cuando el platino se pone in- »candesciente por medio de una corriente eléc- »trica, se ven aparecer sucesivamente los rayos »rojos, anaranjados, amarillos, verdes, y des- »pues los más refrangibles del espectro. El ca- »rácter particular de la luz eléctrica consiste »en que los rayos más refrangibles, los violetas, »no pueden existir sin estar acompañados de un »gran incremento de rayos ménos refrangibles, »los rojos. No es que se trasformen unos en »otros, como podría creerse. Al contrario, á »medida que se introducen los rayos más re- »frangibles, aumentan muchísimo en intensidad »los ménos refrangibles. En efecto, la luz eléc- »trica es rica en radiaciones de todos colores, y »contiene todos los que existen en las luces de »aceite y gas....

«No hay duda alguna, que considerando en »su conjunto una luz de gas ó una luz eléctrica, »la relacion de los rayos ménos refrangibles en »la luz total será mayor para el gas que para »la electricidad. Pero esto nada indica en lo »concerniente á la cantidad absoluta de rayos »rojos contenidos en las dos luces». Despues de indicar había visto uno de los faros de gas esta-

blecidos en Irlanda por *M. Wigham*, y que á la distancia de seis millas le parecía muy buena luz, añade *M. Tyndall*: «Sin embargo, creo »que bajo el punto de vista del poder penetrante, »la luz eléctrica vencerá á todas; contiene todos »los elementos de penetracion de que hemos »hablado, y se introducirá, por lo tanto, en el »alumbrado de los principales faros de la costa »inglesa.»

Despues de esta sesion de que se ha hablado, *M. Wigham* presentó un trabajo sobre el mismo asunto á la Asociacion Británica en la sesion habida en *York* en 1881 (y este trabajo es el analizado ligeramente en la *Crónica des Annales* de Noviembre último. Añadiré para terminar algunas palabras).

M. Wigham hace dos objeciones á la luz eléctrica; una que acabamos de examinar en detalle, y que consiste en que esta luz se ve ménos á través de la niebla que la de gas empleada en los faros cuadriformes; la otra es que en buen tiempo la luz eléctrica engañará al navegante impidiéndole reconocer á qué distancia se encuentra de la costa, porque segun el estado de la atmósfera, puede aparecer tan intensa á 10 millas como á una. Pero esta objecion tiene el mismo valor que la primera; los faros no tienen por objeto indicar la distancia de la costa, y todas las luces, lo mismo que la eléctrica, aparecerán más intensas á una gran distancia con tiempo claro, que á menores distancias con niebla.

Tocante á las experiencias verificadas en Lóndres, y que habrian demostrado que en tiempo de niebla, la luz de gas es aún visible cuando ya no lo es una eléctrica de mayor intensidad, es anterior á la sesion de la Sociedad de Ingenieros civiles de Lóndres, de que hemos hecho mencion, y no parece haber quedado demostrado, ni por el Ingeniero Jefe de *Trinity-House*, ni por el profesor *Tyndall*, ni por la mayor parte de los miembros de la reunion.

La nota *des Annales*, dice que el Almirantazgo inglés, despues de haber empleado durante algun tiempo la luz eléctrica en faros tan importantes como el de *Dungeness*, se han reemplazado por mecheros de aceite y gas. El faro de *Dungeness* es el único en el que ha tenido lugar una supresion momentánea del alumbrado eléctrico, por consecuencia del mal estado de las máquinas que funcionaban hacía

tiempo. Pero la corporacion del *Trinity-House* continúa desarrollando el empleo del alumbrado eléctrico en las costas inglesas, y si piensa emplear el gas, es principalmente para alimentar las máquinas motrices.

Por último, segun dice el secretario del *Board of trade*, en la nota des *Annales*, el gasto de la luz eléctrica en condiciones idénticas es más del doble que el del aceite ó gas. Esta proporcion del gasto es exacta, y lo he indicado detalladamente en la Memoria sobre el proyecto de faros eléctricos de Francia; pero lo que no es exacto, es el decir que las condiciones son idénticas, puesto que el faro eléctrico da 20 veces más luz, y que el precio de la unidad luminosa se reduce á $\frac{1}{10}$ del relativo al del gas ó aceite.

Febrero de 1882.

MEMORIA

QUE MANIFIESTA

EL ESTADO Y PROGRESO DE LAS OBRAS DE MEJORA
EN LA RIA DE BILBAO, DURANTE EL AÑO
ECONÓMICO DE 1881 Á 1882.

(Conclusión.)

VIII.—OBRAS DE CONSERVACION Y REPARACION.

La Junta de Obras del puerto tiene á su cargo la conservacion y reparacion de más de 21 kilómetros de muelles antiguos que encauzan la ría por toda la margen derecha y gran parte de la izquierda, la del camino de sirga establecido en la margen derecha en los 14 kilómetros de longitud que tiene ésta entre la parte superior de Bilbao y Las Arenas, la zona de la margen izquierda, los edificios anexos al servicio y el material de grúas y otros efectos.

Muelles.—La obra más importante de esta clase que hemos tenido que hacer en el año económico actual, ha sido la reconstruccion de 115 metros de longitud del gran lienzo de muelle inmediato al puente de Luchana. Construido este muelle hacia el año 1760 con escasa cimentacion y con fábrica de mampostería en seco en la mayor parte de su altura, había tomado un desplome que inspiraba serios temores, cuyo defecto se trató de combatir hace unos 20 años por medio de tirantes de hierro. Aunque esta obra prestó su servicio por varios años, desde hace algun tiempo continuaban los movimientos del muro, las aguas trabajaban debajo del camino de sirga, insinuándose por entre las piedras del paramento, todo lo cual hacía temer que se arruinara aquél de un momento á otro. En su consecuencia, cuando se redactó el presu-

puesto de conservacion y reparacion para el año económico de 1881 á 1882, se incluyó en él la reconstruccion de ese trozo de muelle, que se ha llevado á efecto con arreglo al perfil aprobado, obra que ha ofrecido dificultades por la necesidad de no interrumpir el activo tránsito que por la carretera camino de sirga se verifica, y muy especialmente por el tranvía allí establecido, lo cual ha exigido el tener que construir obras auxiliares de defensa y apuntalamientos del elevado terraplen del camino, para que no se cayera al abrir las profundas excavaciones para los cimientos del nuevo muelle. La fábrica de éstos es de hormigon hidráulico defendido por una fila de pilotes y tablestacas, en cuya hinca hubo bastantes dificultades por haber en alguna parte del subsuelo, restos de antiguas escolleras, y el cuerpo del muro es de mampostería hidráulica.

Despues de esta obra, siguen en importancia los trabajos de defensa y realce del muelle del Campo de Volantin, de los que se hizo mencion en las Memorias anteriores, y que puede decirse hemos dejado terminados en Junio último.

El muelle de que tratamos fué construido hace dos siglos, y como en aquella fecha existian en el cauce de la ría entre San Agustín y La Salve bancos de grava muy elevados que se dragaron hace pocos años, se mantenía el agua á baja mar á mucha mayor altura que ahora, por lo cual se contentaron con establecer los cimientos sobre vigas horizontales asentadas en el terreno natural al nivel de baja mar, de modo que ahora al descender la marea, quedaba el asiento del muro más alto que el agua, con riesgo de que las corrientes lo socavaran y arruinaran, como ya sucedió hace cinco años con un trozo, que fué lo primero que tuvo que reedificar la Junta.

La gran reparacion que empezamos hace tres años y que hemos terminado en el año económico de 1881 á 1882, comprende una longitud de 480 metros, y en toda ella hemos tenido que clavar una fila de pilotes y tablestacas de muy difícil hinca, despues de lo cual, ha habido que realzar los muros á fin de dotarlos del cimiento necesario, del que carecían en absoluto, obra de bastante riesgo, y que hizo necesario un apuntalamiento general de todo el muelle para que no se hundiera al excavar debajo de él, habiéndose construido por último un zampeado entre el pié del muelle y el tablestacado para defenderlo mejor.

Se ha verificado una extensa reparacion en la coronacion del muelle de la Benedicta; esta reparacion comprende una longitud de 1.125 metros, que habrá de continuarse en el año económico de 1882 á 1883.

En este muelle y en el correspondiente de la margen derecha, se han colocado 25 amarraderos de fundicion, que eran de suma necesidad para el servicio de los buques. Tambien se ha colocado uno en el muelle de Ripa.

Otro de los trabajos importantes de reparacion que ha habido que ejecutar en el año económico, ha sido la defensa de un trozo de 150 metros de longitud del muelle de la margen derecha de Zorroza por medio de un pilotaje, á fin