

En 4 de Febrero de 1860 se mandó proceder al estudio de dicho faro, que debía situarse cerca de la población de Nerja.

En 16 de Octubre se confirió una comisión especial para ello al Ingeniero (hoy Inspector general) D. Antonio Molina. El presupuesto de contrata ascendía á 32.668 escudos 878 milésimas.

Se subastaron las obras en 1.º de Agosto de 1862; en Madrid quedó desierta, pero en Málaga presentó una proposición don Marcos Llamazares, vecino de aquella ciudad, á quien se adjudicaron en 12 del mismo mes por la cantidad de 32.660 escudos.

Empezadas las obras el día 28 de Agosto, se remitió en 5 de Mayo de 1864 un presupuesto adicional, importante 10.103 escudos 836 milésimas, ocasionado por varias modificaciones introducidas en las habitaciones y obras accesorias.

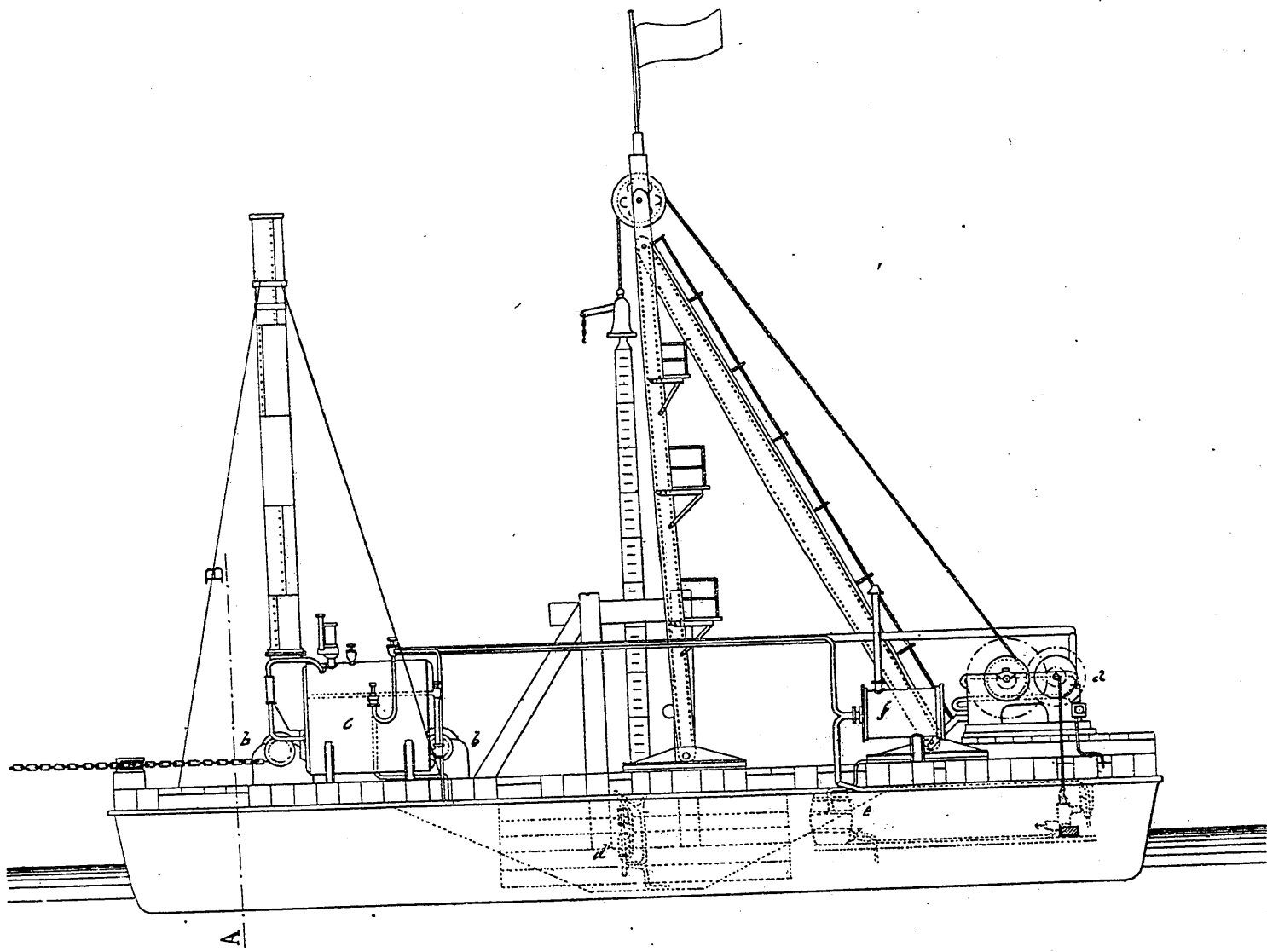
En fin de Septiembre quedó montado el aparato; en Noviembre se recibieron provisionalmente las obras, y en 1.º de Diciembre del mismo año se iluminó.

ROMPE-ROCAS LOBNITZ

No es nuestro propósito encarecer la importancia que en los trabajos marítimos presenta la destrucción de los bajos en el fondo del mar. Muchos son los casos en que el

Ingeniero debería suprimir esos obstáculos que embarazan la navegación y llegan á hacerla imposible. Unas veces en la boca de entrada, otras en el canal de acceso á la dársena se encuentran esos bajos, y las dificultades que se presentan para hacerlas desaparecer son grandísimas.

Sabido es que actualmente no hay imposibilidades ab-



solutas para el constructor, y que no existen, si así se pueden llamar, más que imposibilidades económicas. En el caso de suprimir los bajos que dificultan ó imposibilitan la navegación, estas dificultades económicas son muy grandes, y por lo tanto, el primer problema que al Ingeniero se le presenta, que es el de saber si las utilidades obtenidas compensan los sacrificios hechos, debe ser estudiado con mucho interés. Toda mejora que tienda á disminuir el coste de los trabajos es por tanto de una importancia grandísima, siendo esta la causa que me ha motivado á dar á conocer el rompe-rocas Lobnitz, que se empieza á usar por primera vez en España, tributando al mismo tiempo un aplauso al contratista de las obras de profundización de la entrada de la ría de Avilés D. Domingo Taberner.

Recordaremos algunos de los trabajos efectuados para que se puedan comparar con el medio que vamos á indicar.

El procedimiento que á primera vista parece más natural es el de asimilar el trabajo submarino á un trabajo en tierra firme. Ya sabemos que en las construcciones sobre terrenos cubiertos por el agua se puede hacer de manera que se trabaje lo mismo que al aire libre, como se hace en las fundaciones de pilas de puentes, y que esto se logra bien por medio de las ataguías, bien por medio de los cajones de aire comprimido.

Estos dos procedimientos se han usado en la resolución del problema de que tratamos, y los dos han dado buen resultado, como era de esperar.

En el puerto de la *Rochela* era necesario quitar un banco transversal que se encontraba en el canal de acceso, y para ello se construyeron en los extremos del paso dos diques transversales, entre los cuales se agotó, pudiendo trabajar después como en tierra firme.

El bajo de *La Rose*, en Brest, se suprimió por medio de un cajón de aire comprimido, con el cual se bajó al fondo, y ya en él se pudo picar y extraer como en los desmontes que todos los días se están efectuando.

Pero también se presenta á la simple vista otro medio que parece de muy buena aplicación, y consiste en el sistema de voladuras con explosivos. Este sistema puede llevarse á cabo haciendo los barrenos por medio de buzos; puede efectuarse disponiendo cajas de explosivos en las desigualdades de la roca ó en pozos abiertos al efecto como en la roca del *León*, en el puerto de Bastia, y por último,

por medio de pozos y galerías subterráneas como en la roca *Blosson* ó en la punta *Hellet*.

Basta enunciar estos sistemas para comprender el coste de las obras. Todo Ingeniero que se haya tenido que valer de buzos en una construcción cualquiera sabe á cuántas contingencias está expuesto el trabajo de éstos por su difícil comprobación y el malísimo resultado que da el empleo de explosivos cuando no se usan con completo conocimiento de las condiciones en que trabajan. En cuanto á las dos grandes voladuras hechas en los Estados Unidos, basta ver su coste para declararlas poco prácticas en nuestro país.

Estos son los sistemas empleados hasta el día, y de los cuales no he dado más que una ligerísima idea, por suponerlos perfectamente conocidos.

El procedimiento Lobnitz consiste en romper la roca

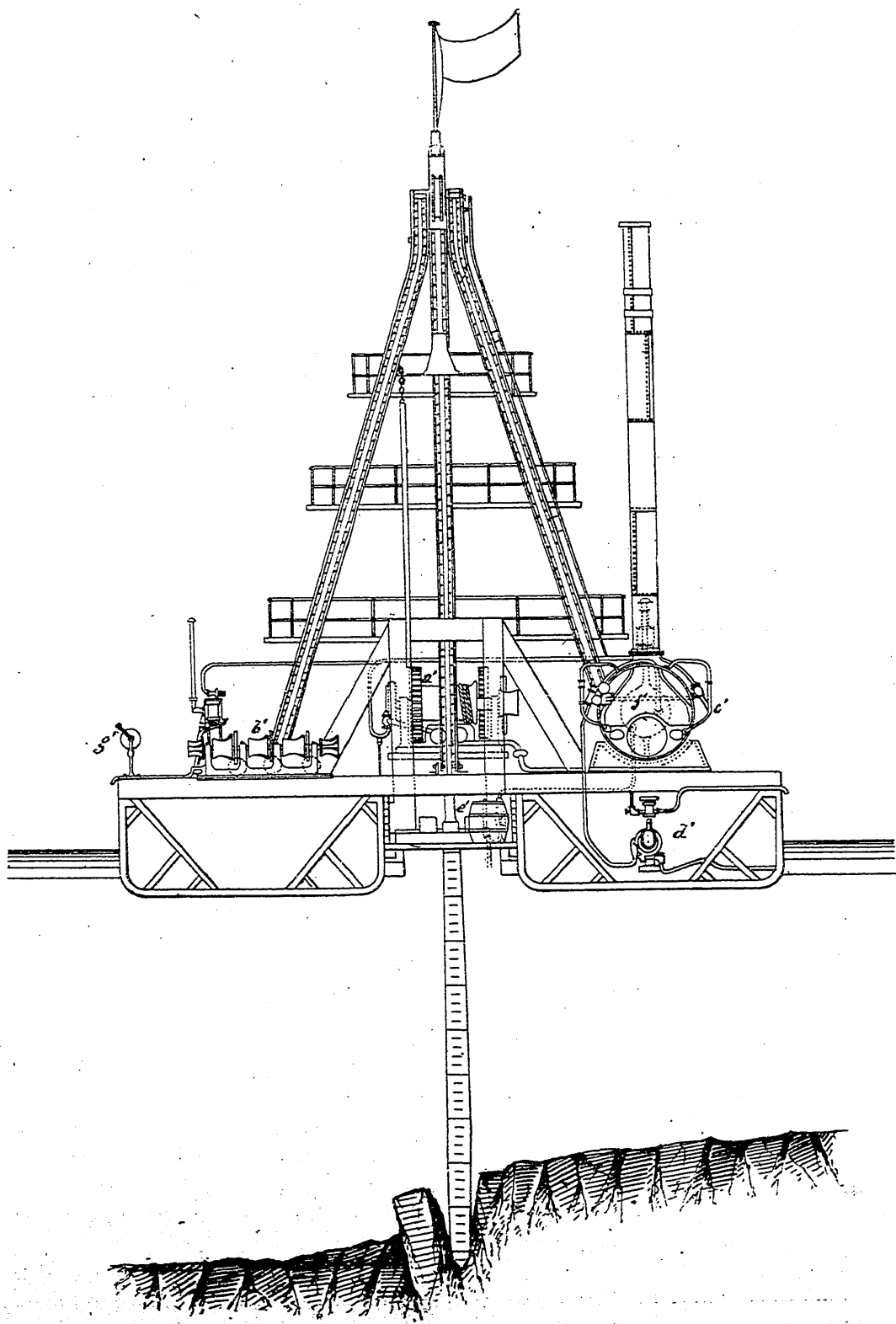
desde la superficie del agua y dragarla después como si se tratara de cantos sueltos. El sistema no puede ser más sencillo si á lo anterior añadimos que la manera de romper la roca es dejar caer sobre ella una gran masa.

Pero dicho así, sin más explicación, se presentan muchas objeciones al procedimiento. Un peso que cae en el centro de una gran masa rocosa destroza parte de ella, pero lo que destroza no sería suficiente para poderlo considerar como un verdadero trabajo de desagregación. Ahora bien, si á ese peso le dotamos de una punta y en lugar de dar los golpes en el centro los damos en una esquina de la roca, es evidente que ésta saltará por dicha esquina, y el trabajo producido ya será mayor.

El procedimiento de que nos ocupamos consiste en ir desagregando la roca por capas horizontales, y lo más interesante de todo es la regularidad en el trabajo.

La forma que hemos de dar á la roca ha de ser *aproximadamente* la de un prisma de bases horizontales y aristas verticales, pues se comprende que con esta forma el trabajo marcha con gran regularidad, y esto es de la mayor importancia, porque cuesta mucho tiempo y mucho trabajo desagregar un pico que haya quedado aislado.

Para dar á la roca la forma que hemos dicho no se pueden indicar reglas, pues en cada caso varían las circunstancias, y sólo al criterio del director del



trabajo le corresponde elegir el sistema que ha de emplear. Únicamente diremos que hay que empezar por conocer lo más perfectamente posible la situación y forma del bajo, y que para que los golpes produzcan un trabajo útil es preciso darlos cerca de las aristas naturales de la roca.

Al empezar el trabajo, tratando de dar á la roca la forma apetecida, se habrá podido estudiar cuál es la separación conveniente entre los puntos de caída del pilón, para que entre ambos no queden picos de roca sin desagregar; ó en otros términos: cuál es el radio de destrucción que, dada la mayor ó menor dureza de la roca, se obtiene con el aparato. También se habrá podido estudiar el número de golpes que conviene dar en cada punto para destruir hasta una profundidad determinada, y las mil incidencias ajenas á todo trabajo. Con todos estos datos se podrá organizar éste con regularidad.

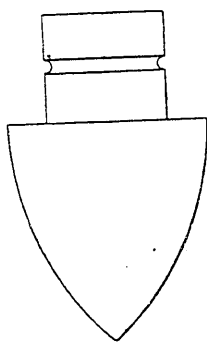
Explicado ya el sistema, vamos á dar una idea del trabajo que se va á realizar en Avilés; después daremos á conocer el rompe-rocas, y por último indicaremos algunas de las modificaciones que ha sufrido hasta llegar al tipo actual.

La ría de Avilés, encauzada en su mayor parte, está obstruida á la entrada por un bajo llamado la *Rechalilla*, formado principalmente por un conglomerado arcillo-calizo, que llega á tener partes cuarzosas en algunos puntos, mientras que en otros se convierte en verdadera arcilla. En este bajo existe actualmente un canal de un ancho mitad del que se proyecta abrir, y un calado máximo de 4^m,50 en bajamar viva equinoccial, y á partir de este canal sube el terreno hasta llegar en los diques de encauzamiento á una profundidad cero, y aun en la roca *Osa*, quedando al descubierto 1^m,00 próximamente en bajamar de marcas vivas.

El proyecto consiste en abrir un canal de una anchura media de unos 80^m, que partiendo de la boca con una profundidad de 5^m,00 en bajamar viva llegue á 1.474^m, con un calado de 4^m,50; desde este punto en los 100^m siguientes suba hasta un calado de 2^m,00, continuando en los 900^m restantes con la misma profundidad.

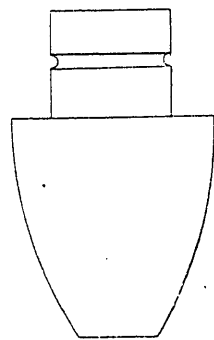
El volumen que hay que dragar es, entre roca y arena, de 299.675^m³,43, pero á la contrata actual no le corresponden más que 1 84.674^m³,1.

Conociendo el sistema de trabajo del rompe-rocas, su descripción no puede ser más sencilla.

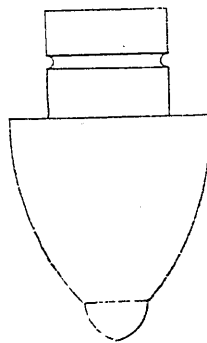


La masa ó *pilón* que con su caída ha de desagregar la roca tiene una forma cilíndrica en la mayor parte de su longitud, haciéndose cónica en su parte inferior. En dicha parte inferior se adapta una *punta* variable de forma con la naturaleza de la roca que se trata de desagregar.

La unión de las puntas con el verdadero pilón, que es una masa de hierro admirablemente forjado, ha sido una de las cosas que mayor dificultad han ofrecido, habiéndose decidido los inventores por una de las uniones más sencillas que se pueden idear, consistente en dotar á la punta de una espiga que entra en una caja efectuada en el pilón y sujetarla por medio de un tornillo que, quedando embutido en la masa de éste, entra en una ranura cilíndrica abierta en la espiga. De esta manera la punta no transmite el esfuerzo á la sujeción adoptada, sino á la misma parte resistente del aparato.

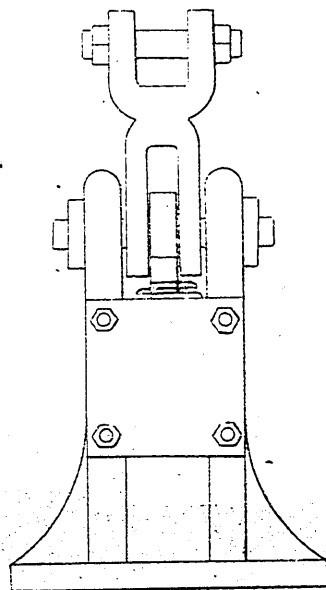
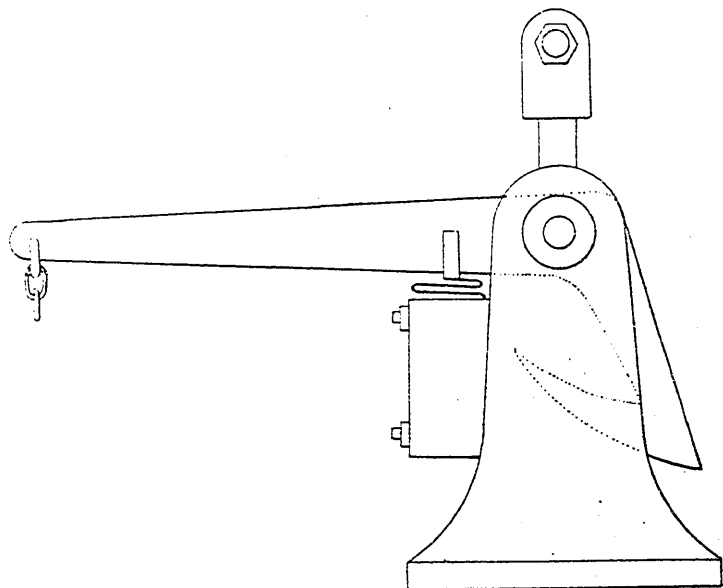


En la figura ponemos algunas de las puntas que se han usado, añadiendo que en rocas duras como el gneiss, la que mejores resultados ha dado ha sido la que tiene la forma de punta de bala de cañón. Esta punta hemos tenido el gusto de verla trabajar en las obras de profundización de una de las dársenas del puerto de Saint Nazaire y su resultado no podía ser más lisonjero.



Una vez conocido el pilón necesitamos conocer el escape, por medio del cual se suelta éste, quedando en disposición de volverlo á levantar. Este es el que llamamos *campana*, y basta verlo en la figura para comprender su manera de obrar; únicamente añadiremos que para guiarla se sirve un hombre de una cuerda unida á la campana.

Al soltar el pilón éste queda adhe-



ruido fuertemente á la roca, y es necesaria una tracción enérgica para separarlo de ella. Esta tracción se consigue por medio de un torno de vapor (a , a') de dos cilindros iguales, en los cuales puede el vapor actuar directamente en los dos ó solamente en uno de ellos.

Para mover el aparato y poderlo colocar en cualquier punto son necesarios tornos para arrollar las cuerdas que van sujetas á las anclas. En este caso son seis colocados en (b , b') y con los cuales es muy fácil situar el aparato en el punto que se desee.

Para suministrar el vapor á todos estos tornos es necesaria una caldera, que es multitubular y está colocada en (c , c'). Está alimentada por el caballo (d , d'), que toma el agua dulce del tonel (e , e') y la manda á la caldera por el intermedio del calentador (f , f').

El pilón en su caída está guiado por una armazón de madera que arriestra al mismo tiempo las dos gabarras ó gánguiles que sirven para sostener el conjunto del aparato.

La polea por donde pasa el cable, que por un lado se une á la campana y por el otro se arrolla en el tambor del torno (a , a'), está sostenida por una cabria de hierro articulada en sus puntos bajos y que se ve fácilmente en las figuras.

En (g) se ve un torno al cual se arrolla una cuerda con nudos que sirve para marcar la distancia á que el rompe-rocas está separado de la orilla.

Los hombres necesarios para hacer funcionar el aparato son los siguientes: un patrón ó capataz para dirigir las maniobras, un marinero, uno que lleve la cuenta de los golpes que se dan, así como de la profundidad á que llega el pilón, otro en el torno principal, otro en los tornos de desplazamiento, otro en la campana para dirigirla y un fogonero en la caldera; en total siete hombres.

Con este aparato no se puede contar con más de 60 á 80 golpes por hora.

El primer aparato Lobnitz que se ha usado fué en el canal de Suez. Este aparato tenía unidos la draga y el rompe-rocas, que constaba de diez pilones de cuatro toneladas de peso cada uno, dispuestos en dos baterías, elevados á 18 metros de altura, pudiendo dar cada batería de 200 á 300 golpes por hora.

En este primer ensayo se vió que convenía aumentar la masa del pilón á costa de la altura de caída, y en la actualidad se usan pilones de 8, 10 y 12 toneladas.

La experiencia dice, que no es conveniente reunir muchos pilones en el mismo aparato. El inventor cree que la disposición mejor es la de un solo pilón separado de la draga; y se funda para ello, en que como la roca presenta siempre grandes diferencias de estructura de unos puntos á otros, mientras uno de los pilones trabaja, los otros tienen necesariamente que estar parados.

En cambio los contratistas de las obras del puerto de St. Nazaire creen que es mejor reunir dos pilones en un solo aparato, fundándose en que con un aumento de nn solo hombre para dirigir la campana del segundo pilón, se hace mayor cantidad de trabajo.

Esta cuestión en cada caso particular deberá estudiar el ingeniero, pues las diversas condiciones de cada obra serán las que le podrán dirigir con más seguridad.

Lo que parece indudable, es que la separación del rompe-rocas y la draga presenta siempre grandes ventajas.

Con esto damos por terminado lo que pensábamos decir acerca del rompe-rocas Lobnitz, y tendríamos una gran satisfacción en prestar un servicio, siquiera sea pequeño, á alguno de nuestros compañeros que se dedique á esta clase de trabajos.

VICENTE SALA.

ATENEO DE MADRID

CONFERENCIAS DEL SEÑOR ECHEGARAY

(Continuación.) (1)

Si el exponente de la potencia es entero y negativo, nos encontramos con un símbolo nuevo, al que daremos una significación puramente convencional. Supongamos primero que el exponente es -1 . Sea la sustitución

$$S = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & \dots & n \\ \alpha & \beta & \gamma & \dots & \mu \end{vmatrix};$$

la potencia S^{-1} se define diciendo que es una sustitución cuyo numerador es el denominador de S y cuyo denominador es el numerador de ésta, de suerte que

$$S^{-1} = \begin{vmatrix} \alpha & \beta & \gamma & \dots & \mu \\ 1 & 2 & 3 & \dots & n \end{vmatrix}$$

y colocando los *elementos* de esta sustitución en el orden natural,

$$S^{-1} = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & \dots & n \\ \alpha' & \beta' & \gamma' & \dots & \mu' \end{vmatrix}.$$

Si, por ejemplo, se tiene

$$S = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 3 & 1 & 4 & 2 \end{vmatrix}$$

resultará

$$S^{-1} = \begin{vmatrix} 3 & 1 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{vmatrix}$$

ó sea, si se quiere,

$$S^{-1} = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 4 & 1 & 3 \end{vmatrix}.$$

Efectuando el producto SS^{-1} , resulta

$$SS^{-1} = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & \dots & n \\ \alpha & \beta & \gamma & \dots & \mu \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \alpha & \beta & \gamma & \dots & \mu \\ 1 & 2 & 3 & \dots & n \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \alpha & \beta & \gamma & \dots & \mu \\ \alpha & \beta & \gamma & \dots & \mu \end{vmatrix}.$$

Esta sustitución, en la cual el numerador y el denominador son iguales, se llama *idéntica*; es fácil comprender que representa la unidad. En efecto, considerando la sustitución idéntica como factor de un producto de sustituciones, no influye para nada en el resultado; puede, por consiguiente, asimilarse á la unidad y escribir $SS^{-1} = 1$; resulta de aquí una analogía entre esta significación y otra que se da en álgebra al número 1: sumando los exponentes en el producto SS^{-1} resulta S^0 , que representa en álgebra la unidad.

Si en vez de obtener el producto SS^{-1} formamos el $S^{-1}S$, resultará

$$S^{-1}S = \begin{vmatrix} \alpha & \beta & \gamma & \dots & \mu \\ 1 & 2 & 3 & \dots & n \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & \dots & n \\ \alpha & \beta & \gamma & \dots & \mu \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & \dots & n \\ 1 & 2 & 3 & \dots & n \end{vmatrix} = 1.$$

(1) Véase el número 1.º.