

MADRID 15 DE AGOSTO DE 1866.

TOMO XIV.

NÚM. 16.

## PUERTO DE BARCELONA.

Vamos á dar una idea de los principales detalles de construccion de esta importante obra, refiriendo el sistema de explotacion de las canteras, conocido en el país con el nombre de *enderroch*, y la fabricacion de los grandes bloques de hormigon que forman el revestimiento del muelle, teniendo á la vista la recomendable *Memoria* escrita por los alumnos de la Escuela de Ingenieros, que verificaron los estudios prácticos de la enseñanza en aquella provincia.

EXPLOTACION DE LAS CANTERAS.—La montaña de Monjuich, que desde tiempo inmemorial ha proporcionado casi exclusivamente la piedra de construccion de la ciudad de Barcelona, es asimismo la que más ventajosamente se explota para el puerto, y de la cual se obtienen los materiales con mayor economía.

La formacion geológica de las canteras consiste en grandes estratos de arenisca roja, pertenecientes al terreno terciario, alternando con otros de arcilla y margas, presentándose en capas casi horizontales, que varían de estructura y potencia en algunos puntos.

Esta composicion especial da lugar á un sistema de explotacion empleado desde muy antiguo en el país, conocido con el nombre de *enderroch*, y del cual no tenemos noticia se haga uso en otra parte. Esta manera de explotar admira desde luego por su atrevimiento, y es muy digna de llamar la atencion por la especialidad de no emplearse en otro punto con el mismo objeto, habiendo enseñado la práctica que es ménos peligrosa que los demás medios empleados, aunque á primera vista parece más arriesgada.

Dos son las canteras en explotacion, situadas ámbas en la falda *Este* de la montaña, una en la proximidad del dique del *Oeste*, llamada *Casa Antunez*, y la otra de *Esparó*, más avanzada hácia el *Poniente*.

El procedimiento para la extraccion consiste en atacar los bancos de marga y arcilla por galerías horizontales y paralelas en direccion

normal á la ladera, las que se unen en el fondo por otra galería de *salvamento*, llamada *corredera*, que viene á salir fuera del terreno á la distancia conveniente. En seguida se practican otras galerías perpendiculares á las primeras, y de este modo queda todo el terreno superior sostenido por los pilares arcillosos, que forman las intersecciones de dichas galerías. Estos se debilitan despues atacándolos, poco á poco, por medio de otras galerías intermedias en direccion trasversal á las anteriores, destruyendo siempre la masa arcillosa hasta que, no pudiendo resistir el peso que gravita sobre ellos, ceden y se derrumban las capas superiores que sostenian, en trozos más ó ménos grandes, cuya caida es la que llaman *enderroch* los naturales del país. La subdivision de los trozos que tienen dimensiones excesivas se efectúa por medio de pequeños barrenos.

Las galerías tienen en general una altura de 2 á 2,50 metros por 1,00 de ancho; la distancia entre cada dos galerías depende de la consistencia de la capa de terreno en que se practica, siendo frecuentemente igual al ancho de las mismas.

La profundidad varía tambien con las condiciones en que se encuentran, que son apreciadas por los mismos prácticos, siendo, en las hasta ahora construidas, de 6 á 10 metros.

El pico es la herramienta con que se atacan las margas; pero cuando ésta es muy dura, ó se encuentra la roca, se emplean barrenos. El trabajo diario de cada hombre es por término medio de 1,00 metro lineal de galería en las capas de marga, habiendo, sin embargo, puntos en que la naturaleza del terreno es tal, que no se avanza diariamente sino cantidades muy pequeñas. La galería llamada *corredera*, ó de *salvamento*, además del objeto ya dicho de reunir las primeras galerías que se practican, tiene más principalmente el de servir de refugio y salida á los obreros en el momento en que se va á verificar el desprendimiento del terreno. Para lograr este efecto, la galería se prolonga hasta darla salida á bastante distancia del terreno atacado, y como el movimiento se verifica por deslizamiento, y de dentro á

fuera, se comprende perfectamente cómo esta galería llena su objeto de seguridad.

Cuando se observa que el flanco de la cantera presenta á la mitad de su altura una capa de marga muy compacta, que pudiera hacer que el movimiento inferior no se trasmitiese á la parte superior del terreno, lo cual puede suceder si el espesor de la espesada capa es muy considerable, entonces se practican otras galerías á la mitad de la altura, empezando á atacarlas construyendo primero la galería *corredera* y despues las otras de dentro á fuera, extrayendo los detritus por la misma galería *corredera*.

Como medio de seguridad para los obreros hay hombres prácticos encargados exclusivamente de observar cualquier movimiento que se presente en la roca, así como la caída de piedras y trozos aislados, y los capataces son los que por su larga experiencia conocen perfectamente el momento en que se va á verificar la caída, poniéndose en salvo todos los operarios á un aviso. Este sistema de explotación por *enderroch*, y la construcción de las galerías y demás operaciones auxiliares que exige, suele costar ocho meses y un año de trabajos, según su magnitud, y hay siempre que agregar el tiempo necesario para entresacar los bloques duros, la traslación de la piedra y separar los detritus.

Tal es el sistema en su generalidad, que, como hemos explicado, hay que modificar en varias circunstancias, pero cuya adopción es únicamente ventajosa en los terrenos de estas canteras, que se componen de capas alternativamente duras y blandas; porque en una formación de roca las galerías serían difíciles de construir y muy costosas, debiendo observarse que la relación entre la potencia de los bancos blandos y duros debe ser tal, que este sistema de explotación sea ventajoso bajo el punto de vista económico.

El mejor caso que podría presentarse sería aquel en que la capa de terreno blando tuviese el espesor estrictamente necesario para practicar las galerías, y el resto estuviese formado por una capa de roca dura. En oposición de este ejemplo suele acontecer que un *enderroch*, en que las capas de marga se presentaban al principio con un espesor muy pequeño, aumenten considerablemente en el interior, disminuyendo como es consiguiente el valor ó efecto útil de este largo y penoso trabajo.

El procedimiento es sencillo y lleva consigo

la ventaja de la economía, que para este género de obras que absorben tan enormes volúmenes de piedra es muy atendible. Se obtienen grandes bloques para las escolleras, relativamente con pocos detritus; la perforación de los bancos de arcilla permite que sólo por el choque y el peso de las rocas al derrumbarse, se subdividan, y se evita por consiguiente el trabajo de taladrarlas, como hay que hacer en las demás explotaciones, sin acudir en general al auxilio de pólvora. Tales razones dan un preferente lugar al sistema de los *enderrochs*.

La duda que primeramente asalta á cualquiera, es la facilidad de que puede acaecer, cuando ménos se espere, una desgracia, dejando sepultados bajo la masa desprendida á los trabajadores que socavan el terreno. En el largo trascurso de años que en Barcelona se emplea este medio de explotación, no hay ejemplo de que haya sucedido ningun lamentable acontecimiento, y es de admirar la confianza y serenidad de los trabajadores experimentados y de los capataces de cantera, los cuales anuncian de antemano el momento del desprendimiento, y no le abandonan á pesar de los crugidos que se oyen en la masa ántes de verificarse la caída, cuyo ruido de agrietamiento saben distinguir perfectamente del que precede al *enderroch*, en cuyo caso, ó salen fuera para librarse, ó se refugian dentro en la galería *corredera*, salvándose siempre con una oportunidad y acierto, con un cálculo práctico, que es digno de llamar la atención por todos conceptos.

La estructura de las canteras, la de *Esparó* es más compacta que la de *Casa Antunez*, y los bancos de piedra de mayor espesor, aun cuando en esta última, en ocasiones, se obtienen *enderrochs* en que los bancos de piedra presentan tanta potencia y buenas condiciones como en la primera.

En los barrenos que se emplean para las galerías, cuando la marga es dura, y en la subdivisión de los bloques, si su volumen es excesivo, se sustituye la pólvora comun con la siguiente mezcla, ensayada por el Ingeniero Sr. Parellada:

Nitrato potásico. . . . .	58 gramos.
Flor de azufre. . . . .	16 »
Serrin de caoba. . . . .	26 »

Si la marga es muy dura, se mezcla la pólvora de mina.

Antes de hacer la mezcla se tritura el nitrato

de potasa hasta dejarlo reducido á polvo grueso, y se expone al sol cuatro ó cinco horas, hasta que pierda el agua de cristalización; despues de seca la sal, se mezcla con el serrin, que debe escogerse muy fino y sin humedad, y por último se añade la flor de azufre. Es conveniente, pero no indispensable, tostar ligeramente el serrin antes de emplearlo, siendo preferido el de caoba.

La mezcla tiene la propiedad de arder con poca fuerza al aire libre, de modo que en el caso de inflamarse no ocasionaria desgracia alguna, aun cuando los operarios estuviesen á corta distancia. La operacion de cargar y atacar los barrenos se efectúa como en los ordinarios. Respecto á la cantidad de mezcla que necesita, la experiencia ha demostrado ser igual á la que se gastaria de pólvora de mina, cualquiera que sea la naturaleza de la roca. No es la seguridad la única garantia que hace recomendable esta composicion; otra muy importante aconseja su uso en los grandes trabajos de desmonte, y es la economia que se obtiene. En efecto, calculado su coste con arreglo á los precios que tiene en el comercio el nitro y la flor de azufre, resulta á 14 rs. el kilogramo, mientras que la pólvora de mina se expende á 38, obteniéndose por consiguiente una economia de casi un 70 por 100.

Los bloques que proporciona cada *enderroch* se dividen en tres clases: de primera, de segunda y de tercera; sus volúmenes respectivos son (atendiendo á que la densidad media es de 2,3) para los de primera, volumen de dos á cuatro metros cúbicos y peso de 4,600 á 9,200 kilogramos; los de segunda, de uno á dos metros cúbicos y 2,300 á 4,600 kilogramos; y los de tercera, de 0,25 á 1,00 metro cúbico y de 570 á 2,300 kilogramos. Solo los de primera y segunda se admiten en la construccion de los diques del puerto.

Las grúas colocan los bloques en los carretones, que se conducen con facilidad por un sistema de vias establecidas con cierta pendiente hácia el embarcadero provisional, modificando la velocidad en el descenso por medio de frenos. Estos frenos se componen de dos palancas de madera, calzadas fuertemente con zapatas de hierro, y unidas por un travesero que lleva dos garfios, los cuales abrazan el eje de las ruedas posteriores del carretón.

El operario, al mismo tiempo que empuja el carretón, aumenta ó disminuye á voluntad el rozamiento, y se detiene cuando quiere. A fin de evitar el siniestro que pudiera ocasionar la ro-

tura del freno, un muchacho acompaña cada carretón cargado, y va provisto de una fuerte estaca de madera para contener las ruedas sobre la barra del ferro-carril.

La piedra de tercera clase y los detritus de roca y marga son conducidos por vias especiales para arrojarlos á la parte del mar, formando terraplenes que permiten mayor desahogo en los caminos de explotacion.

Las vias de la cantera son seis, en la proximidad del embarcadero, correspondiendo á otras tantas colocadas en las barcazas, á las que pasan los carretones hasta el número de 40 en cada una, dejando dos espacios libres para facilitar el desembarque de las piedras cuando han sido trasportadas al lugar de su empleo. Entónces se levantan y colocan por medio de grúas, si han de formar la parte del dique superior al agua, ó se arrojan directamente desde la barca cuando han de quedar bajo el agua, para lo cual sirve de auxiliar la misma disposicion dada á las extremidades de la barca.

De dos á cuatro son las barcazas que se conducen al dia, llegando en alguno, pero rara vez, hasta cinco ó seis.

Para la organizacion necesaria en las canteras se agrupan los trabajadores en brigadas, siendo una de ellas de minadores, con el número determinado de herramientas y demás objetos necesarios.

Hay además en la saca de piedra ocupadas varias grúas, algunas de ellas de vapor; carros, gran número de carretones y caballerias para volver los vacios del embarcadero á las canteras, pues, como hemos dicho, el camino está en pendiente.

Por último, cada cantera tiene un taller de carpinteria y otro de herreria con las forjas necesarias para la reparacion de los útiles, y un depósito de herramientas, en el cual están colocadas para el servicio de las brigadas, existiendo tambien su correspondiente depósito de material de repuesto.

FABRICACION DE LOS BLOQUES ARTIFICIALES DE HORMIGON.—Uno de los más poderosos recursos en las obras hidráulicas, y especialmente en los puertos, son los bloques de hormigon, recurso que no podia olvidarse en la gran mejora que en la actualidad se está verificando en el puerto de Barcelona.

En la confeccion de los prismas se sigue igual método que en los que se emplearon en las obras del puerto de Marsella, habiendo tan sólo la diferencia del mayor volumen de éstos respecto á los fabricados en Barcelona.

Desde luego se ha preferido la cal de Theil á cualquier otro cemento, por sus buenas condiciones, pues si bien no fragua instantáneamente sino que tarda de dos á cuatro horas, tiene esto la ventaja de dar tiempo á la manipulación del bloque; además, la dureza que adquiere no disminuye con el tiempo, cosa que no sucede con todos los cementos, pues sabido es que hay algunos que al cabo de tiempo pierden gran parte de la consistencia que adquirieron primitivamente. La arena empleada es de mar, por ser más económica, y no ser inconveniente para su uso las sales que la acompañan, como sucedería si los bloques se hubieran de emplear fuera del mar.

Se efectúa primeramente la mezcla de arena y cal en la relación de dos á uno, y para la fabricación del mortero se emplea un sencillo aparato de los que se conocen para este objeto.

La piedra explotada en la cantera, próxima á la cual está situada la fábrica, es muy á propósito para la confección del hormigon, pues siendo arenisca, como ántes hemos dicho, se adhiere bien con el mortero: se reduce á trozos de 4 á 5 centímetros de arista media, y las proporciones en que entra en el mortero es de 5 á 3. Para la fabricación se prepara en primer lugar sobre el terreno una área perfectamente plana, y se coloca en ella el cajon que sirve de molde. Unos maderos de seccion rectangular rodean interiormente la tablazon que forma el paralelepípedo, para dejar al tiempo de confeccionar el bloque unas ranuras de 0,1 por 0,06 metros de seccion, por las cuales pasan las cadenas que suspenden los prismas en las maniobras de traslación y colocación en obra. Se colocan sobre una vía portátil los caballetes que sostienen la plataforma, que conduce un cilindro de palastro, el cual lleva en su interior varillas de hierro fijas, en la dirección de los diámetros, formando una especie de helizoide. Este tubo termina en una parte tronco-cónica, y está cerrado inferiormente por una tapadera.

Colocado el aparato en su sitio, se echa por la parte superior, y en las proporciones antedichas, mortero y piedra alternativamente, y cuando está lleno el cilindro, se abre la tapa. Al atravesar en su descenso por los barrotos, se mezclan completamente el mortero y la piedra, y después de caer en la caja, se extienden y arreglan los materiales por un operario, colocado dentro de ella, y así se continúa la operación hasta llenar completamente el molde. Una vez terminado el bloque, corren los

caballetes llevando la plataforma con el tubo hasta situarse sobre otra caja, y así sucesivamente.

Los bloques quedan en el molde de 6 á 10 días, según la estación y las condiciones atmosféricas.

Para verificar el transporte al lugar de su empleo se hace la maniobra de un modo muy sencillo. En unas vías provisionales que se establecen, comprendiendo una línea ó fila de bloques, se mueve una máquina de vapor dispuesta de manera que pueda suspender el bloque; marcha con él hasta colocarse sobre un foso, en el cual hay un carretón que recibe el sillar y le conduce á la orilla del mar al embarcadero, en donde por medio de tornos se levanta del wagon y deposita en las barcas de que hemos hecho mención al tratar de las canteras.

Para completar lo más interesante de esta fabricación faltan algunos detalles. Los trabajadores que se emplean en estas operaciones suelen ser de 70 á 100 hombres; la mitad se ocupa en machacar la piedra, picando cada uno un volumen diario de uno á dos metros cúbicos de piedra por término medio, en las condiciones ya expuestas. La otra mitad se ocupa en la fabricación y distribución del mortero y en las maniobras de los aparatos y arreglo de las cajas.

Cada bloque exige de dos á tres horas de trabajo; de modo que se hacen de cuatro á cinco diarios. Su forma es la de un paralelepípedo de las dimensiones de 1,50 por 1,30 y 4 metros de largo, que arroja un volumen de 8 metros cúbicos y un peso de más de 13,000 kilogramos.

El precio del metro cúbico de hormigon no es excesivo, tal vez no sea superior á 40 rs.; pero la fabricación, el transporte y colocación de cada prisma aumenta mucho el coste; y se ha abonado á la empresa, cuya contrata hace poco tiempo se rescindió, á razón de 120 rs. el metro cúbico, de lo cual se deduce que el coste de cada bloque es 960 rs.

Hemos tenido ocasión de ver unos 600 sillares artificiales, ya fabricados y dispuestos para formar el paramento del muelle, que ha de proporcionar el ensanche de la población en aquella parte y la facilidad en las faenas comerciales del concurrido puerto de Barcelona.

Mucho celebraremos que se emprenda activamente este trabajo, que, á nuestro juicio, ha de proporcionar economía en el curso de las obras, puesto que detrás de estos materiales

pueden echarse, para hacer el relleno, los productos del dragado y los detritus de las cante-  
ras, que hoy no se aprovechan para los diques  
en construccion.

En el número 1.º de la REVISTA, correspon-  
diente al año actual, insertamos el proyecto  
del pliego de condiciones particulares y facul-  
tativas que, además de las generales aproba-  
das por Real orden de 10 de Julio de 1861, ha-  
bian de servir para la ejecucion por contrata  
de las obras del dragado en el puerto de Bar-  
celona.

Este trabajo tiene desde luego la ventaja de  
que, sirviendo de base para los Ingenieros que  
hayan de practicar operaciones semejantes,  
les será más fácil adicionar, corregir y modi-  
ficar todo aquello que la práctica demuestre  
como de mayor utilidad, y al fin llegaremos á  
obtener un pliego de condiciones con la debida  
perfeccion posible.

Siguiendo este propósito, llamamos la aten-  
cion de nuestros compañeros acerca del pro-  
yecto de condiciones generales para la conce-  
sion de los canales de riego que publicamos á  
continuacion.

Todo lo que pertenece al importante servicio  
de aprovechar las aguas de los rios, es digno  
del estudio del Ingeniero y de excitar su reco-  
nocida competencia en la materia para formu-  
lar las cláusulas convenientes de estas conce-  
siones, destinadas á desarrollar una gran par-  
te de la riqueza pública del país.

La ilustrada persona que nos facilita este  
*borrador* no tiene otro objeto que procurar  
abrir la senda en donde otros, con más espacio  
de tiempo y conocimientos especiales, puedan  
trazar el ancho camino que conduzca á des-  
entrañar las vastas cuestiones que abraza tan  
grande pensamiento.

Falta hace que los Ingenieros dediquen las  
fuerzas de su inteligencia á manifestar las  
opiniones que en esta delicada materia hayan  
de tratarse, para que por medio de la ám-  
plia y mesurada discusion, en el terreno prác-  
tico de la ciencia, se llegue á lograr un pro-  
yecto de ley de aguas que hermane, con la  
perfeccion que es de apetecer, las verdaderas  
necesidades públicas y las sanas ideas de una  
buena administracion.

En tanto que esto sucede, y por via de en-  
sayo, damos á conocer el proyecto de condi-

ciones de que hemos hecho mencion, esperando  
que será tratado este asunto con interés por  
nuestros lectores, manifestando á la REVISTA  
las oportunas observaciones, que insertaremos  
con gusto, y todo aquello que les sugiera su  
aficion á este interesante estudio, que miramos  
con la mayor predileccion.

## PROYECTO DE CONDICIONES GENERALES

PARA

### LAS CONCESIONES DE CANALES DE RIEGO.

1.ª El canal se derivará del rio . . . . . en-  
tre . . . . . y . . . . . sitio de-  
nominado . . . . . para fertilizar los  
terrenos comprendidos entre . . . . .  
provincia de . . . . . y . . . . . pasando  
por . . . . . y desaguando en el rio . . . . .  
término de . . . . . provincia de . . . . .

2.ª La concesion será por . . . . . años,  
durante los cuales serán de cuenta del concesiona-  
rio todos los gastos de conservacion, reparacion y  
distribucion de aguas, hasta las tomas de los parti-  
culares. Al fin de la concesion pasará el canal á ser  
propiedad de los regantes, y les será entregado en  
perfecto estado de conservacion.

3.ª El volúmen de agua que se ha de derivar se  
fija en . . . . . metros cúbicos (aquí se expresará  
si ha de ser en todos los meses del año ó solamente  
en alguno). El pliego de condiciones facultativas y  
y los planos detallarán las obras que han de ejecu-  
tarse en la boquera para que no penetre nunca en el  
canal mas que los . . . . . metros cúbicos de agua.  
antes mencionados.

4.ª Los trabajos del canal ó tronco principal y  
toma de aguas serán ejecutados en el término de . . . .  
. . . . años, á contar desde la aprobacion definitiva  
del proyecto, dando principio á los mismos en el  
preciso término de . . . . . meses, contados desde  
la propia fecha. Si se dejase trascurrir estos plazos  
sin cumplir las obligaciones en ellos estipuladas, se  
entenderá de hecho caducada la concesion.

5.ª Las obras se ejecutarán con extricta sujecion  
al proyecto aprobado; si durante el curso de la cons-  
truccion creyese el concesionario conveniente hacer  
alguna modificacion, acudirá con el oportuno pro-  
yecto al Gobierno de S. M. para que, examinado,  
determine lo que haya lugar. Este á su vez podrá  
introducir en las obras las mejoras que conceptúe  
necesarias.

6.ª Si circunstancias imprevistas, ó las modifi-  
caciones de que habla la condicion 5.ª, ocasionasen  
un aumento de más de una sexta parte del capital  
reconocido á la Empresa, ó un aumento en los gas-  
tos anuales que excediese en una tercera parte á  
los calculados en el proyecto, será motivo para ha-