

CATECISMOS DEL AGRICULTOR Y DEL GANADERO



CÓMO SE HACE UN POZO

ESPASA-CALPE, S.A

Nº 3

42

CATECISMOS DEL AGRICULTOR Y GANADERO

Constan de treinta y dos páginas de tipo de letra muy claro y legible y profusamente ilustrados en el texto y con láminas tiradas aparte en negro o en color.

A 50 céntimos cada número.

1. P. M. González Quijano. — CÓMO SE MIDE UN CAMPO.
2. Pablo Martínez Strong. — COMBUSTIBLES AGRÍCOLAS.
3. Federico Doreste Betaneor. — MOTORES DE VIENTO: MOLINOS.
4. Juan Dantín Cereceda. — FORMACIÓN DE LA TIERRA LABORABLE.
5. Hilario Alonso. — EL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO DEL AGRICULTOR.
6. N. Sama. — LA PREDICCIÓN DEL TIEMPO EN AGRICULTURA.
7. Luis Jordana de Pozas. — ACCIDENTES DEL TRABAJO EN AGRICULTURA.
8. Demófilo de Buen. — ARRENDAMIENTO DE PREDIOS RÚSTICOS SEGÚN EL CÓDIGO CIVIL.
9. M. Lorenzo Pardo. — CÓMO SE PIDEN AGUAS PARA RIEGO.
10. José Marín de Soroa. — LOS ABONOS BARATOS.
11. Gregorio Matallana Revuelta. — EL BARBECHO Y SUS LABORES.
12. J. Navarro de Palencia. — LOS ABONOS DEL TRIGO.
13. Zacarías Salazar. — CULTIVO DEL SECAÑO ESPAÑOL.
14. J. de la Cruz Lapazarán. — CÓMO SE EMIGE UN ARADO.
15. Leandro Navarro. — ESTERILIDAD DE LAS FLORES.
16. R. González Frago. — ENFERMEDADES CRIPTOGÁMICAS DE LA REMOLACHA.
17. Angel Cabrera. — ROEDORES DEL CAMPO Y DE LOS ALMACENES.
18. L. Hernández Robredo. — EL LÚPULO Y SU CULTIVO.
19. Luis de Hoyos Sáinz. — LA PERZA: VARIEDADES Y CULTIVO.
20. E. Vellando. — EL GARRANZO: CULTIVO Y COMERCIO.
21. Joaquín de Pitarque y Elío. — PODA DE LA VID.
22. J. Marcilla. — CLOROSIS DE LA VID.
23. Ignacio Gallástegui. — EL MANZANO: VARIEDADES Y CULTIVO.
24. Vicente Nubiola. — MELOCOTONERO Y ALBARICOQUERO.
25. J. Ugarte y L. Vélaz de Medrano. — LA ENCINA: SU EXPLOTACIÓN.
26. D. Saliaña y Solanas. — EL ALGODONERO EN ESPAÑA.
27. R. Vázquez Álvarez. — EL CULTIVO DEL TABACO.
28. C. Oliveras. — CUIDADOS DEL VINO EN EL PRIMER AÑO.
29. A. Daneo Gentile. — LOS ORUJOS DE UVA AGOTADOS Y SU EMPLEO.
30. C. Sanz Egaña. — PRIMEROS AUXILIOS AL ANIMAL ENFERMO.
31. C. López y López. — CÓMO SE INFECTA Y SE DEFIENDE EL ORGANISMO ANIMAL.
32. G. Saldaña Sicilia. — VICIOS REDHIBITORIOS DE LOS ANIMALES.
33. Publio Coderque. — LA DURINA Y SU TRATAMIENTO.
34. E. Ponce Romero. — EL CABALLO DE SILLA.
35. M. Medina García. — CÓMO SE EMIGE UN CABALLO SEMENTAL.
36. J. Montejo Leonor. — INCUBACIÓN ARTIFICIAL DE GALLINAS.
37. B. Calderón. — EL GALLINERO: MODELOS Y CONSTRUCCIÓN.
38. V. Alvarado y Aibo. — ELABORACIÓN DE LA MANTECA.
39. J. T. Trigo. — LA COLMENA Y SUS ACCESORIOS.
40. D. Pons Irureta. — LIBROS DE CONTABILIDAD AGRÍCOLA.
41. J. Juan Fernández Urquiza. — CERCAS Y CERRAMIENTOS.
42. Leandro Pérez Cossío. — CÓMO SE HACE UN POZO.
43. Antonio García Romero. — SELECCIÓN DE SEMILLAS.
44. E. Fernández Gallano. — CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES.
45. Ignacio de Casso. — APARCERÍA AGRÍCOLA Y PECUARIA.
46. José del Cañizo. — BODEGAS COOPERATIVAS.
47. Rafael López Mateo. — ARONO DEL OLIVO.
48. Manuel García Luzón. — CÓMO SE COMPRO UN ARONO.
- 49-50. Apolinar Azanza. — FORMULARIO DE TERAPÉUTICA VEGETAL.
51. José Sancho Adellac. — EL OÍDIUM Y EL MILDÍU.
52. Manuel Naredo. — REMOLACHA FORRAJERA.
- 53-54. Victoriano Odrizola. — LA AVENA: VARIEDADES Y CULTIVO.
55. J. Manuel Priego Jaramillo. — LA HIGUERA: SU CULTIVO EN ESPAÑA.
56. Arturo Rigol. — EL ROSAL.
57. Manuel M. Rueda y Marín. — PLANTACIONES Y MARCOS.
58. Fernando Baró. — LAS PLANTAS AROMÁTICAS FORESTALES.
59. Ricardo Codorniu. — EL PINO CARRASCO.
60. Joaquín Ximénez de Embún. — CÓMO SE DEFIENDE UN BOSQUE.
61. Angel de Torrejón y Boneta. — LA ZULLA: FORRAJE MERIDIONAL.
62. Luis Crespi. — LA SOJA Y SU CULTIVO EN ESPAÑA.
63. José Cascón. — LA ALFALFA DE SECAÑO.
64. Elíeo Morales. — EL AZAFRÁN: CULTIVO Y EXPLOTACIÓN.
65. Guillermo de Bonavent. — LA FÉCULA Y SU PREPARACIÓN.
66. G. Faalsien. — LA SIDRA: PREPARACIÓN Y CONSERVACIÓN.

CATECISMOS DEL AGRICULTOR Y DEL GANADERO

Medallas de oro en los Concursos Nacionales de Ganadería de 1922 y 1926

SERIE I

CIENCIAS PRECEDENTES

NÚM. 5

CÓMO SE HACE UN POZO

LEANDRO PÉREZ COSSIO

INGENIERO DE MINAS

ESPASA-CALPE, S. A.

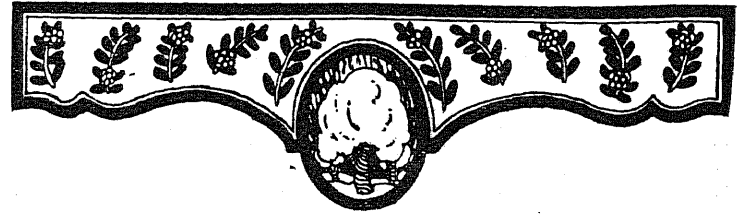
PUBLICACIONES AGRICOLAS DE ESPASA-CALPE, S. A.

Series en que se distribuyen los CATECISMOS y los TRATADOS GENERALES Y ESPECIALES:

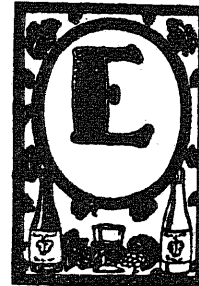
- I.—CIENCIAS PRECEDENTES Y METODOS DE ESTUDIO Y TRABAJO.—Matemáticas. Topografía. Mecánica Físico Química y Análisis químico. Biología y Zoología. Ingeniería y Construcciones generales.
- II.—CIENCIAS FUNDAMENTALES NATURALES.—El vegetal y el medio. Botánica descriptiva y fisiológica agrícolas. Geología; el terreno. Agrología. Meteorología y Climatología. Geografía agrícola y pecuaria.
- III.—CIENCIAS FUNDAMENTALES ECONOMICAS.—Economía rural: Valoración y Catastro. Crédito. Sociología agraria: Cooperación y sindicación. Política. Legislación agrícola y pecuaria.
- IV.—AGRONOMIA Y AGRICULTURA GENERAL.—Mejoramiento y selección vegetal. Los abonos. Las mejoras litológicas, físicas, hidrológicas, los riegos, alternativas. Acclimatación. Maquinaria y labores.
- V.—PATOLOGIA VEGETAL.—Higiene y terapéutica del cultivo. Enfermedades y plagas del campo. Insectos y criptógamas.
- VI.—CULTIVOS HERBACEOS.—Los grandes cultivos. Cultivos intensivos y Horticultura. Plantas industriales. Prados y forrajeo. El regadío.
- VII.—CULTIVOS ARBOREOS.—Vid y olivo. Frutales. Floricultura y Jardinería. Poda e injerto.
- VIII.—SELVICULTURA E INGENIERIA FORESTAL.—Bosques: ordenación, transportes y legislación. Tecnología e industrias forestales. Repoblación. Flora forestal.
- IX.—CULTIVOS DE AMERICA Y NUEVOS CULTIVOS.—Agricultura, montes y ganadería de los países cálidos. Algodonero, tabaco, café, cacao. Textiles y sacarinos tropicales. Plantas aromáticas y medicinales.
- X.—INDUSTRIAS AGRICOLAS.—Tecnología general. Vinificación. Elayotecnía. Destilería. Productos fermentos. Conservas vegetales.
- XI.—ZOOTECNIA Y VETERINARIA.—Alimentación, higiene y mejora del ganado. Patología, clínica y terapéutica. Enfermedades especiales. Inspección y policía animal. Legislación pecuaria.
- XII.—GANADERIA.—Obtención, cría y mejora de los grupos animales. Ganaderías especiales: explotación. Caza y pesca.
- XIII.—INDUSTRIAS ZOOGENAS.—Leche. Carnes. Pieles y residuos. Conservas. Sericultura. Apicultura. Abastecimiento. Frio industrial.
- XIV.—COMERCIO Y ADMINISTRACION RURAL.—Contabilidad. Organización. Envasas, transportes. Exportación. Estadísticas.
- XV.—ESTUDIOS GENERALES Y ESPECIALES.—Diccionario y glosario. Historia de la Agricultura y Ganadería. Enseñanza elemental y media. Anuario. Agendas. Los clásicos de la Agricultura. Proyectos y tipos de cultivo. Catecismos regionales. Láminas murales. Atlas y publicaciones gráficas. Actualidades.

ES PROPIEDAD
Espasa-Calpe, S. A., Madrid, 1931.
Published in Spain

Talleres ESPASA-CALPE, S. A. Ríos Rosas, 24.—MADRID
Papel expresamente fabricado por LA PAPELERA ESPAÑOLA



I GENERALIDADES



ESTE pequeño estudio sobre la apertura de pozos ordinarios limita su objeto a los de poca profundidad y no gran sección, que el labrador abre en sus tierras con el fin de obtener el caudal de aguas que necesita para abastecer de líquido al personal que cultiva la tierra y al ganado que en ella se mantiene.

El pozo es un vacío especial, cuya dimensión predominante está dirigida según la vertical o formando con ella un pequeño ángulo (pero nunca horizontal o poco distante de ella) y dotado del material preciso para verificar un transporte determinado.

Limitamos nuestro trabajo al trazado y ejecución del vacío o excavación llamado pozo, así como a sus condiciones de equilibrio y sostenimiento.

Los terrenos en que se abren estas excavaciones se prestan más o menos a ello, según sus condiciones de dureza y solidez, las cuales son esencialmente variables de unos a otros, teniendo cada clase de rocas un límite para soportar estos vacíos, del cual no puede pasarse sin provocar hundimientos en la excavación y trastornos en la superficie.

Suponemos designado el sitio donde ha de abrirse el pozo después de estudiado el terreno y clasificadas las rocas que entran en su formación; clasificación que debiera tener relación con la geológica, pero que, entregada esta parte del trabajo generalmente, por desgracia, a zahories de pueblo, haría si tienen en cuenta los caracteres de permeabilidad e impermeabilidad, los de dureza y fragilidad y el orden de sucesión de las rocas en profundidad y la disposición topográfica del terreno.

1. FORMA Y DIMENSIONES DEL POZO

La forma del pozo depende de dos factores, que son: 1.º, condiciones de las rocas que se han de atravesar; 2.º, aparato destinado a elevar el agua.

Claro está que, tratándose de rocas duras, capaces de sostenerse por sí mismas indefinidamente, puede aceptarse cualquier forma; pero si el terreno se sostiene con dificultad o no se sostiene de ningún modo por sí solo, debe aceptarse una forma que contribuya al equilibrio de la excavación. No hay que decir que esta forma es el cilindro de base circular.

En cuanto a las dimensiones de la sección, deben intervenir para determinarlas las consideraciones anteriores; pero, además, las del aparato que haya de instalarse para sacar el agua, pues entre las que exige una simple garrucha con dos cubos y las que necesita una noria o una máquina rosario, existe gran diferencia.

Otra consideración de gran importancia es la de que el pozo tiene dos funciones: una como vía de acceso y comunicación entre la superficie donde ha de aprovecharse y el agua que debe existir en el fondo del pozo, y otra como depósito de agua, pues filtrándose ésta poco a poco de la capa acuifera, es preciso que el fondo o caldera de la excavación tenga capacidad bastante a almacenar una cantidad de líquido que permita su extracción continua durante un cierto espacio de tiempo.

Finalmente, no debe perderse de vista que, aunque de no mucha exactitud, las dimensiones del pozo están ligadas con su rendimiento por medio de relaciones conocidas, que, como aproximación, pueden aceptarse dentro de ciertos límites y con algunas restricciones.

Será muy raro que la sección que en la capa acuifera ocasiona la apertura del pozo proporcione caudal bastante de agua, y como una vez establecida esta sección no puede aumentarse, será preciso la apertura de galería o galerías, que, aumentando la rasgadura de la capa, aumenten el caudal disponible; por lo tanto, debe verse la necesidad de esta apertura de labores y disponer las dimensiones del pozo de forma que en cualquiera de sus hastiales pueda emboquillarse una galería de dimensiones suficientes al paso de un hombre.

Admitiendo que exista una sola capa acuifera, el depósito o caldera del pozo debe contarse a partir de la solera de la galería, que debe estar situada 50 centímetros más elevada que el plano de junta de la capa acuifera sobre la impermeable que le sirve de muro o pendiente.

Si las capas acuiferas son varias, a la inferior debe aplicarse lo dicho anteriormente.

2. CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE UN POZO

De los estudios de Dupuit y Thevenet sobre hidráulica subterránea, o más particularmente sobre las relaciones que ligan las

dimensiones de un pozo con su rendimiento, se llega a las fórmulas siguientes:

Fórmula de Dupuit:

$$Q = \frac{K (H^2 - h^2)}{\log \frac{S}{\rho}}$$

en la cual Q es el gasto del pozo, o sea volumen de agua extraído durante un segundo; h la altura del agua en el pozo después de una hora de sacar agua; H, el espesor de la capa acuifera; K, un coeficiente que depende del de Dargy, $\frac{K}{\mu}$, y del de vacío de la arena pura; S, el radio del macizo filtrante, y ρ , el radio del pozo.

La fórmula de Thevenet es:

$$Q = K_2 (H - h) \log \left(1 + \frac{2 H_1}{H} \right);$$

en la cual todas las letras tienen la misma significación que anteriormente, y H₁ es la distancia que hay entre el fondo del pozo y la junta de estratificación de la capa acuifera con la impermeable.

La fórmula de Dupuit se refiere a pozos alimentados por sus paredes, y la de Thevenet a pozos en los que el agua surge por el fondo.

Las conclusiones a que se llega con las dos fórmulas no siempre se ajustan a la realidad; pero sí puede asegurarse que el rendimiento de un pozo estará comprendido entre las hipótesis extremas que suponen las dos fórmulas anteriores, pues la mayor parte de estas excavaciones se alimentan por las paredes y por el fondo.

Claro es que estas fórmulas suponen la existencia de una hoja francamente acuifera, y esta existencia es la que no siempre puede garantizarse, pues hay muchos casos en que las condiciones de las rocas que afloran dan la convicción de que no existirá dicha capa acuifera, y, sin embargo, las necesidades de un pequeño abastecimiento para una granja agrícola exigen excavar un pozo que, aun con poca agua, pueda subvenir a las necesidades de una familia y de los animales que exija la explotación.

De todos modos, tanto una como otra fórmula, indican una relación entre el gasto y el diámetro de un pozo. En la primera, la relación es menos directa, pues en ella no intervienen el diámetro más que por su logaritmo, y, por lo tanto, sus variaciones sólo ejercen una pequeña influencia sobre el rendimiento, sobre todo cuando S es muy grande con relación a ρ ; pero en la segunda se ve que el gasto es directamente proporcional a la sección, o sea al cuadrado del diámetro.

CLASIFICACION DE LOS TERRENOS PARA SU PERFORACION

Esta clasificación arbitraria no se funda más que en los caracteres de dureza, o sea la resistencia que oponen a ser divididos, quebrantados o dislocados por medio de las herramientas destinadas a este fin y por medio de los explosivos, siendo también característica de esta división las cualidades que presentan de exigir fortificación o sostenerse por sí solos cuando se abren excavaciones en ellos.

En este concepto establecemos tres clases para la pocería, que son: 1.ª, terrenos duros, cuya excavación, una vez practicada, no exige fortificación de ninguna clase; 2.ª, terrenos medianamente duros, cuya fortificación es necesaria; 3.ª, terrenos blandos o poco coherentes, en los cuales la fortificación debe ser simultánea con la excavación y a veces precederla.

Trataremos separadamente cada uno de ellos; pero en la excavación de las dos primeras clases es tan difícil establecer separaciones concretas, que se confunde el método a seguir sin más diferencia que la fortificación de los vacíos abiertos.

Las rocas a cuyos tipos pueden referirse las tres clases que hemos establecido son:

1.ª clase: Pórfidos, granitos duros, granulitas, cuarcitas, calizas cristalinas, cipolinos, gneis, pizarras cristalinas, grauwakas, etc.

2.ª clase: Calizas compactas y sacaroideas, pizarras, margas compactas, carniolas, dolomías, yeso, etc.

3.ª clase: Aluviones, arenas, margas muy arcillosas, gredas, etcétera.

1. TERRENOS DUROS

a) Útiles de trabajo a mano.—Para el ataque de las rocas a mano se emplean las herramientas siguientes, cuya descripción no hacemos, pues son de sobra conocidas:

Pico o piocha de punta y corte, que pesa unos 5 kilos; picos de dos puntas, de 1 a 3 kilos; alcotana o pico corto, de 800 a 1.200 gramos; pico de trazar, con dos puntas y hierro plano, de 800 a 1.000 gramos; palas, de 2 a 3,5 kilos; punterolas, medio kilo; martillo para la punterola, de 2,5 a 3 kilos; maza y almadenas, de 4 a 5 kilos; barras o palancas, de 3 a 4 kilos (figuras 1.ª y 2.ª).

Cada uno de estos útiles tiene su aplicación adecuada para el ataque de las rocas; pero en las excavaciones para pozo, como no sobra espacio, suelen preferirse las herramientas que no exigen manejo a voleo, así que uno de los más empleados sean las cuñas, que son hojas de acero terminadas por una boca cortante; su longitud oscila entre 30 y 50 centímetros, y su espesor va en disminución desde la boca hasta el otro extremo, que forma cabeza, sobre la cual se golpea con el martillo. Su empleo es análogo al de

la punterola; pero la cuña no tiene mango o astil y la punterola (que es un martillo terminado en corte y en cabeza por otro extremo) lo necesita.

b) Útiles para el ataque por medio de los explosivos.—Dada la pequeña labor de excavación que supone un pozo para agua, no es necesario indicar que no se emplean los medios mecánicos para la perforación de barrenos, como no se emplean las trazadoras ni socavadoras para la apertura de huecos y, por lo tanto, nos limitamos a indicar los útiles para la perforación de barrenos a mano (fig. 3.ª).

Estos instrumentos clásicos de la minería son la barrena y el mazo.

La barrena puede ser larga o corta. La barrena larga o barrena vizcaína es una barra de hierro con punta acerada o toda de acero, que es lo mejor, una de cuyas extremidades se despalma en forma de cincel, más ancho que el diámetro de la barra. Su longitud es de 2 a 3 metros y su diámetro varía de 20 a 40 milímetros.

Se maneja a golpe, levantándola el barrenero con las dos ma-

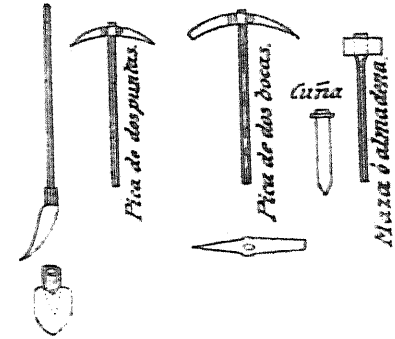


Fig. 1.ª — Útiles del peón

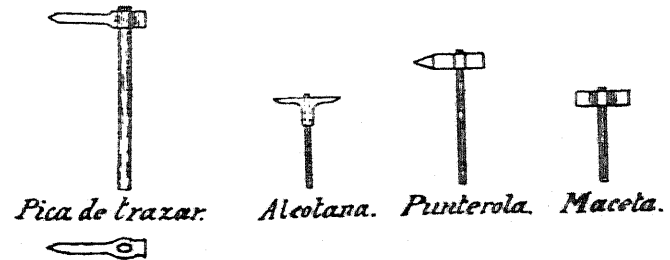


Fig. 2.ª — Útiles del picador

nos y dejándola caer sobre el sitio en que se comienza el taladro, teniendo cuidado de cambiar de posición el corte de la barrena, a fin de que el taladro sea de sección circular y de que no se acúñe el instrumento con la roca.

Cuando el espacio en que se trabaja es ancho y el barrenero es fuerte, puede emplearse este tipo de barrena; pero en los pozos

será muy raro que pueda emplearse, y se usa más la barrena corta y la maza.

La barrena corta es una barra de acero o de hierro, cuya punta se acera y temple. En uno de sus extremos se le hace una boca, no rectilínea, sino ligeramente curva y más ancha que el diámetro de la barra. Sobre el otro extremo se golpea con el mazo, cuando el corte está situado sobre el sitio que se trata de perforar. Por poco profundo que sea el taladro será necesario emplear varias barrenas por el desgaste del corte, y con este objeto se emplean varias de distintas longitudes, generalmente tres o cuatro. Son de diámetros decrecientes con la longitud, de manera que la última, o sea la más larga, presente la misma anchura en su boca que el diámetro del barreno, a fin de que pueda moverse cómodamente en el vacío practicado por las que la han precedido.

Finalmente, para limpiar el taladro después de practicado se emplea la cuchara, que consiste en una varilla de hierro, a uno de cuyos extremos se hace un rizo o bucle de la misma varilla, en el cual se colocan los trapos o algodones precisos para limpiarla del agua que se ha inyectado, a fin de refrescar las herramientas que han abierto el barreno. Antes de introducir la cuchara, con una jeringa ordinaria debe absorberse el agua que la llena, y con la cuchara limpiar la que queda y lo humedece.

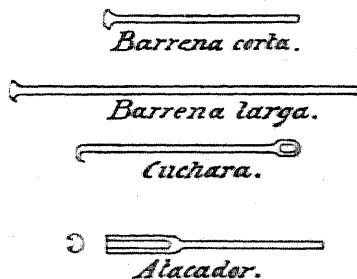


Fig. 3.ª - Útiles del barrenero

2. MARCHA DE LA EXCAVACIÓN

Las dos secciones más frecuentes para un pozo de agua son la circular de mayor o menor diámetro, y la rectangular.

Para un pozo circular se comienza por descubrir la superficie, limpiándola de tierra vegetal en un cuadrado cuyo lado sea mayor que el diámetro del pozo, más el doble del espesor de la fortificación.

Una vez descubiertas las rocas en las que el pozo ha de abrirse, se dibuja sobre el terreno la sección del pozo y comienza la excavación atacando con el pico y la pala, picando en redondo y depositando la raíra o escombros en el centro, al lado de los recipientes (generalmente espuestas de esparto) en que han de cargarse para ser transportados a la superficie. Mientras la profundidad de la excavación no lo exija no se establece el torno, y se suben a mano las espuestas hasta la boca del pozo. Una vez alcanzada esta profundidad (1,50 metros), se coloca el torno de ma-

dera, formado por dos montantes verticales, sobre los cuales, y en dos cojinetes, también de madera generalmente, pero que deben ser de hierro, giran los gorriones de hierro, cada uno con su manivela de radio adecuado al brazo del hombre (unos 50 centímetros), sobre los cuales va montado un árbol de madera de 35 a 50 centímetros de diámetro.

La longitud del árbol de madera suele oscilar de 0,80 a 1,20 metros, sobre cuyo árbol se arrolla el cable de esparto o cáñamo, terminado por dos ramales con su gancho a la extremidad de cada uno, que sirven para sujetar las espuestas por sus dos asas, o para formar el lazo, en el cual descienden, sentados, los obreros que ejecutan la excavación.

Si el terreno es medianamente duro y se da bien con el pico, se continúa la excavación por tongadas horizontales de 10 a 20 centímetros, siempre desde la periferia al centro, cuidando de que no se desvíen las paredes de la vertical y de que no disminuya la sección del pozo, lo que se consigue con el uso frecuente de la plomada.

Los trozos de roca que sobresalen del perfil del pozo deben arrancarse, ya con el pico, con el martillo y la punterola, o con pequeñas cargas de explosivos.

Cuando la estratificación de las rocas es muy inclinada, esta verificación de verticalidad debe ser frecuente, porque es fácil dejarse ir un hastial del pozo con un liso de la estratificación, por ofrecer éste un plano de menor resistencia al arranque, y en el caso de que así suceda, no se atraviesa nunca este estrato y no se alcanza la zona acuífera.

En las rocas pizarreñas debe distinguirse bien los lechos de estratificación de las juntas pizarreñas, pues los primeros son los que deben atravesarse cuando se trata de buscar una zona acuífera, mientras que los segundos pueden aprovecharse para el empleo de cuñas que, como hemos dicho, se usan del mismo modo que la punterola, o sea golpeando en la cabeza de la cuña con el macho o martillo.

El picador acostumbrado a picar rocas aprovechará todos los *lisos*, *juntas* de menor resistencia, *cruceros*, *flojeras* y *hojas* y demás puntos de menor cohesión de las rocas para utilizarlos en provecho del mayor rendimiento y facilidad de su trabajo.

Cuando el vaciado comienza a dar agua puede invertirse el orden del arranque, llevando delante la apertura de un hueco central donde se recogen las aguas, que extraen después por medio de cubos que ocupan el lugar de las espuestas. Mientras se pueda continuar con los cubos sosteniendo el desagüe, se continúa la excavación en la forma indicada; pero llegará un momento en que el caudal que suministra el pozo sea superior a la capacidad de los cubos y velocidad de extracción del torno, y entonces se substituye por el elemento mecánico, que debe preverse para este momento y que indicaremos después.

Si la sección del pozo es rectangular y sus dimensiones presentan alguna consideración, la marcha del vaciado puede ser convergente o divergente.

En la marcha convergente se sitúan dos obreros con las herramientas que vayan a emplear en los dos extremos del lado mayor del rectángulo y practican una zanja contigua a los hastiales que debe tener la misma longitud que estos hastiales y serle paralela. Las dimensiones de esta zanja serán aproximadamente 60×60 centímetros, dejando, por lo tanto, un macizo en el centro de 60 centímetros de altura, la misma anchura que el pozo, y cuya longitud será la mayor dimensión del pozo disminuída en las anchuras de las dos zanjas, o sea en 1,20 metros, cuyo macizo puede quitarse de una vez o dividirlo en otros dos si la longitud del pozo pasa de 2,50 metros.

En la marcha divergente se comienza por practicar una zanja de 60 centímetros de profundidad y 80 de anchura en el centro del fondo del pozo, paralela a los lados menores del rectángulo, y una vez terminada y ya con dos picadores se completa la destroza hasta llegar a los lados menores del rectángulo.

Este segundo procedimiento es más conveniente desde que el pozo comienza a dar agua, pues las que se filtran se recogen en el fondo de la primera zanja.

En el caso de un pozo de sección cuadrada se ejecuta como el de uno circular o rectangular, según que el lado del cuadrado sea pequeño o grande.

Tratándose de pozos para agua ordinarios, las dimensiones de su diámetro, en los circulares, oscilan entre 0,80 y 1,50 metros, y en los rectangulares, las de sus lados, entre $0,8 \times 2,5$ y $1,20 \times 3$ metros.

Cuando se trata de excavar un pozo circular de gran diámetro (superior a 1,50), se pueden seguir los dos métodos indicados para los rectangulares. Excavar un pocillo en el centro de la solera y terminar la destroza siguiendo el ensanche del anillo, hasta llegar a la vertical de las paredes definitivas.

Sean las que fueren la sección y el método de excavación, no debe nunca pasarse de un banco a otro sin dejar terminado el refino de sus paredes, pues esta operación, sencilla mientras se excava a nivel del suelo en que se pica, resulta cara y penosa después, por tener necesidad de establecer un tablero móvil colgado, en el que se sitúan los obreros y la herramienta, cuya colocación, ascenso y descenso entorpece las operaciones, además de exigir la construcción de un castillete provisional.

Cuando se trata de excavar un pozo en rocas duras, en las cuales, a sabiendas de que el caudal alumbrado será escaso, es preciso abrirlo, deben aumentarse las dimensiones de la sección en virtud de las fórmulas que indicamos anteriormente; y para evitar el gasto excesivo que supone un arranque muy grande de masas inútiles, se comienza con pequeño diámetro, 1 a 1,2 metros, y cuando se llega a la zona en que comienza la filtración se ensancha el pozo, teniendo cuidado de llevar el ensanche paulatinamente hasta alcanzar las dimensiones acordadas para la parte productiva de él, procurando que la excavación afecte la forma de un cilindro rematado por una semiesfera, en cuyo centro, como el cuello de una botella, se abre la parte estrecha del pozo que comunica con la superficie.

Análogo procedimiento (y tratándose siempre de rocas duras, que no exigen fortificación) se aplica para la caldera del pozo que llena el papel de depósito de agua, según hemos indicado.

Cuando los pozos son rectangulares o cuadrados, el acuerdo entre la parte ensanchada y la estrecha de brocal se hace por medio de planos inclinados, formando un tronco de pirámide; pero lo corriente es darle la sección circular cuando se prevé la necesidad de este ensanche a causa de las malas condiciones de sostenimiento que presentan los planos inclinados.

Si la dureza de las rocas no permite trabajo alguno útil más que por medio de los explosivos, y sobre todo por la dinamita, se procede del modo siguiente, tratándose del caso de sección circular:

Se practica un barreno en el centro de la excavación, cuya explosión origina un pocillo irregular, que sirve de receptáculo a las aguas que dé la parte excavada del pozo, y además descalza al anillo que queda entre el pocillo y las paredes definitivas, y luego por una serie de barrenos menores se va haciendo saltar el anillo resultante del primer barreno.

También puede procederse a la inversa practicando una serie de pequeños barrenos cerca de las paredes definitivas del pozo y en forma de corona, de manera que por su explosión ocasionen una trinchera circular, y luego el macizo central que ha quedado se vuela con uno o varios barrenos grandes abiertos en él. Este segundo método tiene la ventaja de hacer sufrir menos a las paredes del pozo, lo que es muy importante para el porvenir de aquél, puesto que con esta manera de proceder, los grandes sacudimientos de la masa rocosa no se verifican más que cuando ya se ha desprendido, por decirlo así, del macizo externo.

En los pozos rectangulares se comienza por aislar un macizo central por medio de pequeños barrenos dispuestos cerca de los lados mayores del macizo central; después se excava una trinchera según el eje menor, y finalmente, se abaten los dos macizos sobre la zanja del centro.

Descritos los métodos de proceder, vamos a detallar cómo se verifica el ataque por medio de los explosivos.

3. ATAQUE POR MEDIO DE LOS EXPLOSIVOS

Los explosivos a emplear en el ataque de las rocas pueden ser lentos o rápidos, según que la propagación de la combustión se efectúe por conductibilidad, como ocurre con las pólvoras, cuya forma de combustión se llama deflagración, o bien porque la comprensión de gases que se producen desde el primer momento en que detona la cápsula fulminante, ocasiona la descomposición del resto del explosivo. La pólvora deflagra por el fuego; la dinamita, por el choque violento que ocasiona la combustión de la cápsula. En los primeros se aprovecha su conductibilidad; en los segundos, la elasticidad.

La velocidad de propagación de las pólvoras no pasa de algunos metros por segundo. En las dinamitas dicha velocidad es

superior a la de las ondas sonoras. Este último explosivo se dice que detona, y a la forma especial de propagación se le llama onda explosiva. Estos explosivos que son recorridos por la onda explosiva se llaman también rompedores, y presentan mucha facilidad para el atacado de los barrenos que con ellos se cargan, pues la detonación de un cartucho de 100 gramos de dinamita núm. 1 a las cuatro milésimas de segundo se encuentra reemplazado por una masa gaseosa a cerca de 3.000 grados centígrados de temperatura, cuyo volumen es 800 veces el que ocupaba el cartucho, y la presión por los gases producida sobre las paredes que lo encierran es de varios millares de atmósferas. A causa de esta transformación tan enorme y tan rápida, estos explosivos muelen las rocas además de dislocarlas, ocasionando grandes desgarramientos del lado de la superficie arrancada. Por esta cualidad hay ocasiones en que es preferible el empleo de la pólvora negra o pólvora nitrada de mina, la cual, sobre la ventaja de la lentitud relativa, tiene la de que los gases que ocasiona la deflagración de un cartucho de 100 gramos no produce más presión que 600 atmósferas, bajo un volumen de un decilitro, y además tarda en quemarse casi 30 centésimas de segundo, produciendo un trabajo de 32.500 kilogrametros.

La composición de la pólvora de mina, nitrada, es:

Salitre.....	65	} 100 partes.
Azufre.....	20	
Carbón.....	15	

La pólvora de mina debe ser de grano igual, duro y sin dejar polvo ni manchar la mano cuando se la toca.

La humedad condensada por higroscopicidad le hace perder sus propiedades explosivas, que recobra haciéndola secar.

Otras veces se vende en el comercio la pólvora ya comprimida en forma de cilindros de revolución de 18 a 25 milímetros de diámetro. En esta forma tiene más fuerza expansiva que en la granulada. Su densidad media es de 0,941.

No damos la composición de las pólvoras clorataadas y picrataadas porque deben proibirse en absoluto en las labores de pocería, pues, además de su gran inestabilidad, ofrecen el peligro de que la combustión del ácido pícrico (fenol trinitrado) y los picratos ocasiona gases tóxicos.

La dinamita ordinaria (dinamita Nobel) es la mezcla de nitroglicerina ($C^6 H^{10} N^6 O^{15}$) con substancias absorbentes de ella, siendo inertes estas substancias. Generalmente, para absorber y aislar el líquido en innumerables recipientes elementales formados por granos pequeñísimos de substancias pulverulentas, se emplea un residuo silíceo de diatomeas fósiles llamado *Kieselguhr* y que se encuentra principalmente en Hannover. En España existen también bancos de diatomeas fósiles, bajo el nombre de tripoli, en Andalucía. Estos granos pequeñísimos rompen la continuidad de la masa explosiva, y, por consecuencia, la transmisión de los movimientos moleculares que constituyen el mecanismo de su detonación.

Las dinamitas corrientes se clasifican en números y contienen de nitroglicerina las proporciones siguientes:

	Nitroglicerina	Substancia inerte
Núm. 1.....	75 por 100	25 por 100
Núm. 2.....	50 —	50 —
Núm. 3.....	30 —	70 —

La más empleada es la del núm. 1.

Es una masa pastosa, de color rojizo y sin olor. Se congela a 8° centígrados, y en este estado su manejo es muy peligroso, pues detona por una simple fricción. Para evitar la congelación de la dinamita, los obreros suelen llevar los cartuchos en el bolsillo del pantalón o en la faja.

Si se ha dejado helar, debe proibirse su empleo con todo rigor hasta después de tratados al baño de María a una temperatura suave o de pasar algunas horas metidos en estiércol de cuadra. Su densidad es variable entre 1,5 y 1,6.

También deflagra la dinamita cuando se quema al aire libre y fuera de todo obstáculo que se oponga a la expansión de los gases que origina su combustión, cuyos gases son venenosos, ocasionando por lo menos dolores violentos de cabeza.

Uno de los auxiliares más importantes para la pega de barrenos es la mecha. No trataremos más que de la llamada de seguridad o de Bickford, por ser actualmente la única que se emplea.

Se compone de un cordón de yute impregnado en una mezcla de pólvora o fulmicotón desleída en un líquido inerte. Este cordón activo se rodea de una doble o triple envolvente de cordones de yute devanados en hélice sobre el primero. Se recubren después de una capa de cola o de polvo de talco para la mecha blanca, o de alquitranada para la alquitranada, y, finalmente, se protege el conjunto con una envolvente de cinta o de hilos de yute. Para la pega de barrenos debajo del agua la envolvente exterior es de guta-percha.

La velocidad de combustión es de 0,80 a 1,20 metros por minuto de tiempo.

En la pega de barrenos de pólvora puede bastar el empleo de la mecha; para la dinamita (y nosotros aconsejamos que con pólvora también) se emplea la cápsula o detonador. Consiste ésta en un pequeño cilindro de cobre o latón de 15 a 20 milímetros de longitud y 4 ó 5 milímetros de diámetro, cerrados por un extremo. En el fondo se encuentra una cierta cantidad de fulminato de mercurio, cuya composición corresponde a la fórmula $C^2 N^2 Hg O^2 + H^2 O$, y cuya propiedad útil es detonar a 187°.

Generalmente no se usa puro el fulminato, sino mezclado con la mitad de su peso de clorato o nitrato potásico o pólvora fina.

Como la carga de la cápsula debe ser proporcional a la naturaleza del explosivo y suficiente a garantizar la detonación del mismo, existen de varios números, que indican la relación de la carga; así se llaman simples, dobles, triples, etc.

a) Elección del explosivo.—Deben intervenir en la elección

del explosivo a emplear: 1.º La calidad de la roca, o sea su dureza, crucero, planos de estratificación y calidad del polvo, pues el de algunos, sin ser venenoso, presenta unas pequeñísimas puntas, tan agudas que ocasiona hemoptisis, por desgarramiento de los pulmones, como ocurre con ciertas areniscas y con el trípoli. 2.º La aptitud para detonar, pues explosivos que exigen muchas precauciones para su empleo deben desecharse en esta clase de trabajos ordinarios y rudos. 3.º La calidad de los humos que produce al detonar, pues aunque todos los producen en gran cantidad y nunca inofensivo (que sería el ideal), los hay, como la dinamita, cuyos humos son francamente tóxicos. 4.º Que ofrezcan estabilidad suficiente para su conservación y transporte.

Por todas estas consideraciones, hay rocas que hacen preferible el empleo de la pólvora, porque la relativa lentitud con que deflagra muele menos la roca, y las zafras se extraen más cómodamente, sin producir polvo, que, por lo menos, es molesto.

b) Rendimiento de los explosivos.—No debe creerse que toda la fuerza expansiva de un explosivo se emplea en dislocar la roca que se se trata de quebrantar, pues de las experiencias practicadas resulta que el trabajo total de la explosión puede dividirse así:

Molido de la roca.....	15	por 100
Dislocación de la misma.....	70	—
Proyección de productos.....	15	—

Pero no suele alcanzarse este 70 por 100 cuando se emplea la pólvora negra, porque la combustión de la carga rara vez es completa, no pasando la parte quemada del 75 por 100 de la carga y, por lo tanto, el trabajo realmente útil queda reducido al $0,70 \times 0,75 = 0,525$ por 100.

c) Situación de los barrenos.—Deben abrirse los taladros de forma que sean paralelos a las paredes del frente de ataque que se trata de perforar; pero esta manera de proceder, fácil cuando se trata de canteras o espacios anchos, es imposible de emplear en pocería, en que el único frente de ataque es el fondo de la excavación, y hay que limitarse a inclinar los ejes de los barrenos como después se dirá. La distancia entre los taladros debe ser tal que guarde relación con su longitud, para que *disloque sin moler*, o, dicho en términos de minería, *debe tomarse bastante roca, pero no demasiada*, porque, si se hace muy largo, en una roca blanda se pulverizará ésta, y si no se carga lo suficiente en una roca dura, puede ocasionar un *bocazo*, o sea salir los gases por la misma boca del barreno sin quebrantar la roca.

El barrenero, por poco práctico que sea, sabe (como el picador) aprovechar los planos de menor resistencia de la masa rocosa, como son los *cruceiros*, los planos de estratificación, las juntas pizarreas y la hoja que presentan algunas rocas estratificadas.

En cuanto al perfil teórico del embudo que ocasiona la explosión, se ha llegado por el cálculo a dos soluciones: o es una parábola, o una curva logarítmica. Esta determinación tiene mucha importancia para el cálculo de grandes voladuras. En nuestro

caso nos basta con admitir que el embudo formado afecta la forma de un cono de revolución que tiene por longitud del eje la misma del taladro y por diámetro de la base esta misma longitud. El volumen se obtiene, pues, por la fórmula

$$V = \frac{1}{3} L \times \frac{\pi L^2}{4},$$

siendo L la longitud del barreno.

En cuanto al diámetro de los taladros, se demuestra analíticamente que los de menor diámetro entre límites poco separados (de 18 a 35 milímetros) son los que mejor se aprovechan.

d) Cálculo de la carga de un barreno.—En barrenos pequeños, como son los que se abren en pocería, la carga oscila entre 50 y 250 gramos; pero puede calcularse la carga, si se desea más seguridad, por fórmulas deducidas de un cálculo riguroso que tiene su aplicación en las minas o en las grandes voladuras para escollera.

En nuestro caso basta conocer las fórmulas siguientes, que ofrecen suficiente aproximación:

$$C = g h^3 (\sqrt{1 + M^2} + 0.41)^3 \text{ kilogramos;}$$

en la que M es la relación de la línea de menor resistencia; h el radio del embudo a producir, y g el coeficiente específico ($\frac{2}{3}$ para terraplenes, 3 para rocas medianas, 5 para rocas muy duras).

M. Cербelaud propone la fórmula demasiado sencilla

$$C = A \times l \text{ kilogramos}$$

en la que C es la carga en kilogramos; l, la línea de menor resistencia y A, el coeficiente, que para la dinamita oscila entre 0,67 y 0,24.

M. Chalou indica una fórmula no tan sencilla como la anterior, pero mucho más aproximada a la realidad, pues tiene en cuenta las cualidades de las rocas a quebrantar. La fórmula es:

$$P = E \times R (at)^2 \text{ kilogramos,}$$

en la cual E representa el coeficiente proporcional a la cantidad de explosivo; R, el coeficiente proporcional a la resistencia de la roca; t, la longitud del barreno, y at, la línea de menor resistencia de la roca, que se toma en función de t.

Esta línea varía entre $\frac{1}{2} 0,50 t$, y se mide a partir del centro de la carga.

Para barrenos en una caldera de pozo y casi verticales deben emplearse las cargas que da la fórmula. Si se trata de frentes de ataque desprendidos por medio de rafas y socavas deben disminuirse los valores de P en un 45 por 100 para las dinamitas y en un 25 por 100 para las pólvoras.

Los valores de E para las pólvoras y dinamitas son:

Dinamita núm. 1.....	1,00
Pólvora negra comprimida.....	2,00
Pólvora negra granulada.....	2,50

Los valores de R, según la calidad de las rocas, son:

Rocas muy duras: Cuarzitas, granulitas, pórfidos, etc.....	1,00
Rocas duras: Granitos, sienitas, basaltos, gneis.	0,80
Rocas menos duras: Pizarras cristalinas, calizas marmóreas, areniscas duras, etc.....	0,50
Rocas de dureza mediana: Calizas compactas, pizarras, etc.....	0,30
Rocas blandas: Creta, pizarras arcillosas, margas.....	0,15
Rocas de poca cohesión: Aluviones, gredas, arenas.....	0,05

ε) Atacado de barrenos.—Una vez practicado el taladro y bien limpio por medio de la cuchara, se procede del modo siguiente:

Para la pólvora granulada se emplea siempre un cartucho de papel fuerte, de forma cilíndrica y de menor diámetro que el del taladro, a fin de no comprimir con exceso.

Para la pólvora comprimida debe también envolverse en papel fuerte, pues el taladro siempre está húmedo por el agua que se ha inyectado al abrir el barreno.

Si se emplea dinamita, como ésta se expende ya en cartuchos, que no hay que proceder a envolver el explosivo.

Se comienza por cortar un trozo de mecha, cuya longitud debe ser, aproximadamente, la del taladro más 80 centímetros a un metro. Se corta con gran limpieza un extremo de la mecha y se introduce a rozamiento fuerte dentro del tubo de la cápsula, para lo cual el diámetro de la mecha debe ser algo superior al del detonador, pero cuidando que la mecha no roce al fulminato, cuyo roce pudiera ocasionar la explosión del mismo, y en seguida, con unas pinzas especiales de madera, se comprimen las paredes de la cápsula sobre la mecha, apretando todo alrededor, prohibiendo terminantemente que esta compresión se haga con los dientes, práctica viciosa, por lo expuesta a accidentes, y muy generalizada entre los barreneros.

Colocada la mecha en la cápsula, se abre el cartucho que contiene el explosivo y se hace penetrar en su masa los dos tercios de la longitud del detonador, abatiendo el papel sobre la mecha, al cual se sujeta por un hilo delgado y fuerte de cáñamo. Cuando se emplean pólvoras puede suprimirse la cápsula, y entonces se procede, deshilachando el extremo de la mecha e introduciendo en contacto con la pólvora el hilo central de yute y algunos otros; luego se abate el papel, y con los otros hilos de la mecha se ata ésta fuertemente al papel. Nosotros creemos que no debe prescindirse nunca de la cápsula, por la seguridad que comunica a la pega de los barrenos.

Con la dinamita nunca debe dejarse la mecha en contacto con el explosivo, pues arde sin detonar cuando se le aproxima un cuerpo en ignición. Si no consta la carga más que de un cartucho, se hace descender éste al taladro como diremos; si se carga con varios, este cartucho es el último que se hace descender.

Para descender los cartuchos se emplea el atacador, con el cual se empujan suavemente.

Consiste este útil en una varilla metálica de una longitud superior a la del barreno. A uno de sus extremos lleva una expansión cilíndrica, con un canal longitudinal, en el que quepa la mecha, lo que hace tomar a la sección de esta parte ensanchada la forma de una media luna. El diámetro de esta expansión cilíndrica es inferior a la anchura de la boca de la barrena que se ha empleado para abrir el taladro (véase fig. 3.*).

La varilla puede ser de hierro; el ensanchamiento no debe serlo nunca, sino de cobre, cinc, latón o madera, a fin de evitar que en el atacado salten chispas por su choque con las paredes del taladro (si se abre en cuarcita o cualquier otra roca silícea dura) y se prenda fuego la carga. El otro extremo de la varilla debe terminarse por una expansión en forma de boca o elipsoide aplanado de mayor diámetro que el barreno, a fin de evitar que, por equivocación o por ignorancia, se pretenda atacar con este cabo de la herramienta.

Prescindimos de la descripción de la aguja, que se usaba cuando se empleaba dar fuego con un estopín, sistema que no se emplea ya más que raras veces y que no aconsejamos de ningún modo.

Una vez descendidos los cartuchos o cartucho que constituyen la carga del barreno, el último de los cuales lleva la mecha colocada en la forma descrita, se procede a atacar el barreno, descendiendo suavemente una bola de arcilla preparada de antemano, empujando con el atacador de manera que la mecha quede dentro de la canal del mismo, teniendo cuidado de que el borde inferior del instrumento no raspe la envoltura de la mecha. La segunda bola de arcilla se introduce después hasta que quede en contacto con la primera, así como ésta ha debido quedarlo con el último cartucho, y así se continúa hasta llegar a la boca del taladro. Cuando se emplean explosivos rompedores puede emplearse, en vez de bolas de arcilla, teja molida o ladrillo poco cocidos, pizarra blanda desmenuzada, etc., con prohibición, sea el que sea el explosivo, que se emplee de polvos de cuarzo o de otras sustancias minerales de análoga dureza.

Como el objeto del atacado es impedir la salida de gases por la boca del taladro, debe cuidarse de que se ataque bien y apretado y que la longitud del taco sea suficiente a impedir que al estallar haga bocazo. La longitud del taco debe ser igual, por lo menos, a la mitad de la longitud que ocupa la carga; generalmente se le da una longitud igual a la última.

Si toda la operación es delicada, en el manejo del cartucho final que lleva la cápsula o cartucho toda precaución es pegueña, ante el peligro inmenso que representa una ligereza del pegador o un desconocimiento de esta clase de operaciones delicadas.

Finalmente, cargado y atacado el barreno se le pega fuego al

extremo libre de la mecha con la llama del candil que usa el obreiro para su alumbrado.

Generalmente, el barreno detonará bien y producirá la dislocación que se busca; pero puede ocurrir que dé bocazo, y esto se debe a que se ha cargado y atacado mal; que haga mechazo, es decir, que se apague la mecha antes de llegar el fuego a la cápsula, y, finalmente, que sea un barreno tardío, que son aquellos que tardan mucho más tiempo en detonar que el calculado para la longitud de mecha que se deja libre. En el primer caso, el remedio está en volver a cargar con más esmero; en los dos últimos debe evitarse que el pegador o vigilante se acerque al barreno antes de transcurrir dos horas, por lo menos, pues la precipitación en acudir a un barreno que no estalla ha sido causa de terribles accidentes en barrenos tardíos. Tampoco debe nunca desatorarse un barreno que ha dado mechazo, y lo que debe hacerse es perforar otro muy cerca del fallado, para que por su explosión provoque la voladura del primero.

f) Cámara de aire.—Hemos visto algunas veces a los barrenos una manera de cargar que encontramos viciosa; consiste en dejar una cámara vacía entre el cartucho y el tapón de arcilla que obtura la boca del taladro, cuya cámara de aire suponen que aumenta el efecto útil de la carga. Esta creencia, tan arraigada hace años, tenía su fundamento en el hecho, muchas veces repetido, de reventar el cañón de un fusil cuando la carga se aleja del fondo o cuando se obtura su boca con el guardapolvo del cañón y se olvida de quitarlo antes de hacer fuego. Este hecho, malamente interpretado, fué causa del gran predicamento que alcanzó la cámara de aire en la pega de barrenos, y dió origen al empleo del taco de madera, con el cual se conseguía dejar una cantidad de aire libre dentro del taladro.

Este error debe evitarse, pues nada se gana con la cámara referida y, en cambio, presenta el grave inconveniente de disminuir la *densidad de carga*, es decir, la relación del peso de explosivo al volumen en el que está contenido, debiendo, al contrario, aumentar todo lo posible este elemento, puesto que la potencia de un explosivo depende de la presión inicial desarrollada por la combustión, presión que disminuye creando vacíos en la carga. Debe, al contrario, llenarse de arena el espacio que queda entre el cartucho y la cámara del barreno, o llenarlo de una substancia gelatinosa, que refluya por la compresión del atacador alrededor del cartucho y colme el vacío.

4. TERRENOS MEDIANAMENTE DUROS

Los mismos procedimientos indicados para el ataque del terreno por medio de las herramientas y explosivos y con la misma marcha son aplicables a los terrenos medianamente duros, con tal de que las condiciones de solidez sean tales que puedan resistir la apertura de toda la excavación sin necesidad de fortificarlo.

En el caso de que no puedan resistir por sí solos y haya nece-

sidad de entibar conforme se avanza, no pueden ya aplicarse los procedimientos indicados y se procederá conforme se indica en el apartado siguiente, que trata de la fortificación de un pozo.

a) Fortificación.—Cuando el terreno no puede resistir por su falta de cohesión el hueco que supone la apertura de un pozo, hay que distinguir dos casos: que tenga cohesión bastante para resistir la excavación, pero que, por abrirse por la acción del aire (ventearse) al cabo de algún tiempo se produzcan hundimientos, en cuyo caso la fortificación debe practicarse inmediatamente de abierta toda la excavación, o que sea incapaz de resistir sin auxilio de la fortificación la apertura total del pozo.

En el primero caso se ejecuta el vaciado del pozo como hemos indicado anteriormente, y una vez terminada se procede a la fortificación, la cual, en trabajos de pocería, se practica con materiales pétreos, principalmente el ladrillo y la mampostería. Deben emplearse estos materiales al establecer una fortificación definitiva en un pozo, pues la madera expuesta a las alternativas de sequedad y humedad, al cabo de algún tiempo (variable con la especie que se emplee y con la preparación de la madera) acaba por sufrir fenómenos de putrefacción, que inutilizan por completo el entramado. Solamente tratándose de pozos de agua salada puede efectuarse la fortificación con madera, a causa de las condiciones

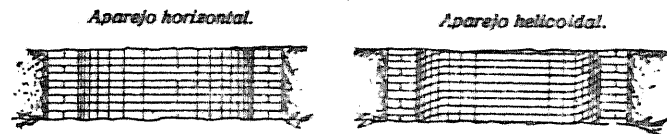


Fig. 4.ª — Fortificación con ladrillo

que el cloruro de sodio comunica a las maderas para hacerlas imputrescibles.

El revestimiento de un pozo cuyas paredes aguantan bien la excavación se ejecuta, como hemos indicado antes, de ladrillo o mampostería, o más rara vez de hormigón vertido entre las paredes y un molde que se coloca a cierta distancia de las paredes y que se va subiendo conforme avanza el vertido y fraguado de la masa.

La forma como se apareja el ladrillo es, o por hiladas horizontales, o mejor en forma helicoidal (fig. 4.ª). Para el primero se comienza por establecer una tongada circular de hormigón, sobre la cual se van sentando las hiladas de ladrillo, con mortero de cemento o cal hidráulica, practicando las juntas de pequeño espesor, es decir, en la forma que llama el albañil a *hueso*, y comprimiendo el tendel de mortero con el ladrillo al tiempo de sentarlo.

En el aparejo helicoidal, en vez de proceder por anillos horizontales, cada uno de los cuales exige romper uno para cerrar el anillo, lo que perjudica a la limpieza y claridad de la obra, se dispone una fila continua de éstos, según una hélice que tiene como

paso el espesor de un ladrillo aumentada en el del tendel de mortero.

Si se emplea la mampostería, debe cuidarse mucho de la calidad de la piedra, no olvidando que las alternativas de humedad y sequedad a que están sometidas las paredes de un pozo, unido a las diferencias de temperatura que se dejan sentir en la parte superior del mismo, pueden quebrantar el mamposteado a poco heladizos que los mampuestos sean.

Generalmente el mamposteado se emplea en los pozos rectangulares.

Se ha propuesto emplear zonas sucesivas de ladrillo y mampostería, esperando de esta combinación una cierta flexibilidad de conjunto, que falta completamente a la mampostería. Los resultados obtenidos hacen aconsejable esta combinación.

Cuando la profundidad del pozo es grande y el terreno es flojo, no debe fiarse toda la carga de mampostería o ladrillo de arriba abajo, sino que debe procurarse descargar este peso, dividiéndole en tramos y referirlo a las paredes del pozo de uno a otro por medio de cuadros o cárceles de madera, cuyos extremos deben empo-

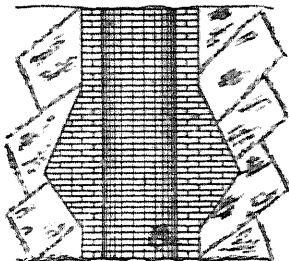


Fig. 5.ª - Aparejo para aumentar la adherencia de la fortificación del terreno

trarse en las paredes del pozo, procurando que la entrega o zarpa sea grande y recibirse con un hormigón muy rico de cemento y unir unas a otras las piezas de estos cuadros por medio de piezas de hierro. El saliente de estos cuadros debe ser algo menor que el del revestimiento, a fin de enlucir con mortero de cemento el cuadro y preservarlo de la humedad. Claro está que las piezas de madera empleadas con este objeto debe procurarse que sean de especies poco atacables por la putrefacción, o, por lo menos, de pino sin sangrar e inyectados.

También puede referirse una parte del peso de las mamposterías a las paredes del terreno, reforzando en forma de doble tronco de cono el espesor de la mampostería, pues para que descendiese en este caso el revestimiento habría necesariamente de cortarse toda la superficie de acuerdo de la parte recrecida con el cilindro, y esta superficie puede ser todo lo grande que se quiera (fig. 5.ª).

Conforme se van subiendo las fábricas debe cuidarse muy bien de no dejar vacíos entre el paramento externo (o sea el que queda frente al terreno) y las paredes del pozo, pues en vez de servir esto de descanso al anillo o muro de fábrica, sólo serviría para que reventase por alguna parte si de repente hiciese presión el terreno sobre la obra. A este efecto, y conforme avanza, si los mampuestos o ladrillos no alcanzan al terreno por el extradós del muro, debe rellenarse convenientemente el anillo que entre ambos queda con grava o piedra partida, cuyos trozos no deben ser infe-

riores a 7 centímetros ni superiores a 10, y la calidad de la piedra debe ser absolutamente insoluble y no desleirse ni correrse, como ocurre con las margas y arcillas. La mejor calidad para este relleno (tratándose de pozos para agua) es el cuarzo, la cuarcita, cualquier especie de sílex o calizas cristalinas o marmóreas.

El ladrillo que debe emplearse debe ser bastante cocido, para que no se deshaga con la humedad, pero sin llegar al tipo llamado *santo*, pues por su estado de vitrificación toma mal el mortero, y en esta clase de obras la solidaridad del conjunto tiene mucha importancia. Tampoco puede admitirse ladrillo en cuya fabricación hayan entrado arcillas mezcladas con partes calizas, pues éstas, por la cocción, se convierten en cal cáustica, la cual aumenta de volumen al hidratarse por la humedad del pozo y hace estallar el ladrillo, o se deslíe en el agua ocasionando vacíos. Tanto en un caso como en otro disminuye la resistencia de la fábrica, y como los espesores de ésta se limita al de un ladrillo, no puede admitirse que éste quede debilitado.

La piedra para la mampostería debe llenar dos condiciones: presentar sus caras de cierta rugosidad y resistir la humedad sin embeberse de ella, o, dicho de otro modo, ser impermeable, en cuya condición va incluída la de no ser heladiza. El tamaño de la mampostería debe ser tal que su peso sea fácilmente manejable por un hombre y ofrecer tizón bastante para que sólo haya necesidad de un mampuesto en todo el espesor de la fábrica.

Finalmente, el mortero único admisible en las zonas húmedas del pozo es el de cemento, lento o rápido, según la parte de que se trate, pudiendo emplear el de cal grasa en la parte superior del revestido y en el brocal del pozo.

Todo lo anterior se refiere al caso general del pozo en el que la zona acuifera está perfectamente limitada, en cuyo caso se emplean las disposiciones anteriores en las secciones del pozo distintas de dicha zona. En ella el aparejo del ladrillo debe disponerse de modo que queden mechinales en todo el contorno de la zona acuifera, los cuales pueden dejarse lo mismo en las hiladas horizontales que en aparejo helicoidal, conforme indica la figura 4.ª

Si todo el pozo arma en terreno fuerte, que no exige fortificación y sólo presenta una zona floja por efecto de una falla, o simplemente porque la estratificación existe entre rocas duras (calizas, por ejemplo), un lecho de arcillas o areniscas descompuestas, o se presenta una zona caolinizada (como suele ocurrir entre el granito o el gneis) que obliga a fortificar, no se ejecuta esta operación en toda la profundidad del pozo, sino que en esta zona, y un metro por encima y debajo de ella, se aumenta el diámetro de la excavación en el doble del espesor de la fortificación, estableciendo una cárcel o cuadro de madera en la parte inferior, de modo que enrase las paredes del pozo, y apoyándose sobre ella se establece un molde de madera de las dimensiones de la sección del pozo, y en el espacio comprendido entre este molde o cajón y la zona profundizada, se vierte hormigón rico de cemento, que será rápido si la zona floja da agua, y lento si no la da. Como estas flojeras del terreno debidas a fallas o caolinización suelen

ser acuíferas y a veces muy abundantes, no debe perderse este agua (pues estamos tratando sólo de pozos para su captado), y para ello en el molde se colocan tacos de madera en tresbolillo, como se indicará después, los cuales deben extraerse a las veinticuatro horas si el cemento es lento, y pocos minutos después de vertido el hormigón, si es rápido.

b) Entibación provisional.—La fortificación de mampostería o ladrillo suele ir precedida de una entibación provisional de madera, a fin de sujetar el terreno en los casos que hemos indicado en que no se sostiene por sí solo, como ocurre con las gredas, arcillas y arenas sin mezcla de gredas (pues con esta combinación se sostienen bien, como ocurre en las arenas de Madrid), o pizarras flojas. En estos casos se comienza por establecer por medio de tablas una fortificación provisional, manteniendo las tablas unidas a las paredes del pozo por medio de rollizos de madera cuando se trata de secciones rectangulares, constituyendo un verdadero encubado, o por medio de coronas circulares divididas en varios segmentos que ajustan entre sí dejando un espacio circular vacío para continuar las operaciones de avance. Estos segmentos forman una cimbra circular, que sostiene a su vez las tablas contra las paredes del pozo.

Si antes de colocar las tablas, que deben ser de un espesor no inferior a una pulgada, se ha corrido algún bloque de las paredes del pozo, no debe dejarse el hueco detrás de la entibación, sino que debe rellenarse de ramas o fajinas, que se aprietan contra el terreno.

Los segmentos de madera, cuyo espesor debe ser el de un tablón (de 7 a 8 centímetros) se acuan unos a otros por su despiezo, hecho según radios del círculo; pero suele no bastar, y se atornillan o clavan a las tablas. Cuando el pozo es de gran sección, se suele emplear cuadros poligonales, acuanando unos lados sobre otros.

Aunque rara vez hemos visto emplear un procedimiento muy usado en grande en la cuenca del Ruhr y que describe Hatton de la Gaupilliare.

Se emplea para sostener el encubado de tablas cuatro arcos de 90°, formados cada uno de un cierto número de tablas de una pulgada de espesor, generalmente siete u ocho; pero en caso de pozos pequeños se pueden reducir a cuatro; estas planchas están superpuestas, curvadas y mantenidas por un tensor, que se dispone según la cuerda del arco de 90°. Cuando estos arcos están colocados en un sitio, se aflojan los tensores. La elasticidad distiende la madera, que hace resorte y se aplica contra las tablas, acuanándose unos sectores en otros. Claro está que debe ser madera flexible como el haya, y cortada convenientemente para conservar sus fibras, pero dispuesta de este modo dura mucho tiempo (fig. 6.*).

Terminada la excavación y su entibado, se procede por zonas a quitarlo y substituirlo por la fortificación definitiva de ladrillo o mampostería.

Un caso particular de entibación definitiva en pozos de poca profundidad se presenta en las excavaciones destinadas a extraer aguas saladas.

En este caso el cloruro de sodio conserva de tal modo la madera, a pesar de las oscilaciones de sequedad y humedad, que no precisa substituirlo por materiales pétreos, y como además los cementos fraguan mal con las sales alcalinas y alcalinotérreas que estas aguas llevan en disolución, se impone la conservación de la fortificación de maderas. Además, suelen estar abiertos estos pozos en rocas blandas y poco consistentes, que se hunden y caen fácilmente por la acción del aire, como son las margas del Trias, pues en el tramo margoarcilloso de este terreno es donde suelen abundar.

En este caso se establece una entibación de tablas gruesas, de una a una y media pulgadas, las cuales se colocan a rozamiento fuerte (a golpes de mazo) en el espacio que queda entre los cuadros o cárceles y el terreno.

Los cuadros, que son rectangulares, se forman empotrando los extremos de los lados largos en las paredes del pozo y sujetando a ellos por medio de tornillos y una ensambladura a media madera los lados cortos; y como estos terrenos hinchan con el contacto del aire y la humedad, es preciso reforzar los lados mayores por

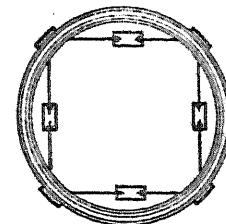
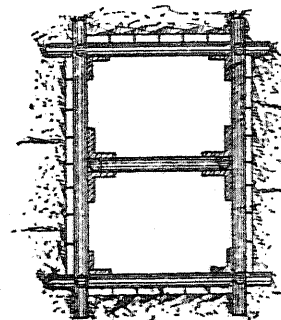
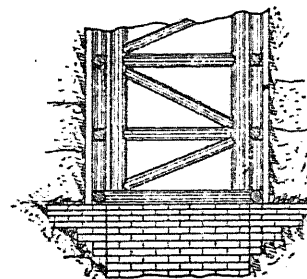


Fig. 6.*—Anillos elásticos para fijar la entibación al terreno



Alzada

Planta

Fig. 7.*—Fortificación mixta de madera y ladrillo

medio de piezas paralelas a los lados menores y situadas en el centro de aquellos lados conforme indica la fig. 7.*

La causa de ser rectangulares estos pozos se debe al aparato que se emplea para sacar el agua salobre, que suele ser una noria o una cadena de cangilones.

La distancia de los cuadros depende del empuje del terreno.

5. TERRENOS INCONSISTENTES

En realidad, tratándose de pocería y no de minería, puede suprimirse este caso, pues será muy raro que se decidan a vencer las dificultades económicas que supone atravesar estos terrenos para buscar un pequeño caudal de agua, y, además, porque la inconsistencia del terreno (salvo alguna muy rara excepción) es ocasionada por la presencia del agua, y si ésta se encuentra en la calle, no es precisamente el pozo la labor indicada para su captado.

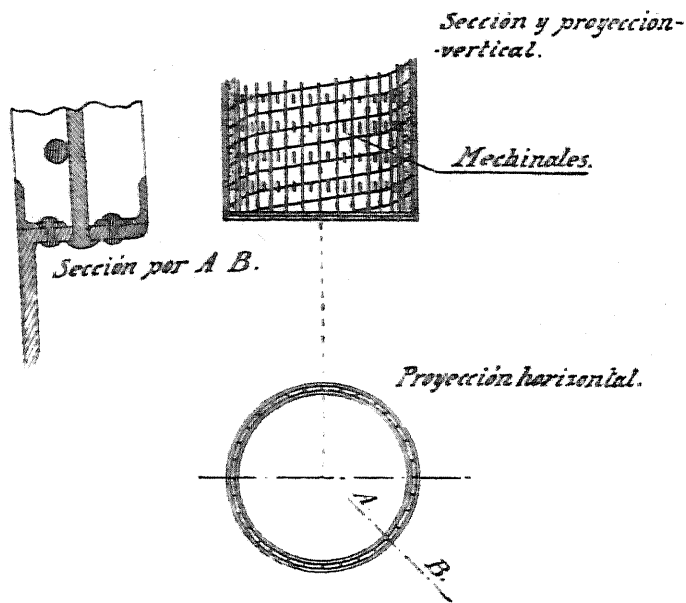


Fig. 8.º — Fortificación de hormigón armado con rodete cortante

Esta labor de atravesar terrenos inconsistentes ha dado origen en minería a los procedimientos más atrevidos y bellos de que puede jactarse la Ingeniería moderna. Nosotros nos limitamos a indicar uno que por su sencillez puede emplearse en pocería cuando fuere preciso atravesar una zona de terrenos floja.

En el fondo no es otro que el del rodete cortante, tan preconizado en el norte de Francia al atravesar terrenos acuíferos.

El procedimiento consiste en el empleo de un rodete formado por un hierro en ángulo de 50 a 60 milímetros, con un espesor

normal de 5 a 6, en forma de circunferencia de círculo conforme indica la fig. 8.º

En el centro del ala horizontal del ángulo de hierro se practican cada 15 a 20 centímetros taladros de 6 a 9 milímetros de diámetro, por los cuales se hace pasar un alambre por cada uno de un diámetro inferior en un milímetro al de los taladros anteriores. Estos alambres llevan remachada su extremidad inferior de manera que formen cabeza sobre la cara inferior del ala horizontal del ángulo que hace de cuña o rodete. La longitud de los alambres, que quedan paralelos a las generatrices de un cilindro de revolución cuya base es el ala vertical del ángulo-zapata y forman a su vez las generatrices de otra superficie cilíndrica concéntrica con la primera, debe ser algo superior a la del pozo.

Una vez colocado el rodete con los alambres en el sitio en que ha de abrirse la excavación, se nivela el rodete para que quede horizontal y se coloca, abarcando la zapata, un molde exterior de tablas fuertes, sujetas unas a otras como las duelas de una cuba por medio de zunchos de fleje de hierro o de cuerda muy templada. Establecido el molde externo, se devana otro alambre de hierro recocado de 5 a 6 milímetros en forma de hélice, cuyo paso será más o menos ancho, según la menor o mayor resistencia que se quiera dar al encubado, y luego se coloca el molde interior separado del exterior una distancia igual a la longitud de un ala del rodete, cuyo molde se coloca concéntrico con el exterior. Fijos los dos moldes, y situados los alambres verticales en su posición central, se cuela entre los dos moldes una masa de hormigón rico, es decir, de 500 a 600 kilogramos de cemento por metro cúbico de hormigón. La calidad del hormigón debe cuidarse mucho, pues este material, que tiene tantas cualidades, tiene el defecto de no admitir recomposiciones; por lo tanto, se empleará gravilla muy limpia y de pequeñas dimensiones, arena muy bien granulada y cemento portland de buena calidad, esmerándose mucho en el apisonado, que deberá hacerse con barras delgadas de hierro y no apretando sino muy poco a poco, para no deformar el devanado de la hélice de alambre recocado.

No deben tener los moldes más de 1,50 a 2 metros de altura.

Al colocar los moldes deben disponerse entre ellos, en sentido normal al eje de los cilindros, unos tacos de madera recubiertos de glicerina bruta, a fin de que al quitar los moldes queden mechinales que pongan en comunicación las paredes del pozo que se va a abrir con el interior de la excavación a través de las paredes del pozo.

Una vez fraguado el hormigón (unos nueve días), entra la cuadrilla de picadores por la parte alta del cilindro de hormigón y comienzan la excavación por el centro del pozo, mientras otra cuadrilla por la parte exterior va excavando el terreno.

Conforme va quitándose la tierra y las rocas, comienza, por su propio peso, a descender el tubo de hormigón, cortando con la zapata de hierro los últimos trozos de rocas que se oponen a su avance. Al cabo de un cierto descenso, el último dejará de bajar por el roce con el terreno, y entonces se le ayuda excavando por

dentro, hasta dejarlo libre y hasta que llegue a hundirse casi toda la longitud construida.

Cuando queda como unos 20 centímetros fuera del nivel del suelo se acuña el cilindro a él y se restablecen los moldes y se vuelve a colar otra zona de la misma longitud de la primera; y así se continúa.

Este trabajo, que tan cómodamente se describe, es de una dificultad material enorme, pues el peligro de que se tuerza, que es muy grande, sólo puede salvarse por medio de una habilidad de manos poco frecuente, pues si llega a torcerse cuando se lleva hincado en una longitud de 10 metros, no hay fuerza capaz de sacarlo del atolladero y acaba por perderse todo el trabajo.

Ya se comprende que para hacer descender el tubo de hormigón debe colgarse de una andamiada de resistencia adecuada al peso que ha de soportar, constituida por dos pilares fuertes de madera o hierro y una viga horizontal, de la que pende un gancho, del cual, por intermedio de un polipasto, se cuelga el tubo de cemento. Este se sujeta por un aro de hierro de un diámetro menor que el rodete o zapata, al cual se atan los alambres que forman la armadura, y este aro superior lleva cuatro cadenas o cables que arrancan de los extremos de dos diámetros perpendiculares, cuyas cadenas se ligan al gancho inferior del polipasto.

La armadura del pozo y el espesor del hormigón deben calcularse por las reglas bien conocidas empleadas para las bóvedas de cemento armado de anillo completo.

En cuanto al cálculo de espesores para las piezas de la andamiada, son piezas que trabajan, unas por flexión transversal, otras por tracción o compresión, y el durmiente por flexión, de modo que no ofrece dificultad alguna, por ser corriente y conocido su empleo.

No indicamos ninguno de los métodos de blindaje, porque no permite su costo el empleo de él tratándose de obras de pocería cuya característica es la baratura de costo.

a) **Espesor de la fortificación.**—Aunque no es necesario el empleo de fórmulas tratándose de obras tan sencillas como las que tratamos de describir, vamos a indicar una de empleo rápido y fácil, que para los casos que hemos presentado basta a garantizar la solidez y mantenimiento de la excavación cuando está abierta en un medio acuífero, único caso en que deben calcularse espesores en pocería.

Esta fórmula es:

$$E = \frac{\omega H D}{2(R - \omega H)}$$

en la cual E es el espesor buscado; ωH , la presión por unidad de superficie que sufren las paredes del pozo; D, el diámetro interior del mismo, y R, el coeficiente de ruptura de los materiales que se emplean, dividido por 3.

Para determinar ωH se toma H igual a la altura piezométrica o carga de agua por encima de la zona más cargada del pozo y no la unidad de superficie que se adopte.

La fórmula de Lamé, basada en un análisis más profundo del fenómeno, es:

$$E = \frac{D}{2} \sqrt{\frac{R + p}{R + 2p' - p} - 1}$$

en la que p p' representan las presiones interior y exterior que sufren las paredes del pozo.

Debe tenerse en cuenta que la teoría rigurosa del equilibrio de un anillo descansa sobre el empleo de las funciones elípticas y constituye una de las bellas aplicaciones de la mecánica, si bien tiene más adecuado empleo en los blindajes que en los revestidos de mampostería.

b) **Desagüe.**—Hemos indicado que, en la perforación del pozo, el agua que se filtraba en la excavación a través de las paredes se recogía en el fondo y se sacaba a la superficie a fin de no perjudicar las labores de avance.

En pocería ordinaria suelen emplearse los mismos cubos que se usan para descender los morteros como elemento de desagüe, mientras la cantidad de agua es pequeña; pero llega un momento en el cual no bastan los cubos, y entonces se emplean bombas aspirantes, que se sitúan en la superficie para no disminuir el espacio de que se dispone en la excavación, y esta bomba debe emplearse de una capacidad superior a la que se supone ha de rendir el pozo, pues de lo contrario habrá que ir cambiando conforme aumente el caudal que dé la excavación.

Los únicos tipos adecuados son las bombas de pistón de mucha aspiración e impulsión corta, de los cuales existen tantos que no vale la pena de indicar ninguno.

La bomba centrífuga corriente, o sea la de un solo rodete, no debe emplearse nunca como no se disponga de espacio suficiente dentro del pozo y de energía eléctrica para acoplarla directamente, pues la corta aspiración de esta bomba la hace inútil para estos trabajos cuando tiene que situarse en la superficie.

6. MÉTODOS ESPECIALES PARA LA APERTURA DE POZOS EN TERRENOS ARENÁCEOS

Aunque someramente (por lo poco que se aplican en España), vamos a indicar algunos procedimientos empleados para abrir pozos en arenas movedizas, usados con éxito en Europa y Africa.

El pozo llamado abisinio (porque en los arenales de Abisinia se empleó con mucha frecuencia y sigue siendo abierto por los franceses en el desierto de Sahara) supone la existencia de un manto acuífero de mucha extensión a poca profundidad (fig. 9.^a)

Se emplea para la perforación un tubo de hierro o acero de pequeño diámetro (5 a 10 centímetros), terminado en punta aguda y perforado en toda su longitud por pequeños taladros de 0,5 a 5 milímetros. A este tubo se pueden atornillar otros iguales, hasta alcanzar la longitud necesaria para llegar a la profundidad que se desea.

Se hace descender estos tubos por medio de una cabria, que lleva un polipasto colgado de un gancho situado en el punto en que se unen los tres pies que forman el aparato.

Por las gargantas de las poleas de este polipasto cruzan dos cables sujetos por un extremo al peso *p* que se añade al de los tubos para hacerlos descender e hincarlos en las arenas.

Una vez incado uno de los tubos, se le atornilla otro, y así se continúa hasta alcanzar la profundidad deseada, que nunca pasa de 10 a 12 metros.

Llegada la punta aguzada de los tubos al límite marcado, se aspira el agua por medio de una bomba a brazo.

Con el agua suele salir una cierta cantidad de arena, que invade el tubo, disminuyendo poco a poco

esta cantidad hasta alcanzar un estado de régimen, en cuyo caso ya está el pozo dispuesto para su disfrute. Esta disminución de arena en el agua que suministra el pozo es debida a una oquedad que se forma en la zona en que el agua es aspirada, conforme indica la figura adjunta.

Es muy raro que estos pozos, llamados también instantáneos (por la rapidez con que se ejecutan), suministren agua sin arena; pero aun con ellas, y por medio de una sencilla filtración, proporcionan líquido suficiente a hombres y animales de una caravana o de una pequeña partida militar en regiones tan faltas de manantiales como son los vastos desiertos de Africa.

En nuestro país pudiera tener aplicación este procedimiento en ciertas regiones costeras del Mediodía y Levante, como parte del litoral del Mediterráneo y la costa de la provincia de Cádiz.

Los arrastres de arenas se han procurado evitar por varios métodos, cuando se trata de labores permanentes y no accidentales, como son los pozos abisinios; pero de todos ellos el mejor estudiado y más económico es el empleado en Holanda por el ingeniero Van-Hanselt.

Este método consiste en lo siguiente, que copiamos de la obra de los señores M. Debauxe et Imbeaux:

Un cilindro de palastro de acero de 30 centímetros de diámetro (fig. 10), montado sobre una base cilíndrica de madera de 10 a 15 centímetros de espesor *B*, se llena de cascajo silíceo o calizo compacto y forma el filtro, en cuyo centro se encuentra el tubo de aspiración *e*.

El cilindro está cerrado en su boca superior por una tapa de madera del mismo espesor que la de la base; una varilla de hierro *e f*, atornillada en la base, atraviesa la tapa superior y se mantiene fija por medio de una tuerca.

En la parte exterior, y según dos generatrices del cilindro, se colocan dos tubos perforados que comunican por sus extremos superiores e inferiores con dos anillos formados de tubo perforado.

Este sistema de anillos y tubos verticales es el destinado a hacer descender el conjunto, inyectando en ellos agua a presión, la cual, al salir en forma de dardo por cada uno de los taladros de los tubos, disloca el terreno, formado, como hemos dicho, por arenas movedizas, las cuales, al ser desalojadas de su posición por el agua, dejan espacio libre por el cual descende el conjunto, que, como siempre, está pendiente de una cabria.

Cuando el tubo principal, con todos los órganos que le acompañan, ha alcanzado la profundidad deseada, se quita la tuerca *e*, se desatornilla la varilla *e f* del fondo y se saca al exterior, así como el cilindro exterior y la tapadera, quedando dentro el filtro y el tubo perforado. En el interior de este tubo se introduce la alcachofa y manga de una bomba, con la cual se aspira el agua, que sale filtrada y clara.

Como puede apreciarse, este método no es otra cosa que una variante más económica que el sistema de encubado filtrante de Lippmann, el cual emplea como filtros placas porosas de gres, de construcción especial y de composición distinta y adecuada al terreno sabuloso en el que han de servir. Este último sistema dió muy buenos resultados en el captado de aguas destinado al abastecimiento de Rambouillet; pero su carestía lo hace impropio para nuestro caso, en el cual la economía debe presidir en la elección de procedimiento. Además, el método del encubado filtrante exige la previa apertura de un pozo corriente, en cuyo fondo se abre el pozo especial que lleva el encubado, descendiendo a él el armazón metálico cuyas paredes están formadas por las placas filtrantes.

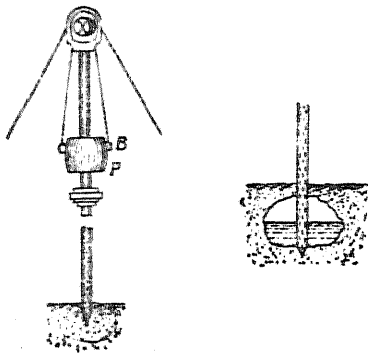


Fig. 9. — Pozo abisinio

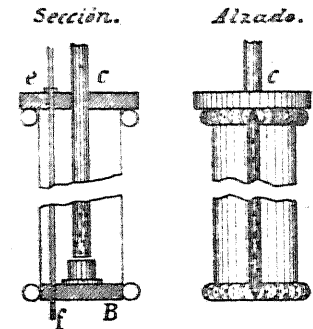


Fig. 10. — Pozo Van-Hanselt

7. VENTILACIÓN

El último servicio que debe preverse en la apertura de un pozo es el de ventilación, no sólo para purificar el aire que respira el obrero, viciado por la permanencia del mismo en la excavación, sino para expulsar los productos gaseosos de la pega de barrenos, que cuando se emplea la dinamita son venenosos.

En un pozo el tipo de ventilación que debe emplearse es el que absorbe aire y gases de la excavación, es decir, ventiladores deprimógenos, estableciéndose la corriente de aire viciado por el interior de un tubo de palastro que se coloca en las paredes del pozo, y la de aire fresco que va a substituir al que sale por el tubo por todo el resto de la excavación.

Dada la pequeña profundidad que suelen tener los pozos ordinarios, suele no necesitarse ventilación artificial para su apertura, por no presentar cambios de dirección que hagan experimentar pérdidas de carga a la corriente natural; pero en la apertura de galerías que arrancan de un pozo suele ser necesario el empleo de ventiladores.

Al indicar las labores precisas para describir "cómo se hace una fuente" indicaremos los tipos de ventiladores más convenientes, pues en esta clase de obras tienen más adecuado empleo.

8. BROCAL

Finalmente, terminada la apertura del pozo y su revestido, se protege su boca con un brocal, no sólo para evitar que el personal y ganado puedan tener la desgracia de caer al interior, sino para que no ensucien el agua del pozo las piedras y tierras rodadas de la superficie, ni las aguas vivas que pueden arrastrar en suspensión materias perjudiciales al agua de consumo.

Suele ser generalmente de ladrillo con mortero de cal y afectar forma análoga a la sección del pozo.

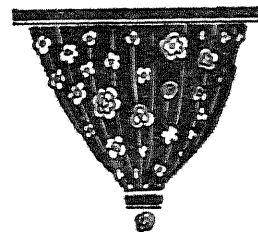
Cuando se hace de ladrillo o mampostería y de sección circular, se establece un andamio formado por dos largueros sobre la boca del pozo, y sobre estos dos durmientes se clavan tablas de bastante espesor para que resistan, no sólo el peso de un hombre, sino el de los materiales que han de gravitar sobre él.

Se dibuja el contorno del paramento interior y se sienta el ladrillo o la mampostería, paramentando bien esta cara interna del pozo rejuntando con todo esmero, pues suele dejarse al descubierto. La cara externa o extradós del cañón circular debe enfoscarse de cal y enlucirse de cal blanca, quedando sin enfoscar la última hilada de ladrillo, que se coloca en forma de sordinas.

En este brocal es donde se recibe el marco de hierro que lleva la garrucha de donde penden los cubos por medio de una cuerda de cáñamo o esparto, o donde se empotran las viguetas que han de soportar la bomba, cadena-hélice, máquina-rosario, etc., etc.

Cuando se dispone de buenos sillares, el brocal se construye con cuatro de estas piezas, grandes, lisos y bien engrapados.

Precio de ejecución de los pozos.—Prescindimos de la exposición de todo dato numérico y proyecto de presupuesto de la ejecución de un pozo, por la imposibilidad de fijar actualmente constantes para los valores de las unidades de obra y de los materiales empleados.



ÍNDICE

I

GENERALIDADES

1. FORMA Y DIMENSIONES.....	4
2. CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE UN POZO.....	4

II

CLASIFICACION DE LOS TERRENOS PARA SU PERFORACION

1. TERRENOS DUROS.....	6
a) Útiles de trabajo a mano.....	6
b) Útiles para el ataque por los explosivos.....	7
2. MARCHA DE LA EXCAVACIÓN.....	8
3. ATAQUE POR MEDIO DE EXPLOSIVOS.....	11
a) Elección del explosivo.....	13
b) Rendimiento de los explosivos.....	14
c) Situación de los barrenos.....	14
d) Cálculo de la carga de un barreno.....	15
e) Atacado de barrenos.....	16
f) Cámara de aire.....	18
4. TERRENOS MEDIANAMENTE DUROS.....	18
a) Fortificación.....	19
b) Entibación provisional.....	22
5. TERRENOS INCONSISTENTES.....	24
a) Espesor de la fortificación.....	26
b) Desagüe.....	27
6. MÉTODOS ESPECIALES PARA TERRENOS ARENÁCEOS.....	27
7. VENTILACIÓN.....	30
8. BROCAL.....	30

Páginas.

67. Juan Marella. — LIMPIEZA Y CONSERVACIÓN DE BODEGAS.	
68. Félix Sánchez. — LOS SIGNOS TÍPICOS DE LA ENFERMEDAD.	
69. Juan Ruiz Folgado. — LA PESTE PORCINA.	
70. Domingo Aisa. — CIELO Y MONTA DEL GANADO.	
71. Carlos Santiago Enriquez. — LAS VACAS SUIZAS Y HOLANDESES EN ESPAÑA.	
72. José Orensanz Melino. — CABALLO Y YEGUA DE TRABAJO.	
73. Luis Saiz. — CÓMO SE ELIGE UN TORO SEMENTAL.	
74. Federico Dereste. — EL CARACOL: SU EXPLOTACIÓN.	
75. Victoriano Medina y Ruiz. — ESQUELETO Y LAVADO DE LANAS.	
76. Lúisio Andreu. — EL COMERCIO DE ACEITES EN ESPAÑA.	
77. Rafael Font de Mora. — COMERCIO DE MARIANJAS Y FRUTAS FRESCAS.	
78-79. José Sánchez Pérez. — LIBRO DE AGRICULTURA DE ABUZACARIA.	
80. Sadi de Buen. — EL PLUIDISMO EN EL CAMPO.	
81. Carlos Pi y Suñer. — BOMBAS CENTRIFUGAS PARA RIEGO.	
82. Julián Pascual Dodero. — CÓMO SE LEVANTA UN PLANO.	
83. M. Lorenzo Pardo. — APOYO DE CORRIENTES.	
84. Pascual Carrión. — LA GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS.	
85. Luis de Hoyos Saiz. — FERTILIDAD DE LAS TIERRAS.	
86. Nicolás Sama. — TORMENTAS Y GRANIZADAS.	
87. Francisco Rivas Moreno. — LAS CAJAS RURALES.	
88-89. Demafilo de Buen. — SERVIDUMBRES RURALES.	
90. José Cruz Lapazarán. — LABORES PROFUNDAS.	
91. Félix Carmona. — CÓMO SE PREPARA LA TIERRA PARA RIEGO.	
92-93. Leandro Navarro. — LAS FLAGAS DE LANGOSTA.	
94. Joaquín de Pitarque y Elio. — LOS TRÉBOLES.	
95. Ricardo de Escariz. — LA VEZA PARA FORRAJE.	
96. J. Santamaría e Ignacio Amargán y Vidal. — FLORES EN TUESTO.	
97. Jests Uebte. — EL BOULE.	
98. Fernando Sajera. — APOYO Y EVALUACIÓN DE ÁRBOLES.	
99. Lris Veléz de Medrano. — EL HAYA.	
100. Diego García Montero. — LA BATATA Y EL MONIATO.	
101-2. Jorge Menéndez y Juan Hernández Ramos. — EL PLÁTANO: CULTIVO Y COMERCIO.	
103-4. Guillermo Benavent. — FABRICACIÓN DE VINAGRES.	
105. Claudio Oliveras. — LA VENDIMIA.	
106. Juan Bort. — LA VIRUELA CAJINA.	
107. Andrés Hleria. — LA DESINFECTACIÓN EN GANADERÍA.	
108-9. Eusebio Melino. — LA LEONIA DE LOS ANIMALES.	
110. Ventura Alvarado. — LEONERIAS COOPERATIVAS.	
111. José García Bengoa. — PRODUCCIÓN DE CARNE: CERO.	
112. Ramón J. Crespo. — CERO Y PREPARACIÓN DE AVES.	
113-4. Jesús Navarro de Palencia. — COMERCIO DE TRIGO.	
115. Demofilo Pons. — CUENTAS AJUSTADAS.	
116. Zacarías Salazar. — MENCIONES Y APOROS AGRICOLAS.	
117. Sasi de Buen. — LA TRIQUINA Y LA SOLITARIA.	
118-9. L. de Hoyos Saiz. — ESPAÑA AGRÍCOLA: GALICIA.	
120. T. Leal Crespo. — PRIMEROS AUXILIOS EN ENFERMEDADES Y ACCIDENTES.	
121. Perez Cossio. — CÓMO SE BUSCA Y HACE UNA FUENTE.	
122. G. Quijano. — ACEQUIAS Y REGUERAS.	
123. E. Fernández Gallano. — CÓMO SE ALIMENTAN LAS PLANTAS.	
124. Julio Utrilla. — LOS FRUTOS Y SU MADURACIÓN.	
125. M. Lorenzo Pardo. — CÓMO SE DEPENDEN LAS AGUAS PARA RIEGO.	
126. Angel de Torrejón y Boneta. — DESLINDES Y AMONAJAMIENTOS.	
127. J. de la C. Lapazarán. — CÓMO SE HACE UN ESTERCOLEO.	
128-9. Ricardo García Merce. — LUCHA CONTRA LOS INSECTOS.	
130. Juan J. Fernández Uquiza. — CULTIVO DE CEBOLLAS Y AJOS.	
131. E. Miega. — EL TRIGO DE PRIMAVERA.	
132-3. Juan M. Priego Jaramilla y Juan J. Fernández Uquiza. — CERREZOS, GUINDOS Y CIRIBEBOS.	
134. J. Ximénez Embán. — EL MONTE BAJO.	
135. Fernando Barbó. — EL ESPARTO Y SU EXPLOTACIÓN.	
136. Bachal. — EL CHOPO: VARIEDADES Y EXPLOTACIÓN.	
137. José del Cañizo. — EL RÍCINO: CULTIVO Y UTILIZACIÓN.	
138. Jesús Navarro de Palencia. — ANÁLISIS COMERCIAL DE VINO.	
139. R. Sala. — CONSERVA DE FRUTAS AL NATURAL.	
140. Publio F. Coderque. — LAS ENFERMEDADES DE LAS AVES.	
141. Rafael Castejón. — CRÍA Y RECRÍA DEL POTRO.	
142. Manuel Medina. — ORDEÑO Y CONSERVACIÓN DE LA LECHE.	
143. M. Medina. — PRODUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE HUEVOS.	
144. T. José Trigo. — MIELES Y CERAS: EXTRACCIÓN Y PREPARACIÓN.	
145-6. Germán Bernacer. — COMERCIO DE VINOS.	
147. Ricardo de Escariz. — CÓMO SE DETERMINA EL PRECIO DE COSTE.	
148-9. L. Hoyos Saiz. — RIQUEZA AGRÍCOLA DE ESPAÑA.	
150. M. Medina. — RIQUEZA GANADERA DE ESPAÑA.	

**PUBLICACIONES
AGRICOLAS Y PECUARIAS
DE
ESPASA-CALPE, S. A.**

Dirigidas por L. DE HOYOS SAINZ,
con la colaboración de

Ingenieros Agrónomos, Ingenieros de Montes, Profesores Veterinarios, Ingenieros de Caminos, de Minas e Industriales, Ingenieros y Peritos agrícolas, Agricultores y Ganaderos prácticos. Catedráticos de Universidad e Instituto, Profesores de Escuelas de Comercio y otras Especiales, Jefes de cultivo, de laboratorio y fábricas.

BIBLIOTECA AGRÍCOLA ESPAÑOLA

Tratados generales: en tomos de 320 páginas.
Tratados especiales: en tomos de 160 páginas.
Con grabados y láminas en color y en negro.

CATECISMOS DEL AGRICULTOR Y DEL GANADERO

Folleto de 32 páginas, con grabados y láminas tiradas aparte.

Los tres grupos de publicaciones desarrollados en las siguientes series:

- | | |
|---|---|
| I.—Ciencias precedentes. | IX.—Nuevos cultivos y de América. |
| II.—Ciencias fundamentales naturales. | X.—Industrias agrícolas. |
| III.—Ciencias económicas, sociales y jurídicas. | XI.—Zootecnia y Veterinaria. |
| IV.—Agronomía y Agricultura general. | XII.—Ganadería. |
| V.—Patología vegetal. | XIII.—Industrias zógenas. |
| VI.—Cultivos herbáceos. | XIV.—Comercio y Administración rurales. |
| VII.—Cultivos arbóreos. | XV.—Estudios generales y especiales. |
| VIII.—Selvicultura. | |