

# WIDIA

Por JOSE JUAN-ARACIL, Ingeniero de Caminos.

*Pudiera decirse del presente artículo que es una lección de la asignatura "Maquinaria Auxiliar de Obra", explicada en esta Escuela por su competente Profesor D. José Juan-Aracil. La novedad del tema y las extensas documentación y experiencia recogidas, nos han movido a su publicación.*

**HISTORIA.** — Al finalizar la primera guerra mundial se produjo una gran escasez de diamantes, teniendo dificultades los fabricantes alemanes de bombillas eléctricas, en procurarse hileras, para el estirado de hilo de tungsteno. En el año 1923, la casa Osram, de Berlín, logró producir un metal que sólo era superado en dureza por el diamante. El consorcio Krupp adquirió posteriormente la patente, y en la feria de Leipzig, de 1927, este producto fué presentado por primera vez al público bajo el nombre de Widia (*wie diamant*). Actualmente se produce en numerosos países.

**COMPOSICIÓN.** — La widia es un carburo cementado de tungsteno, producto de la metalurgia, en polvo. Está caracterizado por una combinación de una excelente resistencia al desgaste y una gran dureza, cuyas propiedades retiene a temperaturas de trabajo relativamente elevadas.

El carburo de tungsteno, de fórmula química WC, se produce con polvo de tungsteno metálico, mezclado con negro de humo. El producto comercial final, carburo cementado de tungsteno, se consigue cementando los cristales de carburo de tungsteno con un metal blando conglomerante, principalmente cobalto. Variando el tamaño de los cristales y la cantidad de cobalto, puede variarse también, dentro de ciertos límites, la dureza y tenacidad de la widia, obteniéndose calidades adecuadas para diferentes fines. La composición que se ha mostrado más adecuada para perforaciones, tiene un 90 por 100 de carburo de tungsteno y un 10 por 100 de cobalto. Con un contenido de un 6 por 100 de cobalto se consigue la máxima dureza. Se comprende plenamente esta asociación y variación de cualidades del producto resultante, teniendo en cuenta que el carburo de tungsteno es duro y relativamente frágil, y el cobalto es blando y relativamente resistente; de la proporción en que mezclamos conseguiremos reducir la dureza, aumentar la resistencia y disminuir la fragilidad. Influye también el tamaño de los cristales de carburo de tungsteno. Una estructura de grano fino tiene mayor dureza y mejor resistencia al desgaste, pero tiene menor resistencia al choque que una estructura de grano grueso. En los productos comer-

ciales el tamaño de los granos varía entre algo menos de 1 micrón y máximo de 15 micrones.

El polvo de carburo de tungsteno se mezcla íntimamente con cobalto en un molino de bolas, siendo luego moldeada la mezcla de polvo a alta presión y finalmente incrustada en atmósfera reductora a temperaturas del orden de 1 400 a 1 500° C. Durante el incrustado el cuerpo compacto de polvo comprimido se convierte en un cuerpo sólido y sufre una reducción de volumen del 40 por 100 aproximadamente.

La widia, por ser un producto cerámico, no puede ser forjada ni templada. Es importante tener presente esto en su empleo.

**PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS: DUREZA.** — Influye en la dureza la proporción de cobalto. La máxima dureza se consigue con un contenido de cobalto del 6 por 100 y es de unas 1 800 unidades Brinell (esfera de 10 mm. y carga de 3 000 Kg.). Las bocas de acero mejor endurecidas alcanzan una dureza de unas 600 unidades Brinell; es decir, la dureza de la widia es tres veces mayor. En la escala Rockwell C (cono de diamante de 120° de ángulo y 150 Kg. de carga de prueba), varía de 67 a 82, y entre 9 y 9,2 en la escala de Mohs. No es influida por el manejo en caliente, no notándose variación hasta los 600°.

**RESISTENCIA AL DESGASTE.** — Es la propiedad más importante después de la dureza; llega a ser de 12 a 20 veces superior a la del acero rápido y 12 veces superior que el acero endurecido y recocido. Comparadas con las bocas de acero, tienen una vida de 10 a 20 veces superior.

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ESFUERZO CORTANTE.** — La resistencia a la compresión llega a 10 000 Kg./cm.<sup>2</sup>; la resistencia al esfuerzo cortante, a 28 000 Kg./cm.<sup>2</sup>, y la resistencia a la flexión varía entre 16 000 y 20 000 Kg./cm.<sup>2</sup>, lo suficientemente elevada para que las cuchillas puedan resistir en buenas condiciones el trabajo a flexión de sus extremos.

La resistencia al choque no es despreciable, aunque sí relativamente baja, y ésta es la razón por la que algunos fabricantes entregan con la barrena una funda de madera e indican la conveniencia de llevarlas de

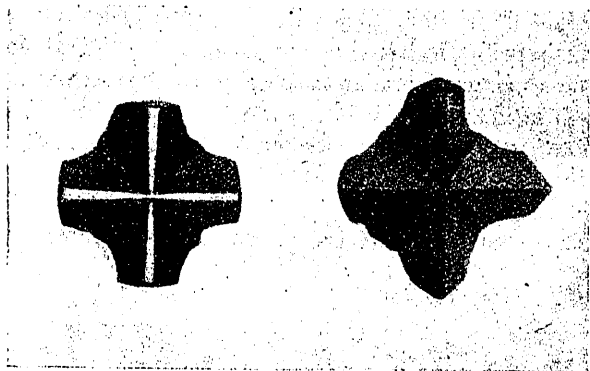


Figura 1.ª

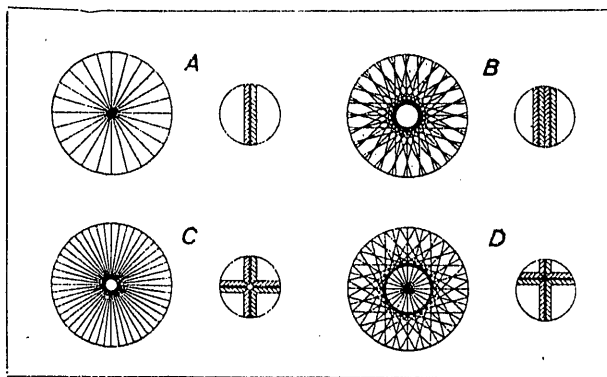


Figura 2.ª

modo que al dejarlas caer sobre el suelo se apoyen por la espiga y collar y no por la boca.

**RESISTENCIA AL CALOR.** — Hasta para temperaturas de 600° no se nota una disminución importante en la dureza. De modo que no importa el calentamiento en el caso de perforación, por no llegar a 200° la temperatura que alcanzan las bocas. Debe de evitarse un enfriamiento rápido de la boca; por ejemplo, sumergiendo la barrena en agua o nieve, pues si se hace esto la widia se raja fácilmente.

El coeficiente de dilatación lineal es, aproximadamente, la mitad que el del acero, y esto hace que el proceso de engaste sea delicado.

**TIPO DE BOCAS.** — En la elección del tipo de boca se trata de encontrar una combinación que nos dé el máximo rendimiento con el mínimo desgaste. Influyen en ella la impresión o figura del golpeo, el tipo de boca posible desde el punto de vista de ejecución y afilado, la disposición de la boca referente a la fácil evacuación de los productos triturados y el ángulo de corte.

**IMPRESIÓN O FIGURA DEL GOLPEO.** — La forma de desgastarse las bocas puede darnos una idea muy clara del comportamiento. Observemos una cuchilla en cruz bien forjada, empleada en la perforación de areniscas (fig. 1.ª). Se ve un mayor desgaste en la periferia que en el centro. Se puede formar una imagen demostrativa del proceso de desgaste cuando se conoce la figura representativa del golpeo, lo que fué realizado por vez primera por el Dr. Bammer.

La figura 2.ª indica las figuras representativas del golpeo en cuatro tipos de bocas. La figura 2.ª, A, muestra la de la boca en bisel, con una gran densidad de incisiones en el centro y una zona exterior menos trabajada. La figura 2.ª, B, muestra el caso de la boca en doble bisel, en la que se ven numerosas y pequeñas zonas de trabajo, faltando por completo en el centro. La boca en cruz (fig. 2.ª, C) muestra numerosas y pequeñas zonas de trabajo, siendo, por lo demás, aná-

loga a la boca en bisel. En el caso de cruz excéntrica, aparece una zona central, como en el bisel, y una zona exterior con muchas zonas de trabajo entrecruzado.

Tendiendo a la formación del agujero circular y a evitar la forma triangular que se produce a veces en la boca bisel o pentagonal, en la boca en cruz se buscó la boca asimétrica. El análisis de las figuras del golpeo resuelve la elección por mayor homogeneidad y evitación de reiteraciones en las incisiones a las bocas simples en bisel o cruz.

**TIPO DE BOCA POSIBLE DESDE EL PUNTO DE VISTA DE EJECUCIÓN Y AFILADO.** — Las plaquitas de las cuchillas deben de tener bien protegidas las superficies laterales, para que no estén sujetas a un esfuerzo de flexión demasiado fuerte; por esta razón no se pudo realizar en widia la boca en Z. Igualmente hay que tomar en consideración la facilidad del reafileado. Por esta causa hay que desechar las bocas de muchos filos.

**FACILIDAD DE EVACUACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE TRITURACIÓN.** — Reviste en las bocas de widia la mayor importancia, ya que, debido al mayor avance en la perforación, se produce en la unidad de tiempo mayor cantidad de polvo, que debe de ser retirado rápidamente. Interesan grandes canales de evacuación; volvemos por ello a caer en las formas simples bisel y cruz. Lo mismo que la expulsión del polvo, debe de tenerse en cuenta el barrido por agua. También en este caso se cometen equivocaciones por la mala posición de los orificios de expulsión y una inadecuada magnitud.

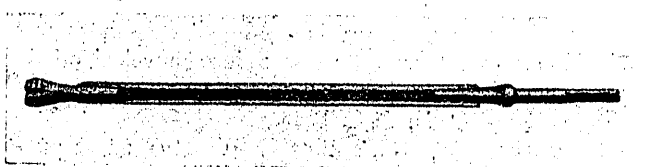


Figura 3.ª

**ÁNGULO DE CORTE.** — En las bocas de widia debe de ser distinto que en las de acero, por la sensibilidad a la flexión y choque de la widia. Como valor más adecuado se toma: para rocas duras, el de  $100^\circ$  como mínimo, y para medianamente duras,  $90^\circ$  como mínimo.

**BOCAS O BARRENAS.** — No hay orientación precisa respecto al empleo de bocas recambiables o barrenas;

cerlas de 29 mm. Además, el perfeccionamiento en la ejecución de barrenas con engaste de widia es tal, que están equiparadas la boca y barrena en cuanto a duración, y el afilado es tan sencillo que hace innecesario el transporte, pues puede afilarse en la misma obra.

Indican los partidarios de las bocas en favor de éstas y en contra de las barrenas, lo siguiente: "Se

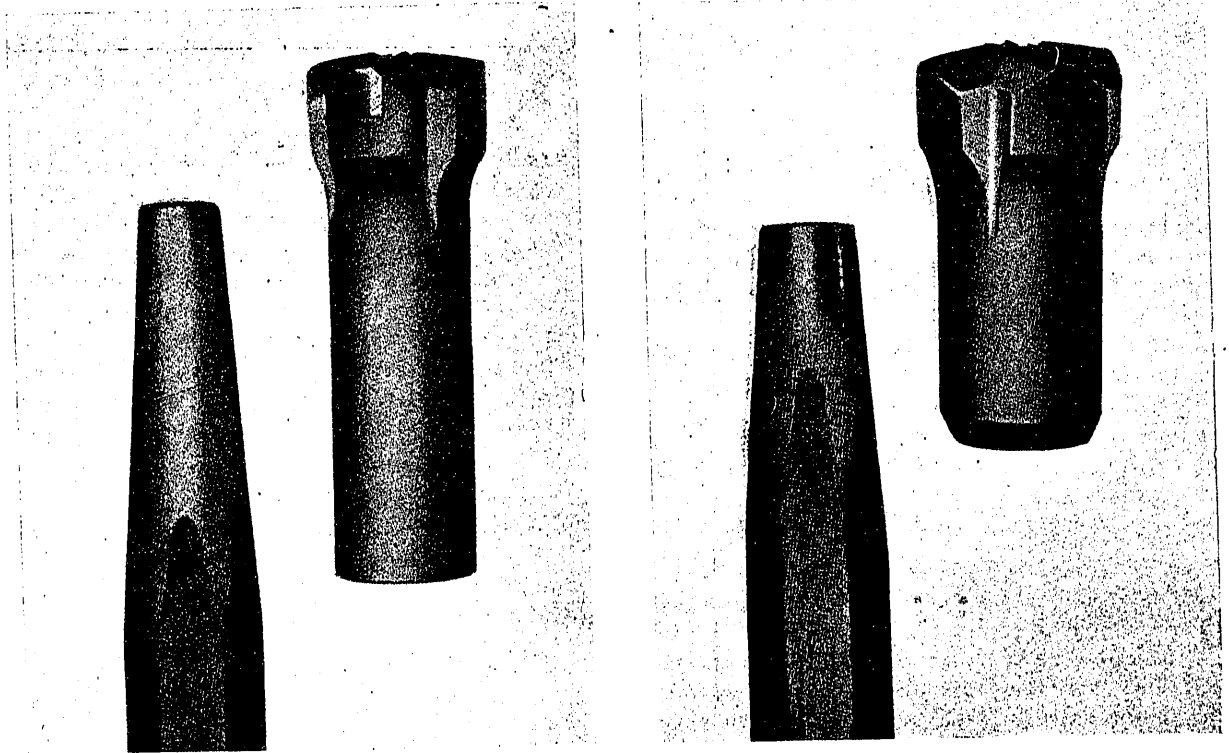


Figura 4.<sup>a</sup>

hay casas que se inclinaron por las bocas, y otras, por las barrenas.

Aducen los que fabrican barrenas, en pro de las mismas y en contra de las bocas: "Toda unión constituye un factor debilitador que no debe de ser introducido sin imperiosa necesidad. La unión significa pérdida de eficiencia, ya que, al calentarse, absorbe una parte de la capacidad de percusión de la máquina".

En las bocas sueltas, la unión siempre hace que el diámetro sea mayor, lo que reduce la velocidad de perforación. Ésta es inversamente proporcional al cuadrado de la sección de la boca.

Para barrenas de 22 mm. de diámetro, no se pueden fabricar bocas recambiables de diámetro inferior a 38 mm., mientras que en barrenas enteras cabe ha-

garantizar mejor el material de las bocas y su adecuado tratamiento térmico".

**TIPOS DE UNIÓN.** — La unión de la boca a la barrena se ha realizado de distintas formas:

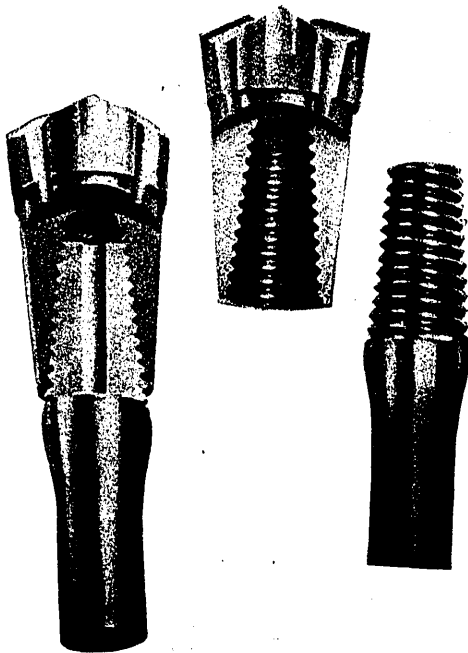
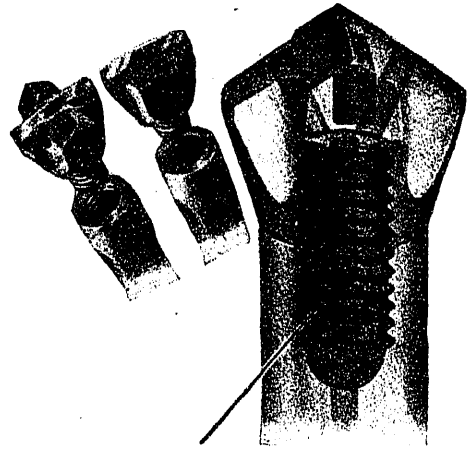
*Unión de cono macho liso.* — La casa alemana Meusch Voigtländer & C<sup>o</sup> emplea como elemento transmisor un tubo que tiene un diámetro exterior de 28 a 30 mm. y un diámetro interior de 16 mm., con resistencia a la tracción de 60 a 70 Kg./mm.<sup>2</sup>. A éste se unen por presión (fig. 3.<sup>a</sup>): por un lado, la boca, y por otro, la pieza portadora del collar y la espiga con insertos troncocónicos. Ofrece este tubo, según la casa, mejor resistencia a las vibraciones que la barrena corriente.

*Unión de cono hembra liso.* — La propugnan las casas inglesas Holman y Rip-bit. Consiste, como indica la figura 4.<sup>a</sup>, en el aguzamiento en el extremo de la barrena de un cono en donde entra a presión la boca. Hay dos tipos de cono, corto y largo, y la casa da instrucciones para la forja adecuada de los mismos, de lo que depende la vida de la boca.

*Unión de cono hembra roscado.* — Pertenecen a este tipo los dispositivos de unión de las casas Prager Böhler y Flottmann. La forma cónica ha mejorado la inmovilidad de la boca. Todas las tuercas, debido al sentido de rotación de los martillos, son *sinistrósum*. El desgaste de la tuerca es muy elevado en el caso de perforación húmeda.

La tuerca de la boca, que no tiene superficie de apoyo inferior, tiene que recibir los golpes, resistirlos y transmitirlos, y está sometida a una acción de desgaste que acelera la presencia de agua con polvo. Con las bocas con tuerca cónica hembra roscada y base de apoyo sobre la barrena, se ha conseguido un avance, al ser la base la transmisora de los golpes y ser la tuerca sólo elemento de unión inamovible. A este tipo de roscas pertenecen las nuevas Flottmann. La figura 5.<sup>a</sup> indica la unión Flottmann vieja, sin base de transmisión.

*Con núcleo cilíndrico atornillado en la barrena y base de apoyo.* — A este tipo pertenecen la Bertl alemana y las norteamericanas Timken y Kennametal.

Figura 5.<sup>a</sup>Figura 6.<sup>a</sup>

La base de apoyo mejora la transmisión de los golpes a la barrena.

*Con núcleo atornillado, roscado a la boca y barrena.* — Lo indica la figura 6.<sup>a</sup> y lo practica la casa inglesa Rip-bit; el núcleo es sólo elemento de unión, y la transmisión del golpeteo se hace directamente por la base de apoyo de la boca a la barrena.

*Núcleo embutido en la barrena y roscado en la barra.* — Lo emplea la casa Ingersoll-Rand en la boca, que realiza con la Carboly Steel o boca Carset. El núcleo es sólo elemento de unión (fig. 7.<sup>a</sup>), y la transmisión del golpeteo es directa de la boca a la barrena.

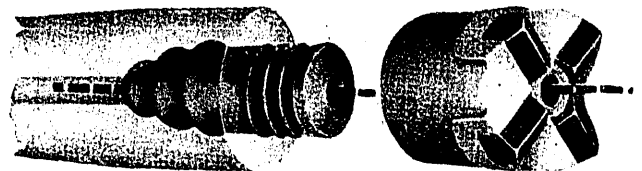
Caso de rotura de la barrena, puede adaptarse la boca a otra. La vida de la barrena es más corta que la de la boca.

Son más fáciles de transportar, almacenar y afilar y tienen menos peligro de lesionarse, en el transporte, por golpes.

Valen para todas las barrenas, cualesquiera que sean el collar y espiga.

**VOLUMEN DE PERFORACIÓN.** — Es de un 50 a un 60 por 100 menor empleando vidia que aceros corrientes.

Puede ilustrarse esta afirmación con un ejemplo: un barreno de 2,4 m. de largo y 29 mm. en fondo en magnitudes, se realizó de las tres maneras siguientes:

Figura 7.<sup>a</sup>

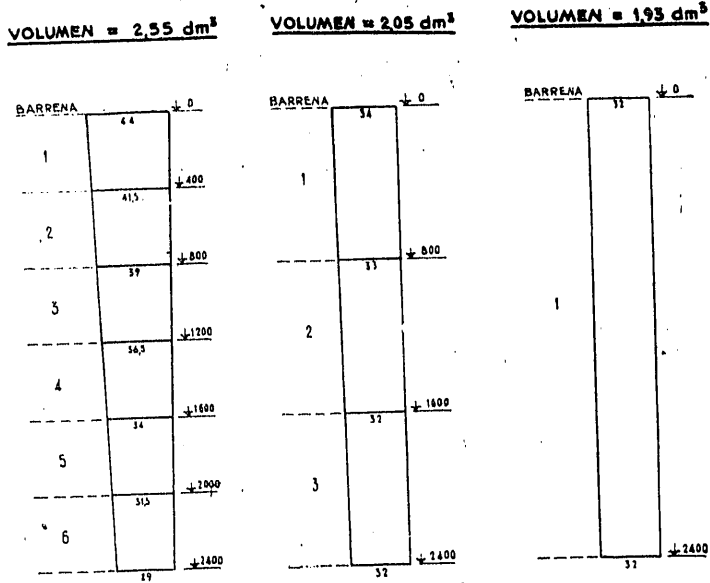


Figura 8.<sup>a</sup>

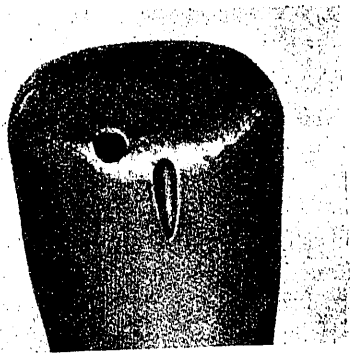


Figura 9.<sup>a</sup>

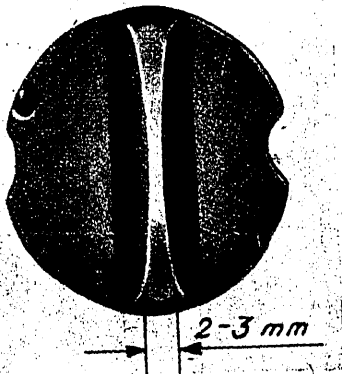
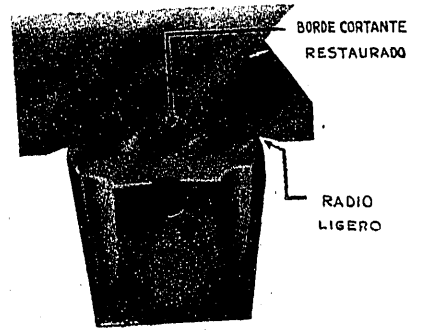
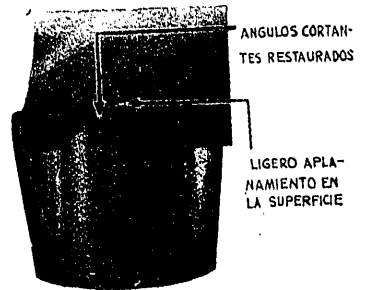


Figura 10.



ANGULOS LATERALES RESTAURADOS



CORTES DESGASTADOS  
GRAN RADIO EN ESQUINA

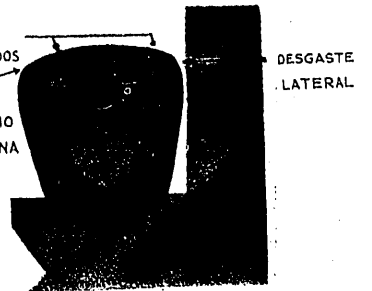


Figura 11.

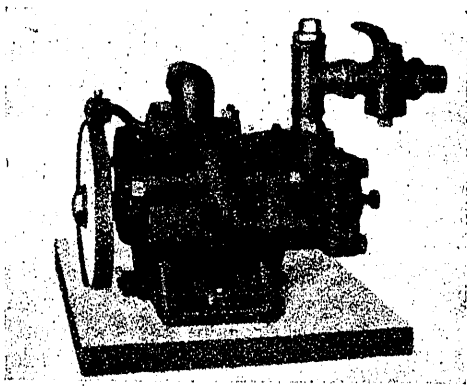
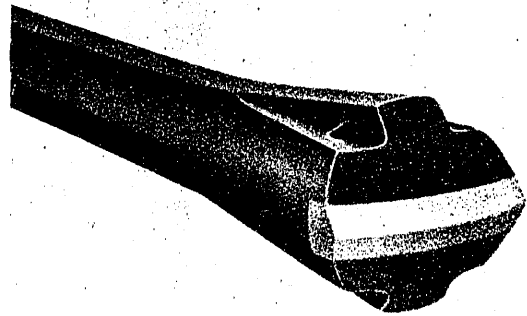
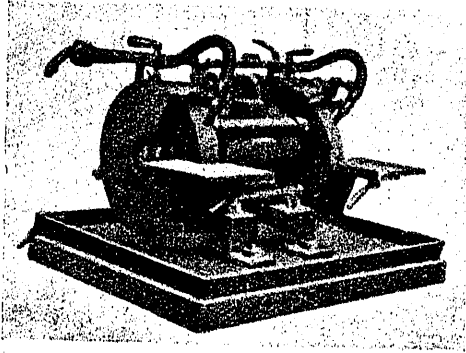


Figura 12.

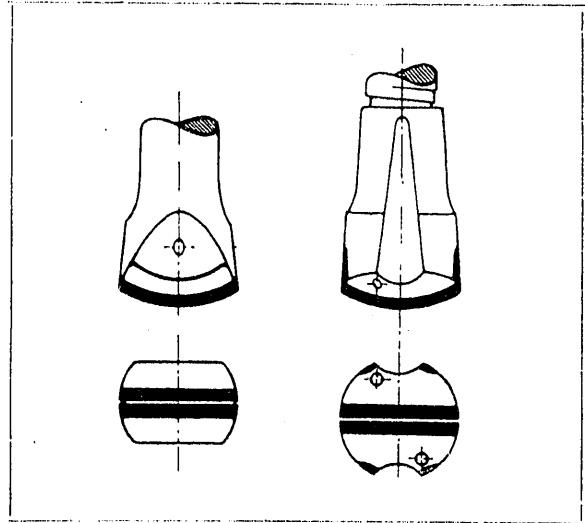


Figura 14.

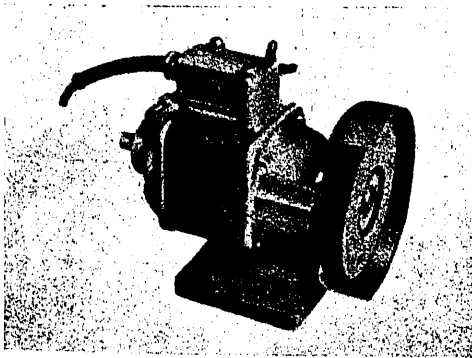


Figura 13.

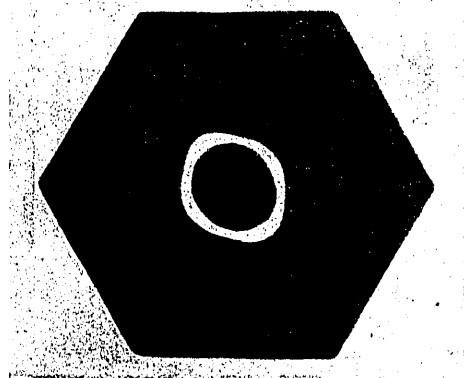


Figura 15.

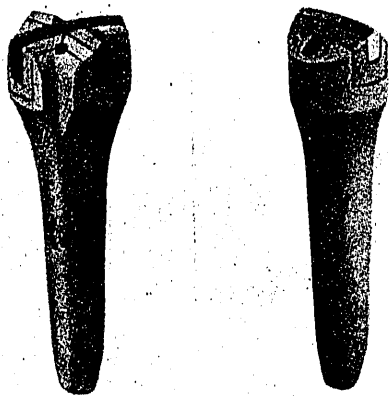


Figura 16.

1.ª Con seis barrenas de acero corriente, con calibres y longitudes útiles de barrena indicados a continuación:

Bocas .....	44	41,5	39	36,5	34	31,5 mm.
Largo útil.....	400	800	1200	1600	2000	2400 mm.

2.ª Con tres barrenas de widia de los siguientes largos y calibres:

Bocas .....	34	33	32 mm.
Largo útil.....	800	1600	2400 mm.

3.ª Con una barrena corriente para iniciar y desbastar y una de widia de 2400 mm. y boca de 32 mm.

Los volúmenes de perforación fueron (fig. 8.ª): 2,55, 2,05 y 1,93 dm.<sup>3</sup>, que están en la relación 1,24, 1 y 0,94; esto, en barrenas nuevas, y con calibre

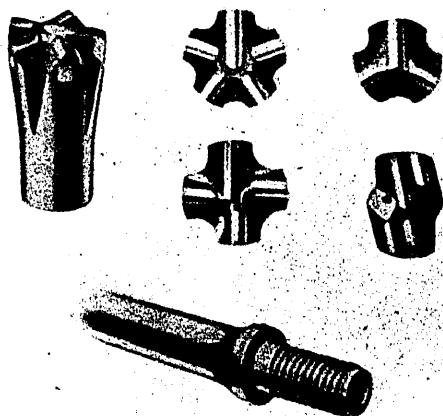


Figura 17.

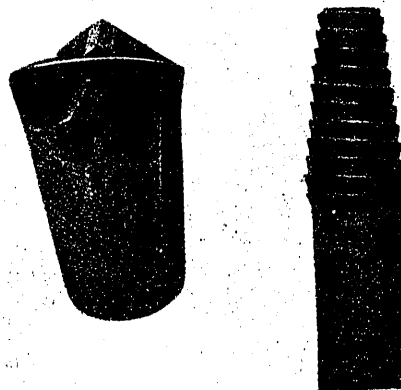


Figura 18.

final de 32 mm. en las de widia; si dicho calibre fuera de 29 mm., la relación sería 1,50, 1 y 0,94; se ve que el volumen de perforación es superior al 50 por 100 en el caso de barrenas corrientes.

VELOCIDAD DE PERFORACIÓN. — La velocidad de perforación no disminuye sino muy lentamente, por desgaste de la boca, en la widia.

En las clases de roca fáciles de perforar, el aumento de la velocidad es de 35 a 40 por 100, y en las de difícil perforación, de 65 a 70 por 100, siempre con idéntico diámetro de las bocas. En la explotación práctica, en que es necesario empezar con un diámetro mayor de las bocas para poder llegar con un cierto diámetro a una cierta profundidad, puede calcularse que el aumento total de la velocidad de perforación en las rocas difíciles de perforar llega hasta el 100 por 100 al emplear bocas de widia. Si a esto se añade que sólo es necesario llevar un número reducido de barrenas de widia al lugar de la perforación y que éstas

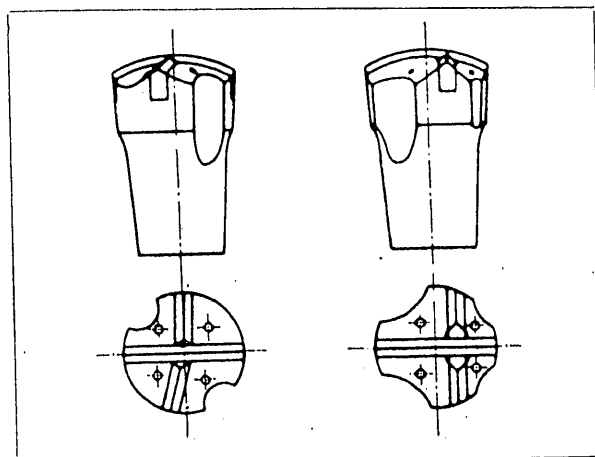


Figura 19.

tienen que sustituirse con menos frecuencia que las ordinarias de acero, el efecto bruto obtenido resulta todavía mayor.

En rocas blandas, como pizarras, pueden igualarse las velocidades de avance y aun disminuir cuando se emplea widia, ya que, en este caso, la retirada del polvo que produce la perforación influye de manera decisiva.

DESGASTES Y AFILADOS. — El proceso de desgaste de las bocas se manifiesta, en primer lugar, en que se redondean los extremos de las plaquitas (fig. 9.<sup>a</sup>), debido a que, en este punto, la velocidad periférica es mayor, así como el trabajo. A esto sigue el embotamiento de las aristas superiores, cuyo desgaste depende, en cada caso, del grado de dureza de la roca a perforar. Es también una causa de desgaste el que

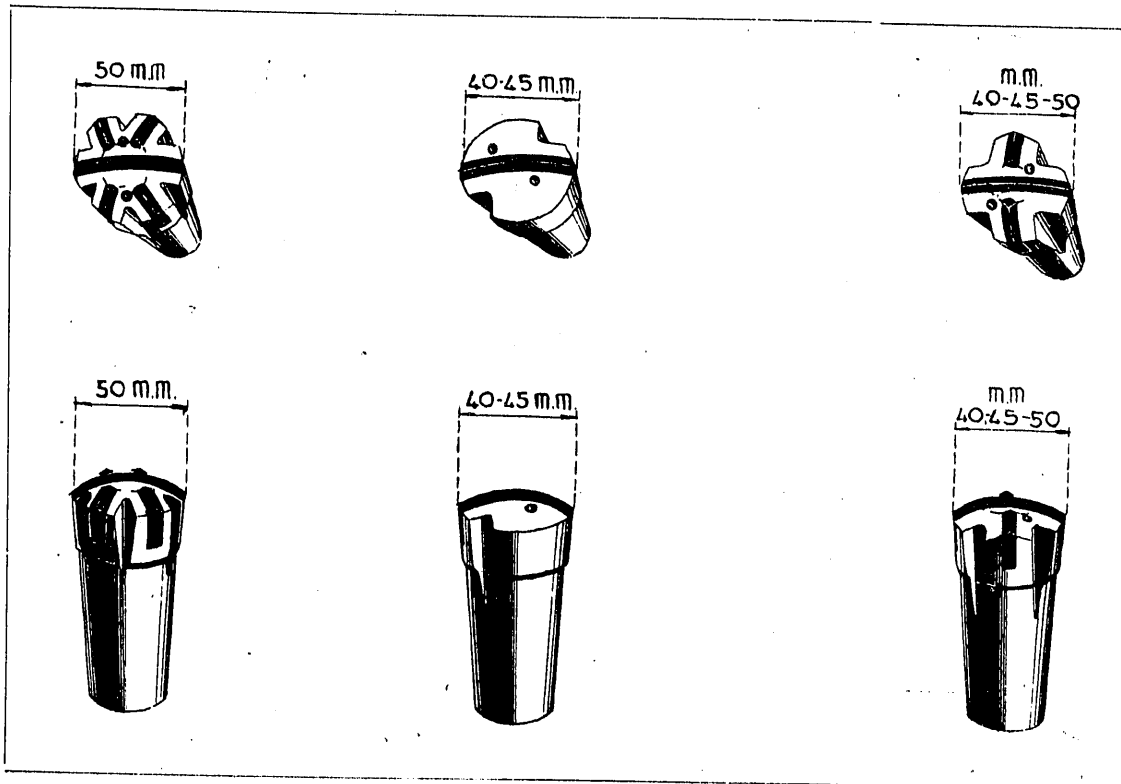


Figura 20.

TIPO DE MARTILLO. — Interesa martillo de percusión ligera y rápida, con un número de golpes por minuto que varía de 1 900 a 2 300, y algunos hacen llegar hasta los 3 000 ó 10 a 12 percusiones por vuelta. La presión máxima, del orden de 5,5 atmósferas, y el peso del martillo, variable, de 11 a 18 Kg. El esfuerzo de percusión, en m. Kg., del orden de 4 m. Kg.

Si llamamos:  $W$  = peso total del pistón y tuerca de rotación en Kg.;  $S$  = verdadera carrera de trabajo, en metros, y  $b$  = golpes por minuto;  $E$  = energía de percusión, en m. Kg., la energía de percusión viene dada, aproximadamente, por la fórmula de J. D. Ditson y A. D. Karr:

$$E = 0,00156 W S^2 G^2.$$

la boca, con los movimientos de la barra durante la perforación, deslice y frote con el fondo de la misma. Por regla general, el desgaste en el centro de la cuchilla es insignificante. En la práctica se reconoce que se ha pasado del grado admisible de desgaste, en que en la boca se forma una especie de doble cono (figura 9.<sup>a</sup>), se nota un frenado y disminuye el avance de la perforación. Con una grosera aproximación, se puede dar como límite de desgaste admisible el correspondiente a un desgaste de 2 a 3 mm. en las aristas superiores (fig. 10). A partir de esto se frena notablemente el avance de la perforación. Interesa que los constructores provean a los obreros de patrones sencillos, como indica la figura 11, mediante los cuales puedan veri-



ficar fácilmente el límite de desgaste y les sirva también para comprobar el término del afilado.

Se observa siempre que las bocas son empleadas *abusivamente*, lo que repercute desfavorablemente en su duración. El reafilado de los extremos de la boca limita el número de reafilados posible, y con ello el número de metros a perforar con la misma boca. Numerosas medidas del desgaste permiten afirmar que el *reafilado hace perder una cantidad de widia mayor que la perdida en la perforación.*

La merma en el calibre determina el momento en que debe desecharse la boca. Por ejemplo: si una boca tiene una anchura inicial de 41 mm. y en cada reafilado se pierde de 0,8 a 1 mm., incluyendo la pérdida de perforación, nos quedan disponibles, hasta reducir la anchura al mínimo admisible de, por ejemplo, 31.5 a 9,5 mm. Pueden realizarse de 10 a 12 reafilados.

La altura de las plaquitas viene a ser de 10 a 14 milímetros; permite efectuar de 12 a 15 reafilados. El desgaste en altura es, aproximadamente, la mitad que el desgaste lateral. Las plaquitas deben de tener una altura sobrante de 2 mm. por lo menos, ya que, caso contrario, se sueltan con facilidad del engaste. Como con una boca de widia puede alcanzarse, antes del reafilado, una profundidad de perforación de 15 veces la de una boca ordinaria de acero, y permite, como mínimo, unos 10 reafilados, el rendimiento comparativo es de unas 200 veces mayor.

AMOLADORAS Y MUELAS. — Para el afilado de las bocas suelen emplearse amoladoras neumáticas o eléctricas, de pedestal o de banco, que ocupan poco espacio

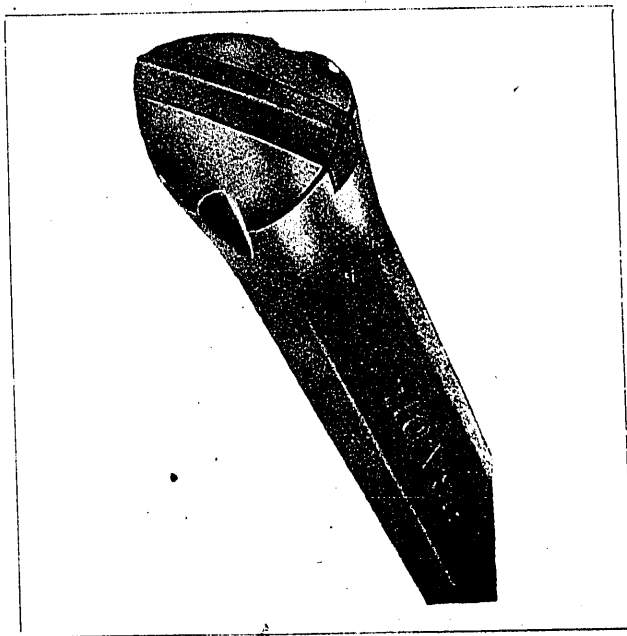


Figura 21.

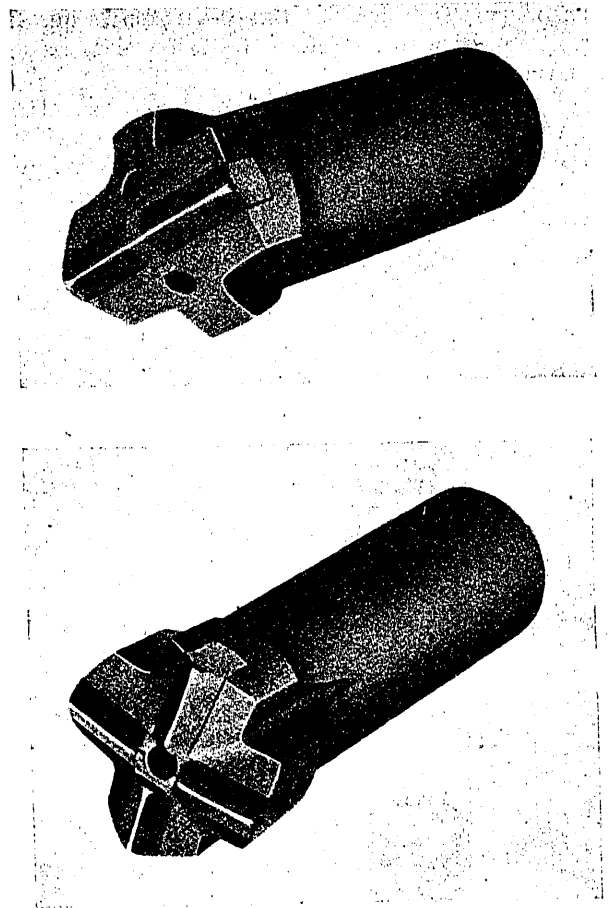


Figura 22.

y pueden colocarse muy cerca del frente de trabajo. La figura 12 indica unas amoladoras neumáticas, y la figura 13, una eléctrica. Se les acoplan muelas de carburo de silicio, de unos 20 cm. aproximadamente de diámetro, y 20 a 25 mm. de grueso, que giran de 3 000 a 3 600 r. p. m. El tipo de grano es de 46 a 60.

Normalmente no se emplea refrigerante durante el proceso de afilado.

Como promedio, pueden afilarse de 7 a 10 bocas por hora.

ASPECTO ECONÓMICO DEL EMPLEO DE BOCAS DE WIDIA. — Con el empleo de las bocas de widia se alcanzan rendimientos en la perforación mayores a los obtenidos con bocas de acero en un 35 al 40 por 100. La velocidad de avance en números redondos es, como mínimo, de un 20 por 100 superior, y como valor medio, de un 35 por 100. Estas ventajas son más acentuadas cuanto más dura es la roca a perforar. Junto a esto, el precio del metro de la perforación es, aproximadamente, igual al obtenido empleando bocas de acero.



Figura 23.

Como regla práctica y valor medio, donde una boca de acero perfora 1, una de widia perfora 100, y parece que se saca ventaja del empleo simultáneo de las dos, emboquillando con acero corriente y continuando con widia.

**TIPOS DE BOCAS Y BARRENAS CON WIDIA.** — Vamos a pasar revista a los tipos de bocas y barrenas conocidas, que no son todas las existentes, pues faltan en las estudiadas en distintos países y totalmente por desconocerlas, las francesas, belgas y holandesas.

**BOCAS Y BARRENAS DE WIDIA ALEMANAS.** — *Barrena Demag.* — La indicada en la figura 14 es en bisel y con un ángulo de corte de  $110^\circ$ . Como con esta forma no se garantizaba la conducción en la rotación, se hizo necesaria la forja de dos lóbulos laterales. Para prevenir la rotura por corrosión de la barrena, en donde se perfore con inyección de agua se suministran las barrenas con el alma ferrada de acero al cromo, como indica la figura 15.

*Barrenas Rumberg.* — Son macizas o huecas, con bocas en bisel y en cruz. Son de una pieza, con collar y espiga forjada en la barrena.

*Bocas Meutsch Voigtländer & Co.* — Las bocas (fig. 16) en cruz o bisel están formadas por la plaquita de widia engastada en un acero especial, y éste en el acero de la boca con forma ligeramente en cola de mi-

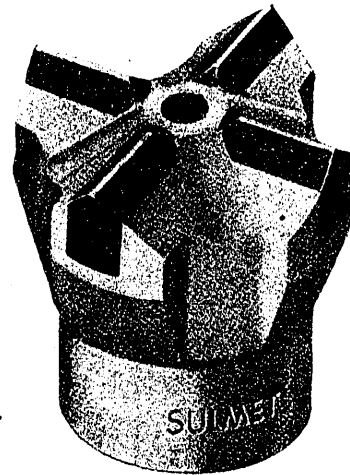


Figura 24.

lano o de base más ancha. Existen unos robustos canales de evacuación de residuos y el conjunto en tronco cónico con ángulo de  $3^\circ$ .

*Boca Bertl.* — La indica la figura 17. La unión es por boca roscada, cilíndrica, con base de apoyo. Con la idea de conseguir un desgaste menor y un avance mayor, realizó esta casa bocas pentagonales, en cruz asimétrica; en Y y en Z, como indica la figura 17.

*Boca Prager.* — Emplea en la unión rosca cónica, con filete en forma de sierra (fig. 18). El golpeo se transmite a través de la rosca. Las superficies de la tuerca que reciben los golpes son normales al eje. La boca es en cruz asimétrica.

*Boca Böhler.* — Emplea bocas en bisel y en cruz asimétrica (fig. 19), y en el caso de la boca en bisel

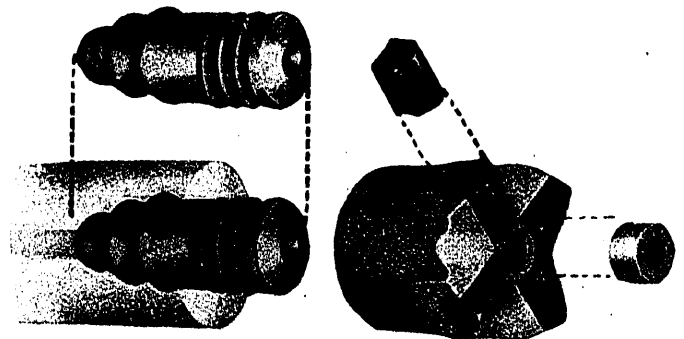


Figura 25.

ha reforzado la boca en cuatro puntos, con inserto de widia.

*Boca Flottmann.*— Suele ser de bisel, cruz o de seis puntas y una barra cruza la boca, como muestra la figura 20. La unión es en tuerca cónica y en las nuevas con base de apoyo.

*Barrenas suecas.*— Las fabrican la Sandvikens Jernverks Aktiebolag, que produce la barrena Coromant, y la Hellefors Bruks AB, que produce la Vulcanus. Tanto una como otra son barrenas enteras y con boca en bisel, como muestra la figura 21.

**BOCAS INGLESAS.**— *Boca Holman.*— La unión es por cono liso y la boca es en bisel o cruz (fig. 22). Al principio, con el agujero de entrada de aire central; después, lateral. El nombre de la boca es Holbit.

*Boca Riploy.*— La produce la casa Rip-bit Limited, de Sheffield, filial de Padley & Venables Ltd. La unión es o en cono liso, como la Holman, o por núcleo roscado a la boca y barrena. El tipo de boca (fig. 23) es en cruz o en bisel.

*Boca Climax.*— La produce la Climax Rock Drill & Engineering Works Ltd. Cornwall y la llama la boca Maxbit.

**BOCAS NORTEAMERICANAS.**— *Boca Sulmet.*— La produce la casa Sullivan, en combinación con la Allegheny Ludlum Steel Corporation, y es como indica la figura 24, una boca en cruz.

*Boca Carset.*— La fabrica la Ingersoll-Rand Company en colaboración con la casa Carboloy Company, produciendo el tipo en cruz, con la unión embutida en la barrena y atornillada a la boca (fig. 25). El

éxito de la boca se mejoró con la presencia del anillo central de contacto de las plaquitas y evacuación de aire y agua, que le da más solidez al conjunto.

*Boca Timken.*— La fabrica la Timken Roller Bearing Company, y es una boca en cruz con agujero central. La unión es por rosca hembra cilíndrica y base de apoyo.

*Boca Kennametal.*— La fabrica la Kennametal Inc, y es una boca en bisel, con doble agujero simétrico. La unión es por rosca hembra cilíndrica y base de apoyo.

### Bibliografía.

- Technische Mitteilungen Krupp.* O. Müller. Abril 1942.  
*Compressed Air Magazine.* Abril 1947.  
*La aplicación de materiales duros a las bocas de las barrenas,* por R. W. Adamson.  
*Bohren mit Hartmetall Bohrkronen.* H. Flottmann Herne.  
*Datos sobre la perforación de rocas con barrenas con boca de metal duro,* por Carl-Axel Widen, Jefe de la mina de hierro de Sandvikens Jernverks Aktiebolag, en Bodas (Suecia).  
 "Barrenas Coromant, para la perforación de rocas". *Boletín de la Sandvikens Jernverks Aktiebolag.*  
*Revista Atlas Diesel.*  
 Folleto sobre barrenas Vulcanus, de la Hellefors (Suecia).  
 Catálogo de la Holman sobre Holbits.  
 Catálogo de la Rip-bit sobre bocas Riploy.