

PROCEDIMIENTO PARA CORTAR HORMIGÓN, ACERO Y ROCAS, CON TUBOS DE ACERO Y OXIGENO (*)

Por JOAQUIN PALENCIA RODRIGUEZ

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

El autor de este artículo ha intervenido en operaciones de destrucción de hormigón armado, en casos en que no fue posible utilizar dinamita u otros métodos convencionales, y lo hizo con los tubos-sopletes que se describen.

Breve introducción.

Desde hace mucho tiempo se ha tratado de solucionar el problema de perforar, cortar o partir con mayor facilidad los materiales de gran dureza, tales como hormigón de cualquier clase, ya sea armado o en masa; rocas naturales (cuarcita, granito, gneis); aleaciones de acero y otros metales (acero fundido, aleaciones de cromo, vanadio, etc.).

En algunos casos las estructuras formadas por estos materiales tienen una situación en la obra de difícil acceso y no puede aplicarse maquinaria de gran peso y volumen. Ejemplo, edificios muy altos, en estado de ruina, etc.

En otros casos se trata de obras bajo el agua, como ataguías, muelles, presas, etc.

Hay trabajos especiales en los que no se admite que se produzcan ruidos, polvo o vibraciones. Por ejemplo, en las ciudades durante las horas nocturnas, hospitales, oficinas, laboratorios en donde existan aparatos muy sensibles y, en general, donde no se pueda o no se deba interrumpir el servicio.

Se conocen los equipos clásicos de perforar y taladrar de diferentes características que se emplean para destruir los materiales citados, como barrenas, sondas, martillos neumáticos, etcétera, que, en general, son de escaso rendimiento cuando se trata de resolver algunos de los problemas anteriormente expuestos y que, en la mayoría de los casos, no pueden ser aplicados a la particularidad del problema.

Por lo tanto, parece muy natural el hecho

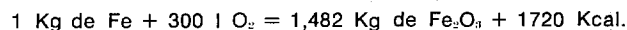
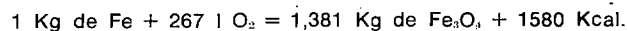
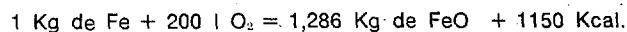
de que, al mismo tiempo que se perfeccionaban los métodos convencionales, se hicieran intentos para encontrar nuevos métodos que ayudaran a facilitar los trabajos que hemos enumerado, teniendo en cuenta su rentabilidad y tratando de suprimir los efectos molestos de ruidos, vibraciones, polvo, etc.

Desarrollo histórico del proceso térmico y de los antiguos sistemas de lanzas quemadoras.

A principios de siglo se descubrió el método térmico, que se basa en la propiedad de que a ciertas temperaturas el acero y el oxígeno se combinan en una reacción exotérmica muy elevada. Desde entonces, casi todas las investigaciones se han encaminado hacia la utilización de esta energía, para realizar perforaciones y cortes.

En general, esta perforación térmica utiliza simultáneamente dos propiedades importantes de la combustión del acero y oxígeno, por un lado la gran cantidad de calor desprendida y, por otro, la propiedad que poseen los óxidos de hierro, que se producen en la reacción, de combinarse con los materiales antes mencionados, formando escorias líquidas a baja temperatura.

Las reacciones químicas que se producen con un kilogramo de hierro y distintas cantidades de oxígeno son:



Que nos muestran la gran cantidad de Kcal. que se liberan en este proceso, que representa,

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que pueden remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 30 de septiembre de 1971.

por término medio, 1,500 Kcal para cantidades de oxígeno comprendidas entre 200 y 300 l combinadas con un kilogramo de hierro.

Uno de los análisis de las escorias procedentes de la fusión de hormigón con las lanzas antiguas ha dado los siguientes porcentajes de hierro y de óxido de hierro:

Fe	0,36 %
FeO	24,25 %
Fe ₂ O ₃	44,80 %
Total	69,41 %

Es decir, aproximadamente el 70 por 100. Por lo tanto, la escoria sin óxidos de hierro es del orden del 30 por 100, lo que indica la gran reducción que sufre el hormigón al pasar del estado normal al estado fundido.

Con un metro lineal de tubo-soplete, que pesa 1 kilogramo, se funde un cilindro de 4 a 5 centímetros de diámetro y de 15 a 20 centímetros de longitud, que representa un volumen de 0,3 decímetros cúbicos, con un peso aproximado de 0,70 Kg.

El calor específico del hormigón es 0,2 Kcal por kilogramo y grado centígrado.

La temperatura de fusión del hormigón es del orden de unos 3000° y el consumo calorífico para alcanzar esta temperatura de fusión es aproximadamente 500 Kcal. A este valor hay que agregar el consumo calorífico de fusión (variable según la composición del hormigón), pero que se puede estimar por encima de los 400°, que es el valor correspondiente para la sílice. Es decir, que aun contando con las pérdidas producidas, hay un margen suficiente de calor disponible para hacer posible el proceso de fusión.

Sin embargo, las investigaciones del Profesor Sr. Berces, de la Escuela Politécnica de Zürich, realizadas en los últimos años sobre el proceso termo-químico, han demostrado que en estas reacciones que hemos citado interviene también la sílice y sus compuestos, dando origen a reacciones más complejas.

Volviendo al desarrollo histórico de esta técnica, se comenzó por cortar acero con el soplete de oxígeno y acetileno y, posteriormente, se desarrollaron las llamadas "lanzas" que al-

canzaban temperaturas muy altas, pero que al aplicarlas para fundir hormigón no dieron resultados económicamente satisfactorios por varias razones:

- Su elevado consumo de material y, por lo tanto, escaso rendimiento.
- Su elevado costo y, por tanto, baja rentabilidad.
- Su gran peso y dificultad de maniobra del equipo.

Sin embargo, estas "lanzas", a pesar de no ser económicas, pueden ser útiles en casos muy especiales, comparadas con otros métodos de trabajo.

Hay tres grupos importantes de estas "lanzas" térmicas:

- Lanzas con relleno de varillas o núcleo sólido.
- Lanzas con paso de una mezcla de polvos metálicos.
- Lanzas con paso de combustible líquido.

Las lanzas de varillas están formadas por varios alambres colocados dentro del tubo, fabricados con aleaciones de metal, hierro, aluminio, etc., que dejan pasar el oxígeno a través de los mismos. Las de núcleo sólido tienen un orificio que permite el paso del oxígeno por el interior.

Para encender la lanza hay que calentar el extremo libre hasta alcanzar la temperatura de fusión; a continuación, se da paso a cierta cantidad de oxígeno hasta que se inicia el encendido de la lanza.

Las lanzas de polvos metálicos son distintas, ya que a través de los tubos se hace pasar, con ayuda de aire comprimido, polvos metálicos (aluminio con óxidos férricos, etc.), añadiendo oxígeno para la combustión. Los aparatos y su aplicación son aún más complicados que los anteriores. Exigen equipos para dosificación muy caros y la lluvia de chispas que se produce complica su empleo y lo hace peligroso.

Las lanzas de combustible líquido, llamadas lanzas de fuel, se han empleado exclusivamente en algunas minas y canteras explotadas a cielo abierto. Son complicadas, de gran peso y no adecuadas para trabajos de obras civiles.

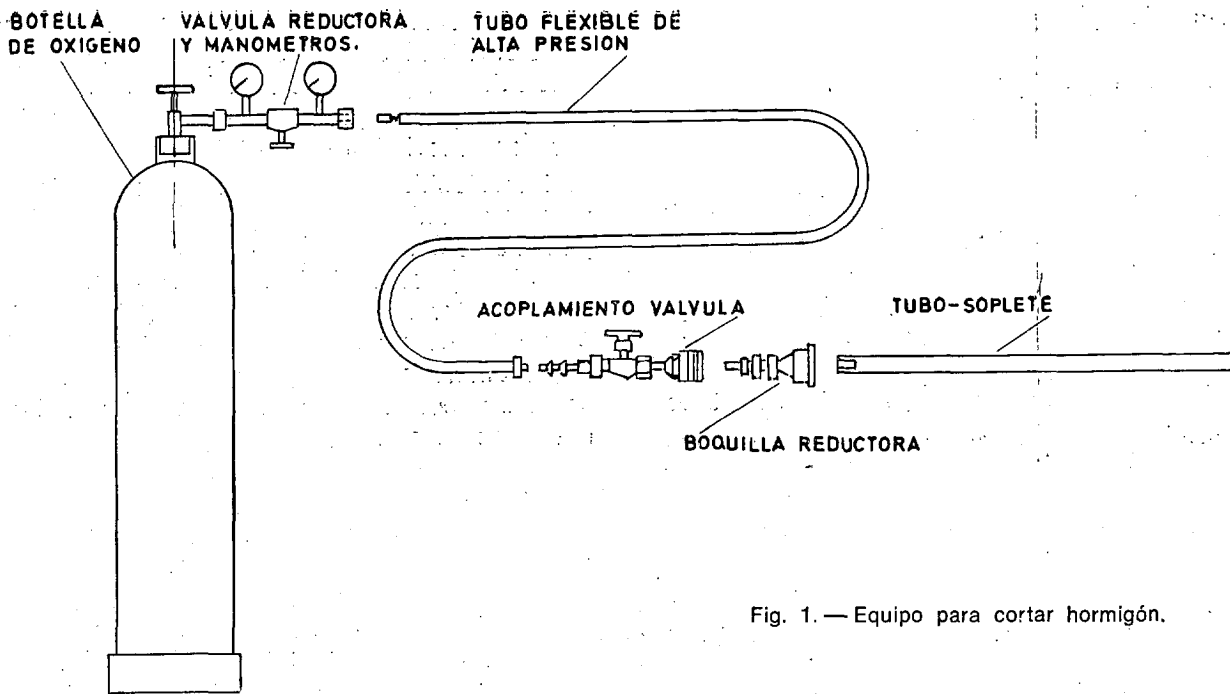


Fig. 1. — Equipo para cortar hormigón.

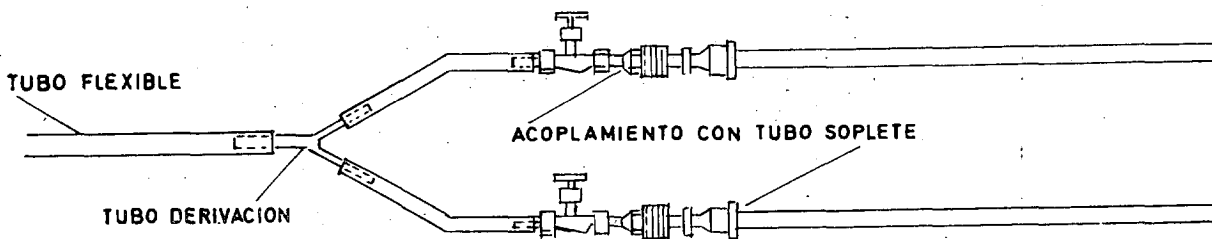


Figura 2.

El tubo-soplete accionado con oxígeno.

Si bien el tubo-soplete corresponde al primer grupo mencionado de "lanzas", se diferencia de ellas en lo siguiente:

- Tubo especial de características bien definidas.
- Núcleo de ocho varillas de aleación metálica, con una capacidad de fusión superior a todas las conocidas hasta ahora, de aplicación sencilla, sin peligro para el operador y de gran economía.

El tubo-soplete tiene, sobre todo, la ventaja de aprovechar al máximo el oxígeno que pasa a través de él, lo que hace que el consumo de oxígeno y la lluvia de chispas sea mínimo.

El equipo completo de trabajo es, además, muy sencillo y ligero (figs. 1, 2 y 3).

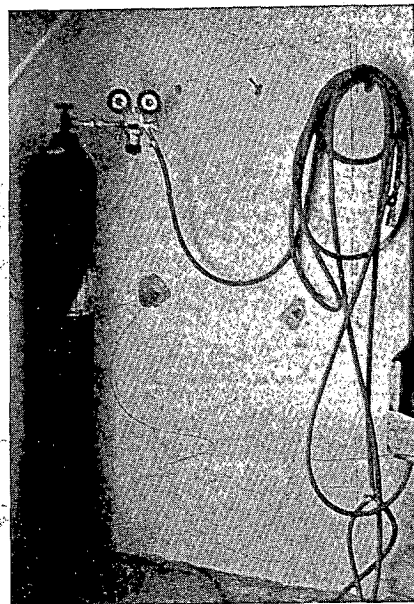


Figura 3.

Métodos de aplicación.

Hay dos fundamentales:

- Perforación de un agujero.
- Corte de materiales.

La *perforación* es la aplicación más sencilla, cualquiera que sea el material de que se trate: hormigón, acero o roca.

El modo de empleo es fácil y el aprendizaje del operador se consigue con una breve explicación.

Una vez encendido el extremo libre del tubo (fig. 4), con ayuda de madera o carbón vegetal,

En perforaciones horizontales es conveniente dar cierta inclinación, con objeto de facilitar la salida de la lava. En perforaciones verticales la lava sale por la presión del oxígeno, ayudándose con movimientos del tubo.

La velocidad de perforación se puede aumentar girando el tubo a derecha e izquierda y manteniendo una suave presión contra el fondo del agujero. El diámetro de perforación puede aumentar al hacer describir al extremo del tubo círculos concéntricos.

El diámetro mínimo posible de perforación con tubo-soplete es de 4 a 5 cm y puede llegar hasta los 15 cm.

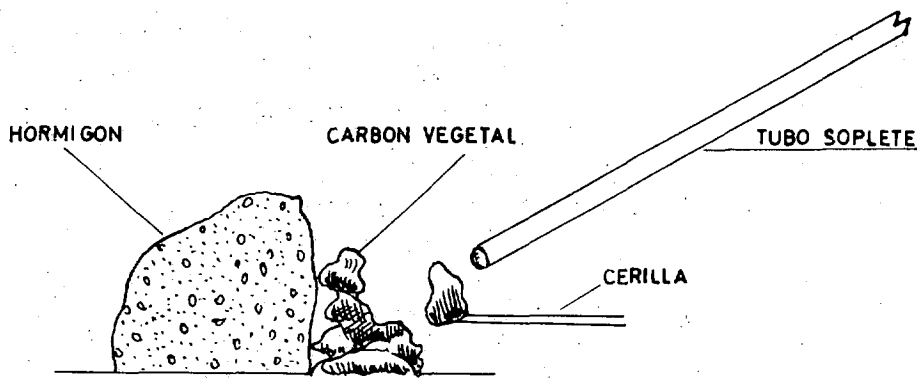


Figura 4.

un fósforo o cigarrillo y el oxígeno, se aplica al material, con cierta presión, el cual comienza a fundirse conjuntamente con el tubo (fig. 5).

El material fundido en forma de lava incandescente fluye y cae por gravedad (fig. 6).

Corte de materiales.

Se consigue con una serie de perforaciones contiguas. Se emplea para separar piezas o blo-

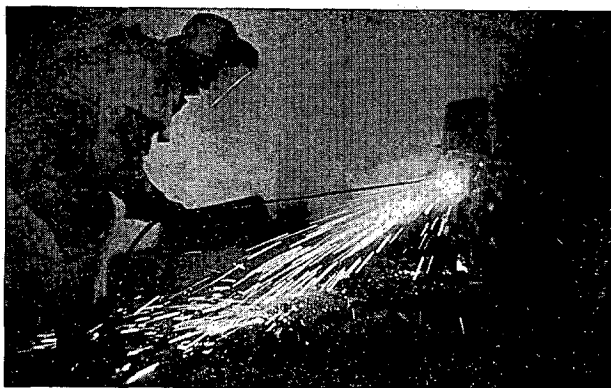


Figura 5.



Figura 6.

ques y en toda clase de obras de demolición. Hay dos procedimientos generales:

- Corte por perforaciones contiguas, es decir, sin dejar zonas de material intermedio (fig. 7).
- Corte por perforaciones separadas dejando material intermedio, que puede ser fundido posteriormente con el tubo o ser roto con medios mecánicos, como la prensa hidráulica, "roc-jack", cuñas, gatos, bulldozers, etc. (figs. 8 y 9).

Una variante del segundo procedimiento puede ser empezar por un agujero y seguir abriendo hendiduras mediante una especie de movimiento de vaivén con el tubo.

El corte por el primer procedimiento es más caro y se suele usar cuando no se puede aplicar la prensa hidráulica. El corte por el segundo procedimiento es más fácil de realizar y más económico.

Hay casos en que sólo es necesario perforar las zonas en las que están las armaduras y, una vez destruidas éstas, se consigue demoler el resto fácilmente por los métodos mecánicos antes indicados.

Debe pensarse siempre en la forma y tamaño de los elementos a cortar, teniendo en cuenta la capacidad de las grúas, camiones y medios disponibles para retirar los bloques formados.



Figura 7.

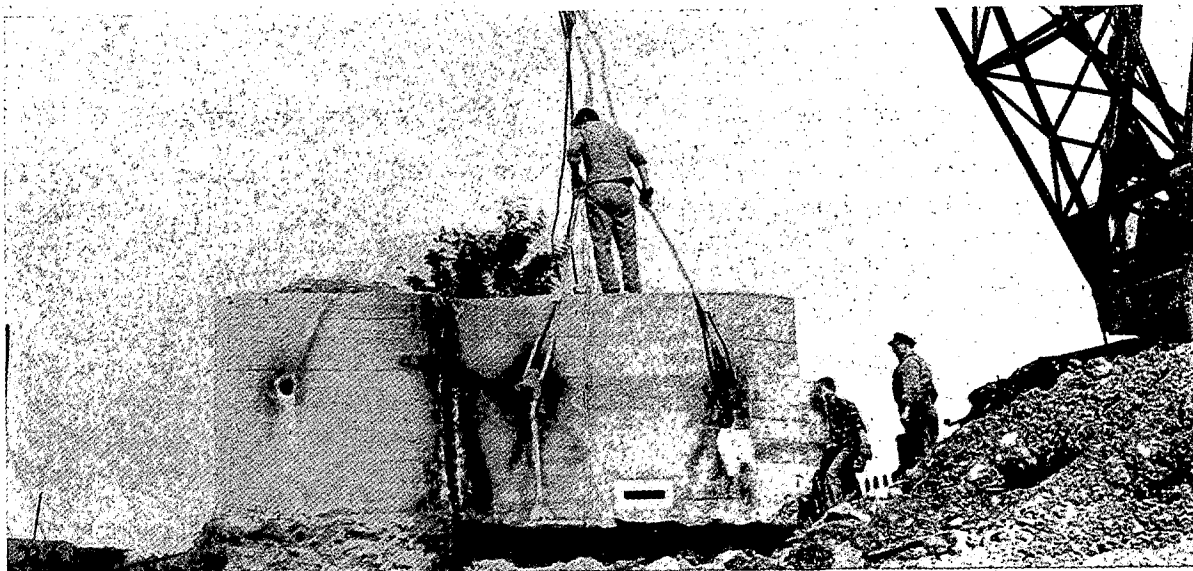


Figura 8.

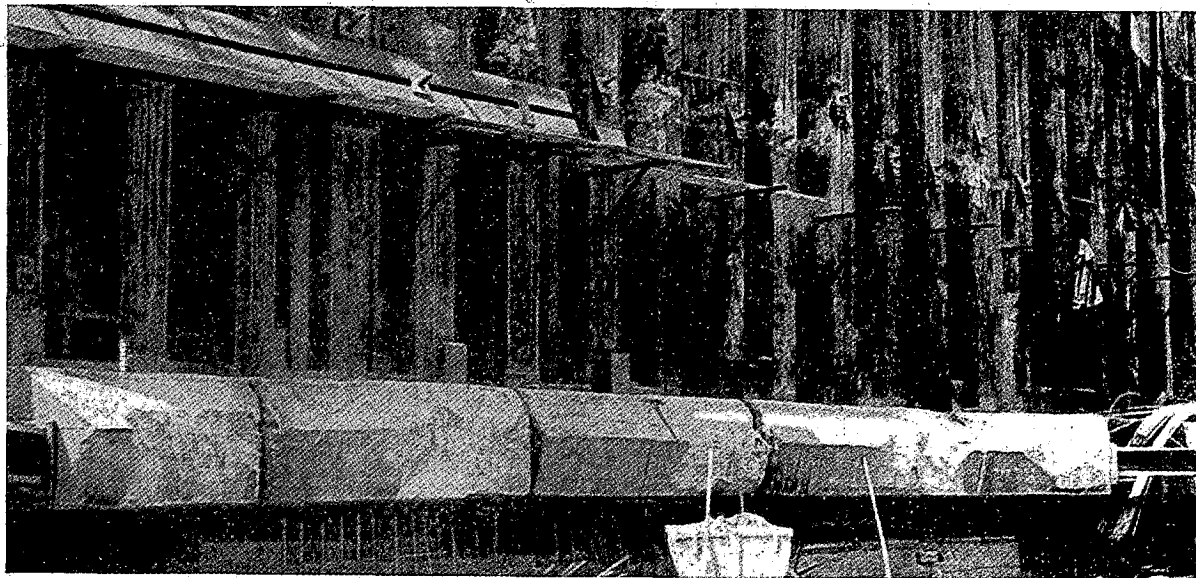


Figura 9.

Aplicaciones.

Las dividimos en tres grupos generales:

1. Modificación de estructuras y edificios.
2. Demolición de obras en general.
3. Aplicaciones diversas.

1. En el primer grupo entran las variaciones que hay que realizar en todas las obras durante su ejecución o después de su terminación:

- Realización de juntas en edificios (figura 7).
- Realización de juntas verticales (fig. 9).
- Apertura de espacios para colocación de ascensores, puertas, ventanas, aire acondicionado, etc.
- Apertura de agujeros para pasamuros, anclajes, rozas, colocación de vigas, mecnalés y drenajes en muros y para utilizar explosivos a granel en canteras, túneles, etcétera.

2. En demoliciones se puede aplicar a todo tipo de obras. Mencionamos, por ejemplo: puentes derribados por riadas, "bunker", edificios viejos rodeados de edificaciones nuevas, muros, grandes tuberías, depósitos de gas, obras bajo el agua, etc.

3. En aplicaciones diversas citaremos: La construcción de juntas en carreteras, canales

de hormigón, etc., cuando se hormigona de modo continuo.

Casos de emergencia y catástrofes; terremotos, descarrilamientos, etc.

Para uso de bomberos, zapadores del Ejército, etc.

Para perforación de escorias en bocas de hornos eléctricos y altos hornos.

Desguace de barcos, tanques, coches, etc.

Para fundir hierro, aluminio, etc.

Demolición de fundaciones, grades cimientos, vigas, muros, etc.

Datos técnicos más importantes.

Para estimar los costos de un trabajo a realizar con los tubos-soplete, hay que tener presente, primero, si el trabajo es adecuado para realizarlo con este método, y segundo, el tiempo que se va a tardar en ello.

En general, las perforaciones por tubo Berfix dejan de ser económicas en el hormigón cuando los espesores son superiores a 1,5 metros en trabajos horizontales y a 1 metro en trabajos verticales.

El consumo del tubo-soplete Berfix es independiente del material al que se le aplica. Un tubo de 4 metros de longitud se gasta en 5,5 minutos.

La sección media que se puede perforar o

cortar con un tubo de 4 metros de longitud, es de 3 dm², aproximadamente.

La velocidad media de corte es de 0,5 dm² por minuto.

Tomando una perforación de 4 a 5 cm de diámetro se puede calcular el consumo aproximado de tubos por la siguiente fórmula:

$$\text{Metro lineal de tubo} = \frac{\text{espesor de perforación en cm}}{15}$$

Esta cifra de 15 cm de avance por metro lineal de tubo es la mínima; un operador hábil puede alcanzar 20 y hasta 22 cm/metro lineal de tubo.

Ejemplo: Para perforar un muro de 30 cm se necesitan:

$$\frac{30}{15} = 2 \text{ metros lineales de tubo.}$$

El tiempo empleado será:

$$5,5 \times \frac{2}{4} = 2,75 \text{ minutos.}$$

El precio aproximado del tubo es del orden de 200 pesetas, es decir, alrededor de 50 pesetas metro lineal.

En el presupuesto total habrá que tener en cuenta, además, el valor de la mano de obra y el consumo de oxígeno, que se estima en 0,5 metro cúbico metro lineal de tubo.

Un equipo de operadores con buena práctica puede reducir considerablemente los costos. Es necesario que esté amparado por un ayudante suministrador de tubos que puede servir a tres operadores.

En general, un obrero suele consumir, por término medio, 70 tubos en una jornada de ocho horas.

Comparado con el martillo neumático en trabajos de demolición, se puede decir aproximadamente que en igualdad de condiciones es de tres a seis veces más rápido.

Por lo anteriormente expuesto, no se puede ni se deben establecer normas rígidas para este procedimiento, debido a la multiplicidad de aplicaciones. Cada obra necesita un estudio minucioso de sus particularidades.

CUADRO COMPARATIVO CON OTROS SISTEMAS EN SEIS APLICACIONES

Material	Trabajo	Tiempo empleado con tubos	Tiempo empleado con compresor o soplete
Muro de hormigón de 25 cm de espesor.	Perforación Ø 6 cm.	Dos minutos veinte segundos.	Cinco minutos (martillo neumático).
Hormigón armado de 25 cm de espesor.	Dstrucción de un muro de 6 m de altura y 7 cm de ancho.	Seis horas, incluyendo los hierros de las armaduras.	Doce horas sin cortar los hierros.
Hormigón armado de 35 cm de espesor.	Perforación Ø 6 cm.	Tres minutos treinta segundos.	Ocho minutos (sin cortar hierros).
Hormigón armado de 40 cm de espesor.	Apertura ventana de 40 x 64 centímetros.	Dos horas ocho minutos.	Cinco horas (sin cortar hierros).
Plancha de acero de 7 cm de espesor.	Perforación Ø 7 cm.	Diez segundos.	Un minuto (con soplete).
Bloque de acero fundido.	Corte de 1 metro.	Veinte minutos treinta segundos.	—