

PRIMERA PARTE

INTRODUCCIÓN, APARATOS, REACTIVOS
Y OPERACIONES



INTRODUCCIÓN.

El arte de ensayar tiene por objeto determinar y extraer los elementos metálicos de sus diferentes compuestos.

Sus reglas son empíricas y no es absolutamente necesario tener conocimiento de la química, aunque el ensayador encontrará una grande ayuda al familiarizarse con las leyes que gobiernan esta ciencia.

La siguiente lista comprende á todos los cuerpos elementales con sus respectivos símbolos y pesos atómicos; tal vez falte uno ó dos de ellos recientemente descubiertos. Un elemento es un cuerpo que la química no ha podido reducir á una forma más simple, ó el cual no ha conseguido separar en partes constitutivas. El símbolo de un elemento es generalmente la primera ó primeras letras de su nombre latino; y su peso atómico es la más pequeña cantidad del elemento que puede entrar en combinación con otros; la primera columna de guarismos corresponde al sistema antiguo de pesos atómicos ó equivalentes, y la segunda al moderno. El hidrógeno se ha tomado como unidad en ambos sistemas.

La tabla que ponemos á continuación de los pesos atómicos, fué preparada para el uso de los estudiantes de la

Escuela de Minería, y contiene las apreciaciones más recientes según autoridades en el ramo.

TABLA DE LOS PESOS ATÓMICOS.

REVISADA POR EL PROFESOR C. F. CHANDLER. OCTUBRE DE 1881.

Aluminio	Al.	IV.	27.0	Litio	Li.	I.	7.0
Antimonio	Sb.	V.	120.0	Magnesia	Mg.	II.	24.0
Arsénico	As.	V.	74.9	Manganeso	Mn.	VI.	55.0
Azoe	Az.	V.	14.0	Mercurio	Hg.	II.	200.0
Azufre	S.	II.	32.0	Molibdeno	Mo.	VI.	96.0
Bario	Ba.	II.	136.8	Nikel	Ni.	VI.	59.0
Bismuto	Bi.	V.	210.0	Osmio	Os.	II. IV.	196.0
Bromo	Br.	I.	79.7	Oxígeno	O.	II.	16.0
Boro	B.	III.	11.0	Paladio	Pd.	IV.	106.0
Cadmio	Cd.	II.	112.0	Plata	Ag.	I.	108.0
Calcio	Ca.	II.	40.0	Platino	Pl.	IV.	197.0
Carbono	C.	IV.	12.0	Plomo	Pb.	II.	207.0
Cerio	Ce.	III.	141.2	Potasio	K.	I.	39.0
Cesio	Cs.	I.	133.0	Rodio	Ro.	IV.	104.0
Cloro	Cl.	I.	35.4	Rubidio	Rb.	I.	85.4
Cobalto	Co.	VI.	59.0	Rutenio	Ru.	II. IV.	104.0
Cobre	Cu.	II.	63.4	Selenio	Se.	II.	79.0
Colombio	Cb.	V.	94.0	Silicio	Si.	IV.	28.0
Cromo	Cr.	VI.	52.4	Sodio	Na.	I.	23.0
Didimo	D.	III.	147.0	Tantalio	Ta.	V.	182.0
Erbio	E.	III.	169.0	Telurio	Te.	II.	128.0
Estaño	Sn.	IV.	118.0	Talio	Tl.	I.	204.0
Estroncio	St.	II.	87.5	Titano	Ti.	IV.	50.0
Fósforo	Ph.	V.	106.0	Torio	To.	IV.	231.5
Fluor	F.	I.	19.0	Tungsteno	Tg.	IV. VI.	184.0
Galio	Ga.	III.	69.9	Uranio	U.	VI.	240.0
Glucinio	Gl.	II.	9.2	Vanadio	Ud.	V.	51.2
Hidrógeno	H.	I.	1.0	Yodo	Y.	I.	126.5
Hierro	Fe.	VI.	56.0	Itrio	It.	III.	60.0
Indio	In.	III.	103.4	Oro	Au.	III.	192.2
Iridio	Ir.	II.	198.0	Zinc	Zn.	II.	65.0
Lantaño	La.	III.	139.0	Zirconio	Zr.	IV.	90.0

NOTA. — Los metales están con tipo romano y los metaloides con cursivo.

Los varios métodos para la determinación de los metales en sus compuestos, pueden clasificarse bajo los dos encabezados siguientes :

1.^a « Vía Seca » ó sea Ensaye.

2.^a « Vía Húmeda » ó sea Análisis.

El primero comprende á todas las determinaciones por la acción directa del calor; verificándose en hornos las diferentes operaciones.

El segundo abraza la identificación y separación de los elementos por medio de la acción de disolventes ayudada ó no por el calórico, sin ser indispensable el uso de los hornos.

Hay, sin embargo, muchos casos en que del primer sistema, se pasa al segundo y *viceversa*.

Al principio sólo se pensó dar en las siguientes páginas unos cuantos procedimientos concisos por la *vía seca*, para la estimación de los metales en sus respectivos minerales; pero como en muchos de éstos los metales preciosos están combinados con otros que son útiles ó perjudiciales, y cuya determinación se hace á veces necesaria, se ha creído conveniente sugerir algunos métodos por la *vía húmeda* que llenen tal objeto.

Las varias operaciones que pueden ocurrir al hacer un ensaye son :

- 1.^a El examen preliminar del mineral.
- 2.^a La preparación del mineral, entresacar, pulverizar, etc.
- 3.^a Pesar el polvo y los reactivos.
- 4.^a Calcinación y Reverbero.
- 5.^a Reducción y Fusión.
- 6.^a Destilación y Sublimación.
- 7.^a Escorificación y Copelación.
- 8.^a Incuartación y Apartado.
- 9.^a Pesar los pallones, etc.
- 10.^a Anotar los resultados é informes.

Todo lo anterior se describirá más adelante; pero como algunas de las operaciones requieren particular cuidado al

hacerlas, no estarán aquí fuera de lugar algunas observaciones y reglas que sirvan de guía al principiante.

1.^a Entresáquese la muestra con escrupulosidad, porque si no está bien tomada, el ensaye es por demás.

2.^a Pésese con sumo cuidado, reconociendo la balanza antes y después para cerciorarse de su corrección.

3.^a El mineral se debe pesar siempre antes de calcinarlo ó reverberarlo. Si la muestra está húmeda, pésese antes y después de secarla.

4.^a Nunca se llene un crisol ó escorificatoria más de sus tres cuartas partes, y cuando se aparte del fuego désele unos golpecitos en el suelo para que se junte el metal, dejándolo tapado, á menos que se ordene otra cosa.

5.^a Para romper un crisol se golpea como á la mitad, con un martillo de tamaño regular. Después se coloca la parte del fondo sobre un yunque y se raja para sacar entero el botón metálico. Nunca debe romperse sino hasta que esté perfectamente frío.

Para romper una escorificatoria se coloca boca abajo sobre el yunque, se sostiene con la mano y se golpea el fondo. El botón saldrá generalmente sin escoria.

6.^a Nunca se saquen de la mufla los crisoles ó las copelas antes de haberse terminado la operación. Cuando se tienen que escorificar ó copelar botones metálicos, cuídese de que no estén húmedos.

7.^a Los reactivos que se usen deben ser químicamente puros, principalmente los que se empleen para los ensayes de los metales preciosos.

8.^a Al informar sobre los resultados obtenidos, téngase presente que el ensaye por fuego, no siempre indica con toda exactitud la cantidad de metal contenido, sino únicamente la que se extraería por el sistema de fundición, y que el ensaye de un fragmento de roca, no puede representar

más que aproximativamente el valor de la veta de donde se tomó.

9.^a Obsérvese con atención el color y carácter de la escoria que se produzca en el ensaye, pues á menudo sucede que por este medio se puede determinar la naturaleza del mineral.

10.^a No hay que hacer fe de un ensaye que no ha fundido perfectamente, y cuyo resultado es un botón muy pequeño ó quebradizo.



BALANZAS Y PESAS.

Será conveniente tener cuatro clases de balanzas en una oficina de ensaye.

a. Una balanza corriente para pesar muestras grandes de mineral, metales, flujos, etc.

b. Una balanza para pesar el polvo mineral que se ha de ensayar, así como los botones de los metales útiles (fig. 1).

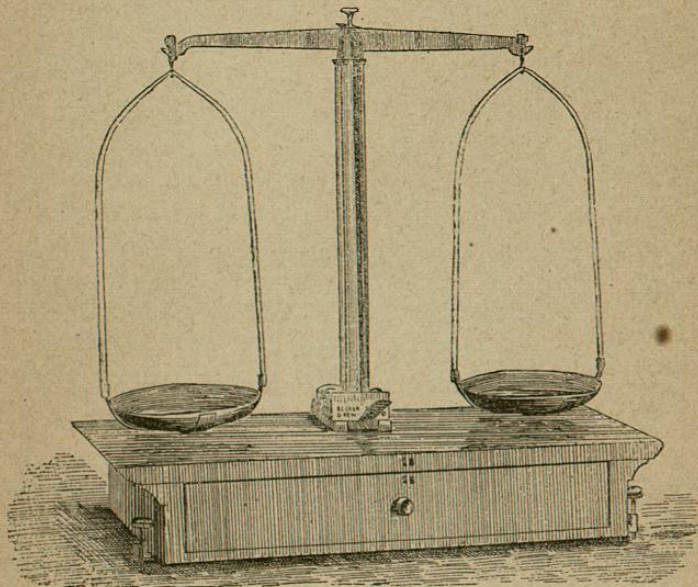


Fig. 1.

Esta balanza deberá contener diez onzas en cada platillo, girar con un veinteavo de grano, tener movibles los platillos, su nivel y tornillos de ajuste. Generalmente, se coloca en una caja de madera con su cajoncito para las pesas.

c. Una balanza colgante para los flujos, cuyos platillos serán de cuerno hallándose suspendidos por cordones á las

extremidades de una varilla de latón : deberá contener diez onzas por lo menos y girar con medio grano.

d. Una balanza de precisión ó fiel de ensaye propiamente dicho (fig. 2).

Esta balanza deberá usarse únicamente para pesar los pallones de oro y plata, ser muy exacta y extremadamente

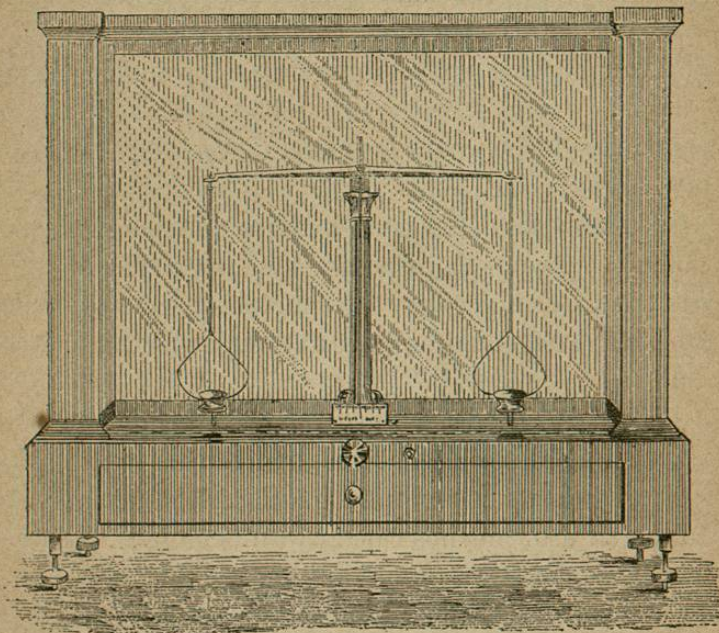


Fig. 2.

sensible. Cuando se cargue con un gramo, deberá girar con un veinteavo de miligramo, y se necesita manejarla con sumo cuidado. Está provista con navajas de acero, descansos de ágata, nivel de alcohol y sus respectivos tornillos de ajuste.

MANERA DE ARREGLAR ESTA BALANZA. — Háganse girar los tornillos de dos en dos hasta que la burbuja del nivel se encuentre en el centro. Cuéntese desde la segunda vibración

de la aguja ó fiel el número de divisiones que recorre de derecha á izquierda partiendo del centro, el que si fuere igual en ambos lados probará su corrección. Nunca se levante ó baje cuando la aguja no esté cerca de la línea céntrica, para evitar que se salgan las navajas de su lugar bruscamente, con lo que sufriría la balanza. Cuando se limpie úsese un pincel de los más suaves para no rayarla.

LAS PESAS USADAS POR EL ENSAYADOR SON :

a. Avoir du pois para los minerales, los metales útiles y los flujos.

b. Inglesas de Troy para los metales preciosos, tales como el oro, la plata, etc.

c. Las francesas del sistema métrico que tienen por base de unidad el gramo. Estas pesas pueden usarse indistintamente para los minerales y los metales preciosos, siendo además muy convenientes por estar arregladas en la escala decimal.

d. Las pesas de ensaye, propiamente dicho, que es un sistema comparativo de los tres mencionados y el cual se encontrará en extremo simple y útil, ahorrando por otra parte con su uso, muchos cálculos y dificultades. (Véase la tabla de la pág. 151).

La unidad del sistema es la tonelada de ensaye = 29.166 gramos. Su derivación se verá en seguida.

Una libra Avoir du pois es = 7.000 granos de Troy.
2.000 libras = una tonelada.

$2.000 \times 7.000 = 14.000.000$ granos de Troy en una tonelada Avoir du pois.

480 granos de Troy = 1 onza de Troy.

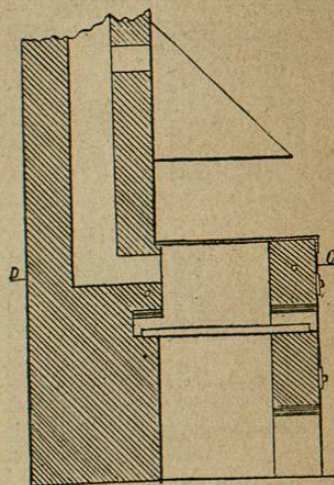
$14.000.000 \div 480 = 29.166 +$ onzas de Troy en 2.000 libras Avoir du pois.

Hay 29.166 miligramos en una Tonelada de Ensaye (T. de E); de donde,

2.000 lbs. son á 1 T. de E. como 1 onza de Troy es á 1 miligramo.

EJEMPLO. — Pésese una T. de E. de cualquier mineral, y si al ensayarla da 1 miligramo de oro ó plata, el resultado será igual á una onza de Troy en 2.000 lbs. Avoir du pois, sin que haya necesidad de hacer ningún otro cálculo.

Si acaso el Ensayador desea hacer algunas determinaciones cuantitativas por la vía húmeda, deberá agenciarse también una balanza analítica que contenga 100 gramos en cada platillo y que gire con un veintavo de miligramo. Esta balanza deberá estar provista además de los aparatos necesarios para averiguar las densidades ó pesos específicos de los cuerpos.



HORNOS Y COMBUSTIBLES.

1.º HORNILLO DE CALCINACIÓN ó REVERBERO. — La fig. 3 representa dos secciones de este aparato.

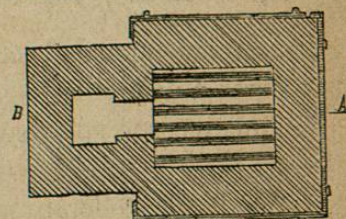
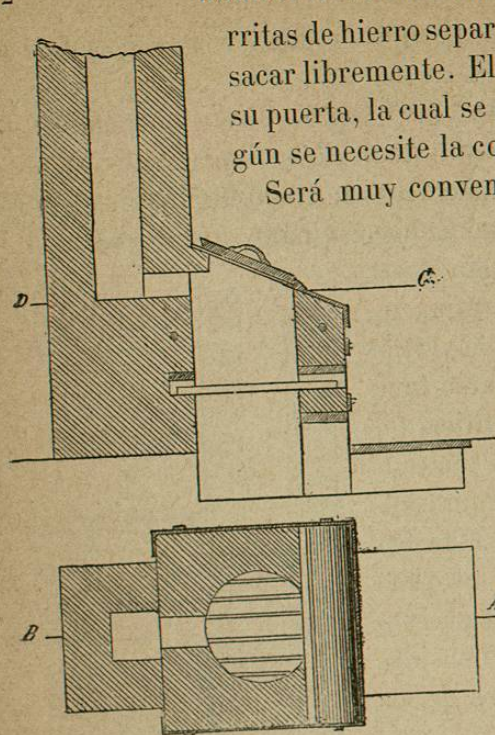


Fig. 3.
Escala $\frac{1}{2}$ de pulgada = un pie.

La cuba se hace poco honda; y como no se requiere una temperatura muy elevada, se puede hacer de ladrillo refractario ó simplemente forrarse con él; al cuerpo del hornillo se le da solidez por medio de fajas de hierro cellar.

También deberá tener su tapa de hierro colado.

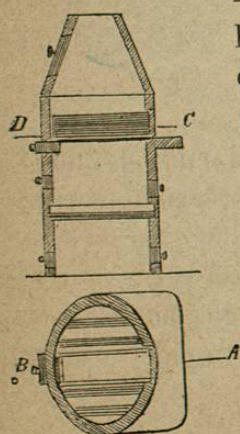
La reja puede hacerse de una sola pieza, ó de varias ba-

Fig. 4. — Escala $\frac{1}{2}$ pulgada = un pie.

La chimenea puede hacerse de ladrillo, de hierro, ó de arcilla refractaria.

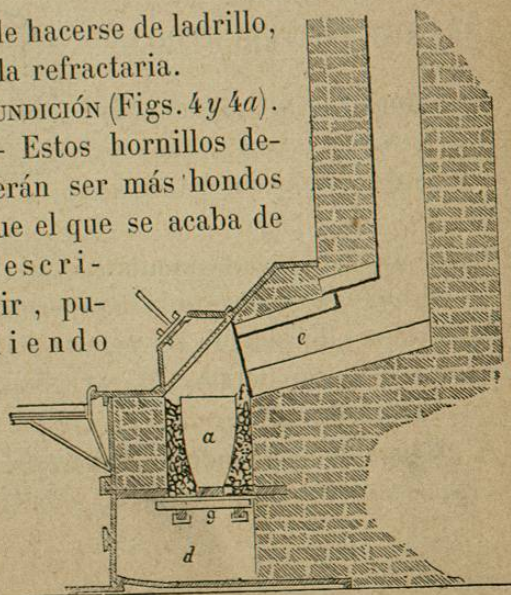
2.º HORNILLOS DE FUNDICIÓN (Figs. 4y 4a).

— Estos hornillos deberán ser más hondos que el que se acaba de describir, pudiendo

Fig. 5. — Escala $\frac{3}{8}$ de pulgada = un pie.

rritas de hierro separadas y que se puedan sacar libremente. El cenicero debe tener su puerta, la cual se abrirá ó cerrará según se necesite la corriente de aire.

Será muy conveniente poner á cierta altura en este horno un sombrero de lámina de hierro, como se ve en el grabado, porque frecuentemente sucede que los gases que se desprenden al reverberar, son muy ofensivos: si este sombrero se hace de hierro galvanizado, será mucho mejor porque se evitará su oxidación.

Fig. 4a. — Escala $\frac{1}{2}$ pulgada = un pie.

fabricarse de ladrillo, pero es mejor forrarlos con piedra refractaria.

Para un trabajo muy pesado los hornillos se construirán bajos, con objeto de sacar fácilmente los crisoles. Algunas veces se coloca una cigüeña con este mismo fin. La chimenea debe ser de ladrillo, y mientras más amplia y alta mayor será la corriente de aire. Éste se puede aumentar ó disminuir según se necesite, por medio del registro y la puerta del cenicero.

Las tapas deberán ser de hierro colado, y la puerta se arreglará de manera que se corra ó levante con facilidad. Se puede colocar en el frente de este hornillo, un soporte de hierro, para poner en él las rieleras ó moldes, cuando los metales fundidos hayan de vaciarse en ellos, como se ve en la fig. 4a, la cual representa una sección del hornillo más generalmente usado en las casas de moneda de los Estados Unidos.

3.º HORNILLOS DE MUFLA PARA ESCORIFICAR Y COPELAR. — La fig. 5 representa dos secciones de un hornillo portátil de copelación.

El mismo hornillo puede usarse para ambas operaciones; pero sería mejor tener una mufla más amplia y la temperatura más elevada para la escorificación.

Las muflas se hacen de arcilla refractaria y de una sola pieza: deben estar además perfectamente secas antes de usarse.

Es preciso que la corriente de este hornillo sea capaz de arrastrar los vapores del plomo que son nocivos. La construcción del mismo variará según el combustible que se use y el trabajo á que se destine.

La fig. 6 muestra las secciones vertical y horizontal de un tornillo doble de mufla, para oficinas en donde se hagan muchas escorificaciones al día.

Á esta clase pertenece el que ha estado en uso por dos años en el laboratorio de ensaye de la Escuela de Minas de

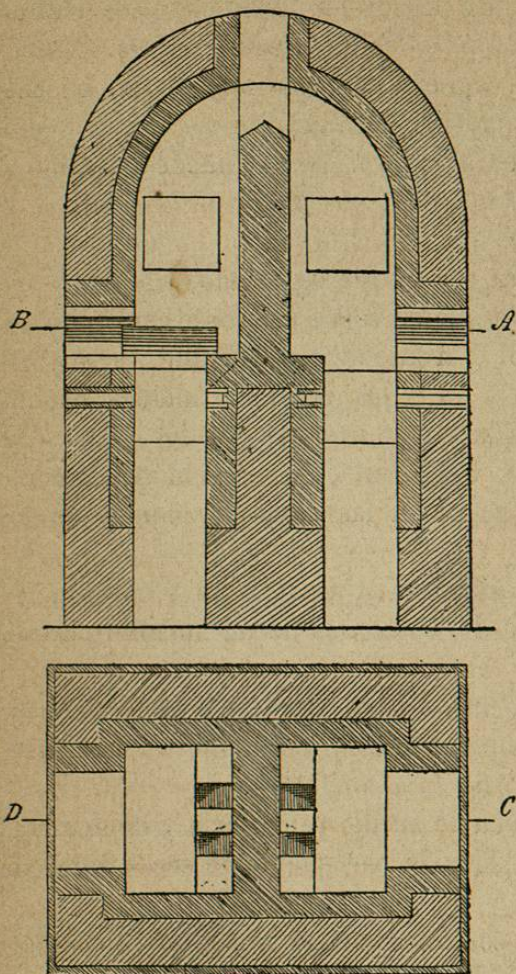


Fig. 6. — Escala $\frac{3}{8}$ de pulgada = un pie.

para usar la hulla. Este horno ofrece las ventajas siguientes :
1.^a Economía en el combustible. Un hornillo de éstos con muflas de 8×14 pulgadas, puede tenerse en corriente durante ocho horas con menos de 100 libras de combustible. Cual-

Nueva York, dando los mejores resultados. Las muflas son un poco más grandes que de ordinario, y se pueden sacar con suma facilidad.

Todo el hornillo está forrado en ladrillo refractario, como lo indica el sombrero en el grabado.

Por medio del registro de que está provisto, se puede quitar parte de la corriente de aire, con objeto de usar solamente la mitad ó sea un lado del hornillo.

La fig. 6a representa un hornillo de ensaye pa-

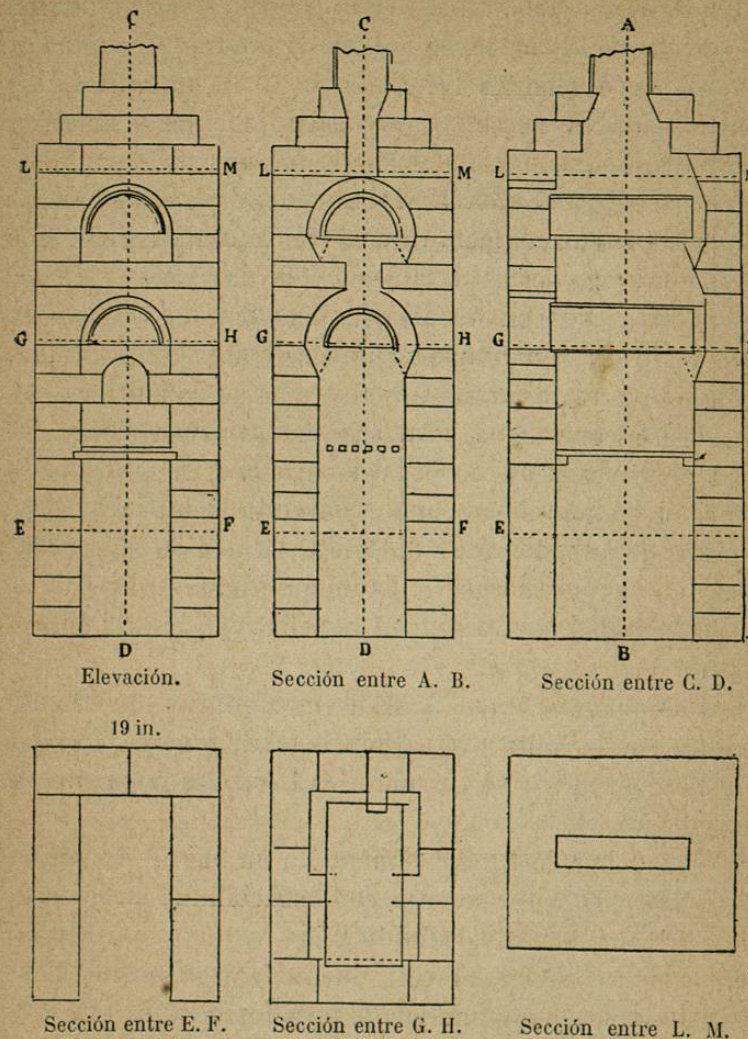


Fig. 6a.

HORNILLO DE ENSAYE PARA EL USO DE HULLAS GRASAS.

Tamaño de las muflas de 8×15 pulgadas.
El horno tendrá un marco de hierro de $1 \times \frac{1}{4}$ de pulgada.
La puerta del cenicero y la del agujero por donde se echa el carbón, deberá ser de hierro y descansar en el marco.