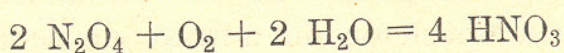


calcado, y de allí, al primer serpentín, que funciona como condensador de reflujo, pudiéndose obtener, como ya lo hemos indicado, un ácido puro, exento de cloro y de dióxido de nitrógeno. En este serpentín es donde se condensa la mayor parte del ácido nítrico destilado. La temperatura del agua de refrigeración es mantenida entre 40 y 60 grados, en el primer serpentín, evitando así que se condensen productos volátiles. En el segundo serpentín sumergido en agua fría, se condensa casi la totalidad del resto del ácido nítrico, impurificado con un poquito de cloro y con dióxido de nitrógeno, que se recoge en la bombona ubicada a su final. De esta bombona pasan por el caño de grés inclinado a otra que recoge el ácido nítrico condensado a lo largo del caño y que es producto en su mayoría de la oxidación de los óxidos de nitrógeno por el oxígeno del aire en presencia del agua.

Este aire es el que penetra en el aparato por las juntas y por las tapas de las bombonas, debido al pequeño vacío que produce el aspirador en todo el interior del aparato. Pero la oxidación completa de los óxidos de nitrógeno se produce en la torre, donde los gases que suben, se encuentran con gran exceso de agua, que al caer, produce la agitación de los mismos, acelerando ambos factores, la transformación.

La reacción que tiene lugar es la siguiente:



Pero también se forma algo de ácido nitroso.

La conversión de este ácido en ácido nítrico es muy lenta, aun con exceso de aire y será tanto más lenta cuanto más diluído esté en la solución; por esto es que no conviene hacer pasar un gran exceso de agua por la torre. En la instalación que describimos, se hacen pasar sólo cien litros en cada corrida y se recoge un ácido, en la base de la torre de 15 a 18 grados Beaumé. Por la campana instalada en el caño de salida de los gases de

la torre, se observa el color de los mismos; un color rojizo en los gases denotaría una mala oxidación.

Una vez que la cantidad de ácido que se condensa en el primer refrigerante tiene una graduación inferior a doce grados Beaumé, se da por terminada la destilación. Se retira el carbón de la hornalla, mientras que un operario provisto de un largo caño de hierro ayuda a salir por la boca de descarga, que se destapa con ese fin, al bisulfato de sodio que se ha formado en la retorta. Esta operación, si no se demora mucho, evitando así que el producto se solidifique, no ofrece mayor dificultad, ya que el bisulfato fluye de la retorta libremente en estado pastoso. Se recibe en pozos hechos en la tierra, donde se solidifica.

VIII

Las materias primas

Las materias primas en la fabricación de ácido nítrico son: nitrato de sodio, ácido sulfúrico, el carbón para calentar la retorta y el agua para los refrigerantes. En otros lugares, hemos dado la composición del agua usada en el Instituto, del carbón usado en las calderas y del ácido sulfúrico producido en las fábricas. Queda para aquí, la composición del nitrato de sodio.

El nitrato de sodio es de Chile y corresponde al grado comercial usualmente importado de ahí. Como todo producto químico industrial, la composición es algo variable. Un análisis hecho arrojó los siguientes resultados:

Nitrato de sodio	95.05 %
Nitrito de sodio	Trazas
Iodato de sodio	0.18 %
Cloruro de potasio	0.55 %
Cloruro de sodio	1.78 %
Cloruro de magnesio.	0.45 %
Sulfato de sodio	0.73 %
Materia insoluble	Trazas
Humedad, (por diferencia).	1.26 %

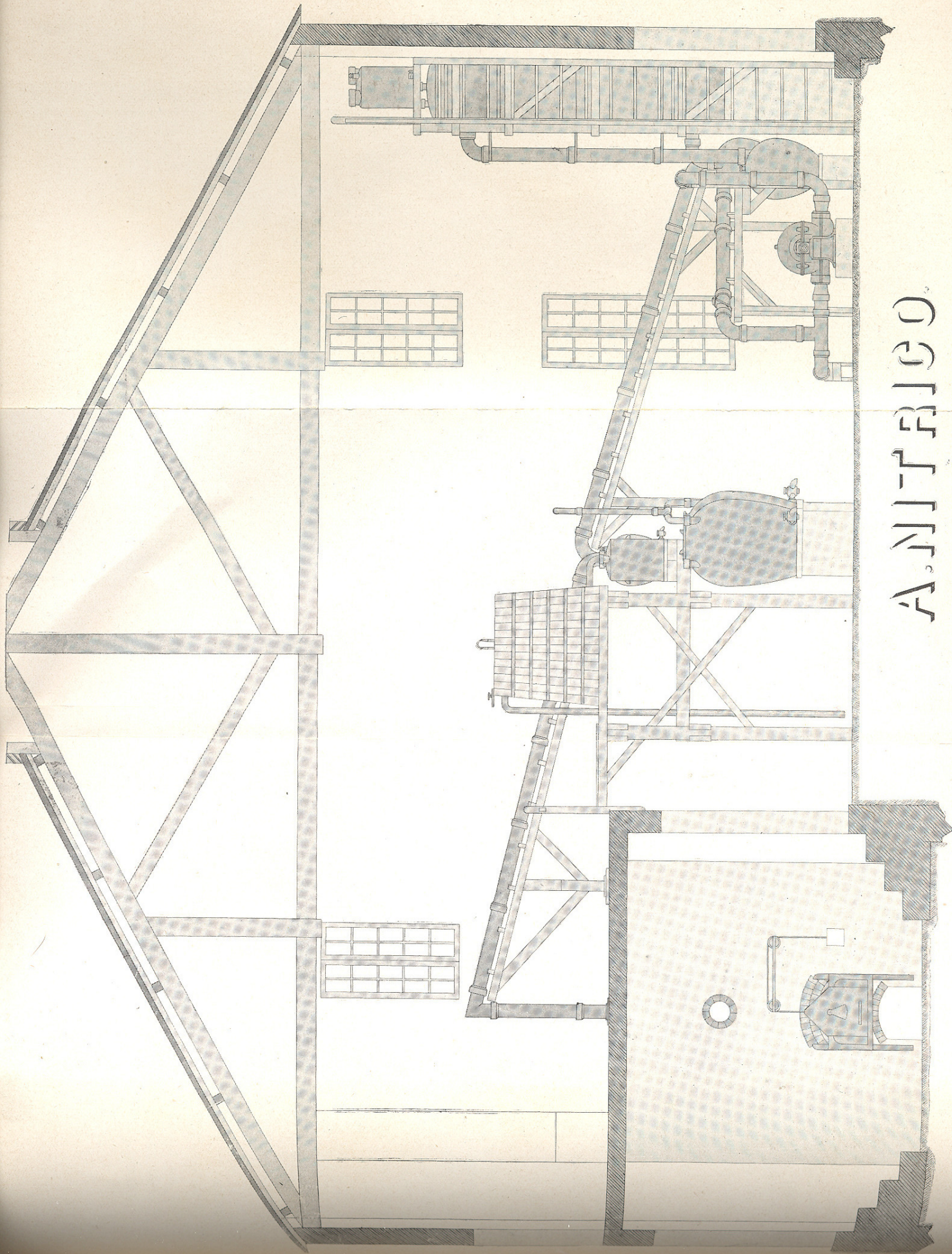
En este análisis, se determinó el magnesio y se calculó como cloruro; se determinó el potasio y también se calculó como cloruro; el cloruro en exceso de las cantidades correspondientes al potasio y al magnesio, se calculó como cloruro de sodio. El sulfato se calculó como sulfato de sodio, y el iodato también. La prueba para nitritos fué sola cualitativa. La determinación de la humedad no debe hacerse por diferencia sino directamente sobre la muestra. El porcentaje es usualmente mayor que el indicado en el análisis, pues es corrientemente de cuatro a seis por ciento, y en tiempo húmedo aun más.

IX

El análisis de las materias primas

Nos limitamos aquí a la explicación del método para determinar el porcentaje de NaNO_3 , en el nitrato de sodio comercial.

El método más cómodo y seguro para la determinación del nitrato de sodio, es el de Lunge, en el que se emplea el «nitrómetro». Este método se basa en el hecho de que el nitrato de sodio reacciona con el ácido sulfúrico y mercurio metálico con formación del gas, NO , que en un aparato apropiado, se recoge y se mide, calculando después a que cantidad de NaNO_3 , corresponde el volumen de NO medido.

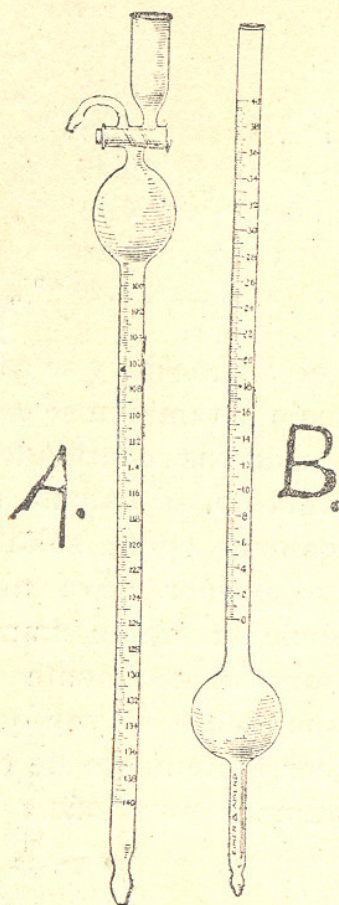


A. NITRICO

FIGURA XVII
La fábrica de ácido nítrico, mostrando el horno y los aparatos de condensación

B dos El de el al- ma de de y de bre ene er- su- s o dio un te, di- vel ara A. ti- en ce ros sa- ac- res ee di- ra- o so je

El aparato consiste de dos tubos de vidrio, A y B



(véase la figura), que están reunidos entre sí, por un tubito de goma. El tubo «A» está graduado en décimos de centímetros cúbicos, mientras que el tubo «B» no precisa graduación alguna. En el tubo «B», se pone una cantidad de mercurio, y se eleva de manera que éste pase por el tubo de goma (no mostrado en la figura), y suba por el tubo «A». La llave de paso situado arriba de éste, se abre cuidadosamente, para que se llene el tubo «A» completamente con mercurio. Entonces, en el recipiente superior del tubo «A», se pone más o menos 0.4 gramo del nitrato de sodio a analizarse. A éste, se agrega un centímetro cúbico de agua caliente, agitándolo un poco, para que se disuelva. Se baja un poquito el nivel del tubo «B», y se abre la llave para que la solución entre en el tubo «A».

Figura XVI

Se lava el recipiente con medio centímetro cúbico de agua caliente, dejándola también entrar en el tubo «A» por el mismo procedimiento. Ahora se hace entrar en el tubo «A», unos quince centímetros cúbicos de ácido sulfúrico puro de 66 grados Beaumé, y se sacude bien, mezclando las sustancias para que la reacción tenga lugar. Se deja en reposo durante unos tres cuartos de hora, y entonces se nivelan los tubos y se lee el volumen de NO. Este volumen se reduce a las condiciones normales de 760 milímetros de presión y 0 grados de temperatura por los métodos conocidos, y el volumen resultante se multiplica por el factor 0.0038. Esto da el peso de NaNO_3 , y dividiendo este peso por el peso del nitrato de sodio crudo empleado, da el porcentaje de NaNO_3 .

Esta determinación es muy delicada y hay que llevarla a cabo con mucho esmero. Conviene hacer la operación con un biombo fuerte de vidrio delante, pues no es raro la producción de explosiones al introducir el ácido sulfúrico.

X

El rendimiento del ácido nítrico

Con un aparato para la producción de ácido nítrico como el que hemos descripto, y con una carga de 400 kilos de nitrato de sodio no disecado, y 460 kilos de ácido sulfúrico de 60 a 62 grados Beaumé, se podría recoger aproximadamente las siguientes cantidades de ácido nítrico de diferente densidad y pureza.

Primero se recogerían unos dos kilos de ácido nítrico impuro, luego unos 240 a 250 kilos de ácido nítrico de 48 grados Beaumé (de peso específico 1.49, que corresponde a un ácido nítrico de 91 por ciento), con menos del uno por ciento de dióxido de nitrógeno (generalmente medio por ciento), y esencialmente libre de cloro; después de 60 a 65 kilos de ácido nítrico de 42 a 44 grados Beaumé, límpido, y por último, unos pocos kilos de ácido nítrico más diluido. De la torre se recogerían unos 100 kilos de ácido nítrico de 15 a 18 grados Beaumé. Este ácido se podría llevar a una concentración de más de 30 grados Beaumé, con solo hacerlo pasar por la torre en sucesivas corridas.

En el Instituto no se separan las diferentes fracciones del ácido, sino que se mezclan y se rebajan con el ácido diluido de la torre hasta formar un ácido nítrico comercial de una concentración de 40 grados Beaumé. Sin embargo, cuando hay pedidos para ácidos especiales se recogen las diversas fracciones, que hemos descrito.

La cantidad total de ácido nítrico de 40 grados Beaumé que el aparato produce en cada corrida, cargando la re-

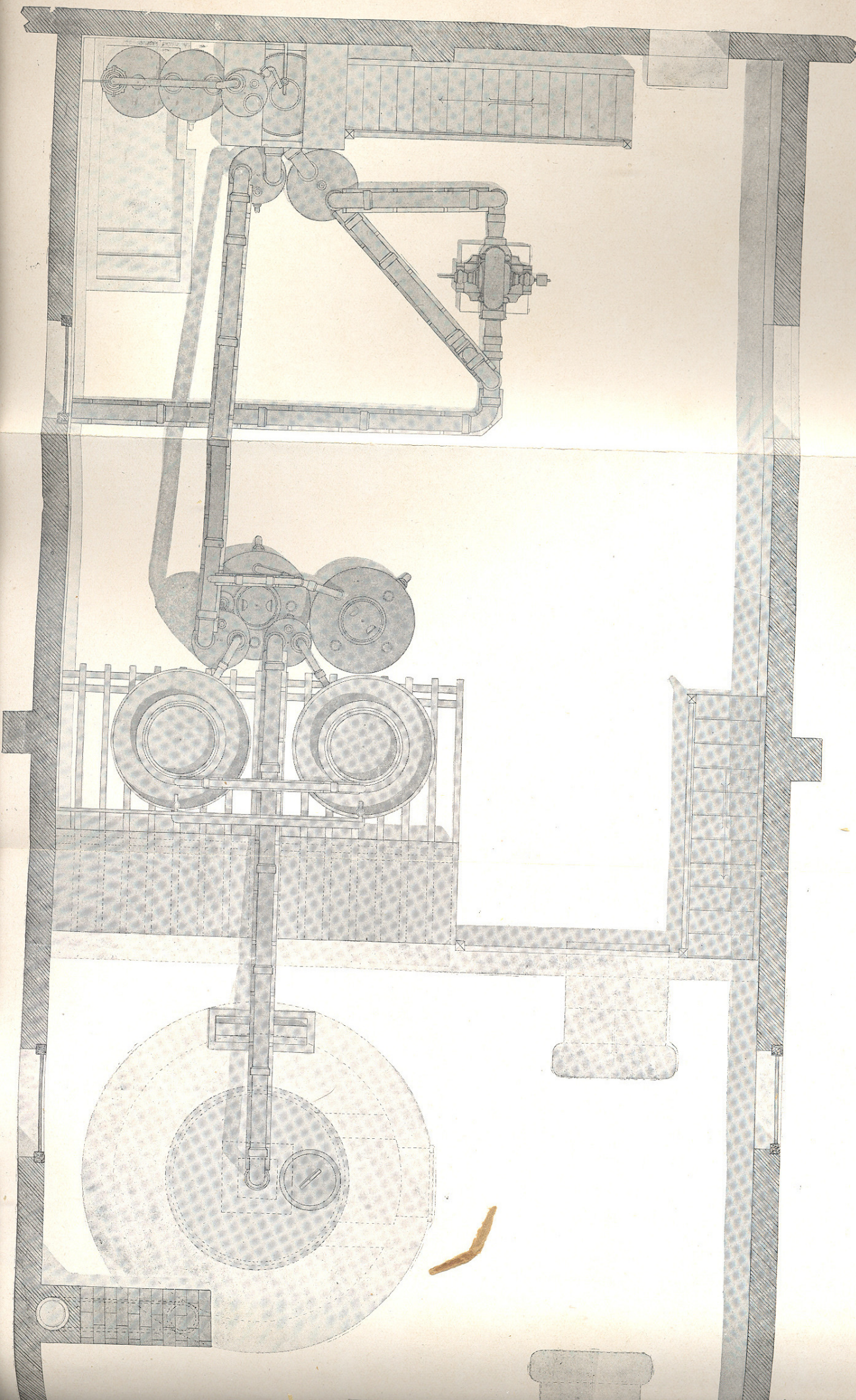


FIGURA XVIII

La fábrica de ácido nítrico vista desde arriba

torta con las cantidades expresadas de nitrato de sodio y ácido sulfúrico, es de 410 kilos.

XI

El gasto de combustible

El combustible empleado para calentar la retorta es el carbón de piedra, consumiéndose para cada destilación, unos 190 kilos, o sea 463 gramos para cada kilo de ácido nítrico de 40 grados Beaumé.

XII

El bisulfato de sodio y su composición

Como hemos dicho, se emplea en la retorta, 460 kilos de ácido sulfúrico de 60 a 62 grados Beaumé, lo que equivale aproximadamente, 368 kilos de ácido sulfúrico calculado como 100 por ciento. La carga de 400 kilos de nitrato de sodio, como éste es de unos 95 por ciento de pureza, corresponde a unos 380 kilos de nitrato de sodio puro. Para formar sulfato de sodio en la retorta, 380 kilos de nitrato de sodio requieren 219 kilos de ácido sulfúrico de 100 por ciento, y para formar bisulfato de sodio, requieren 438 kilos de ácido sulfúrico de 100 por ciento. Se emplea corrientemente, una cantidad de ácido de 60 a 62 grados Beaumé, que equivale a unos 368 kilos de ácido sulfúrico de 100 por ciento. Por consiguiente, la masa que queda en la retorta al fin de la operación contiene un 68 por ciento de bisulfato de sodio, pero como no es posible en las condiciones de la reacción obtener una mezcla homogénea, hay partes donde esa proporción no rige, y donde hay un poco de ácido sulfúrico libre todavía, como también algo de ácido nítrico.

La masa todavía líquida, se saca de la retorta y se

recibe en pozos hechos en la tierra. Allí absorbe tierra y otras impurezas producidas por el ataque mismo que la masa caliente hace a la tierra. Pero con fines prácticos, podemos considerar que el «bisulfato de sodio» que se obtiene aquí, y que es la materia prima para la fabricación del sulfato de sodio, es una mezcla de 68 por ciento de bisulfato de sodio y 32 por ciento de sulfato de sodio.

XIII

La composición del ácido nítrico es variable, según la manera de recogerlo. Si se quisiera, se podría recoger de 240 a 250 litros de ácido nítrico de unos 48 grados Beaumé de la siguiente composición:

Peso específico	1.49
Acido nítrico	91.0 %
Dióxido de nitrógeno	0.5 %
Cloro	Trazas
Residuo fijo	0.2 %
Hierro	Trazas

Prácticamente se obtiene un solo grado de ácido, cuya composición es la siguiente:

Peso específico a 15°C	1.385—1.395
Densidad Beaumé.	40°—40°8
Acido nítrico	62.3 %—64.2 %
Residuo fijo.	0.2 %—0.4 %
Acido sulfúrico	0.12 %—1.18 %
Acido clorhídrico	1.15 %—0.25 %
Peróxido de nitrógeno	0.8 %—1.5 %
Hierro	Trazas

Los métodos de análisis del ácido nítrico, se han explicado en la parte XIII de la sección II del capítulo sobre la fábrica de ácido sulfúrico.—(El ácido nítrico empleado en la torre de Glover.)